

geol. Giuseppe Genovese geol. Pietro Campantico geol. Giorgio Toselli

genovese & associati

Regione Piemonte
Città di Piossasco
Via Garola

Piano Esecutivo Convenzionato in area Rn4b
Centro residenziale "Borgo Margherita"





Allegato 10

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E
SISMICA DI FATTIBILITA' ex D.M. 11/03/88 -
D.M. 17/01/18**

Torino, 22 novembre 2018

geol. Pietro Campantico

Collaboratore:
geol. Giulia Ghidone

1. PREMESSA

La presente relazione di fattibilità geologica e geotecnica espone i risultati dell'indagine condotta ai sensi del **D.M. 11/03/88** *"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 e il collaudo delle opere di sostegno, delle terre e delle opere di fondazione"* e del **D.M. 17/01/18** *"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

Lo studio si prefigge di verificare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area e conseguentemente la fattibilità del **Piano Esecutivo Convenzionato all'interno dell'area Rn4b del P.R.G.C.**, di prevista realizzazione nel Comune di Piossasco (TO).

Nella presente relazione vengono pertanto presi in esame i seguenti aspetti geologici, geotecnici e idrogeologici:

- caratterizzazione geomorfologica, geologica ed idrogeologica dell'area;
- caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni;
- prima individuazione delle problematiche geologico-tecniche connesse alla realizzazione dell'intervento in progetto e verifica delle più idonee soluzioni fondazionali;
- verifica della compatibilità tra l'assetto idrogeologico del territorio e le opere in progetto, con prescrizioni volte a garantire la corretta gestione delle acque superficiali e ipogee;
- verifica della compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità geomorfologica dell'area.

A tal fine si è proceduto all'effettuazione di un dettagliato rilevamento geolitologico e geomorfologico di superficie del sito d'intervento e di un suo significativo intorno ed alla raccolta ed organizzazione dei dati geologici e stratigrafici esistenti, con particolare riguardo agli elaborati geologici del Piano Regolatore Generale e alla scheda specifica per l'area normativa di in oggetto cui alla "Relazione geologico-tecnica sulle aree di nuovo insediamento" (approvato con Delibera di Giunta Comunale n. 44 del 16/11/2012) ed alle banche dati regionali. Si è inoltre proceduto all'esecuzione di una specifica campagna di indagine, espletatasi mediante:

- n°8 saggi geognostici eseguiti mediante escavatore meccanico e spinti fino ad una profondità di c.ca 2,5 m dal p.c. attuale per l'osservazione diretta del sedime;
- n°4 prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro medio-leggero tipo PAGANI DPM 20-30 a massa battente da 30 kg;
- indagine geofisica superficiale per onde superficiali MASW per la caratterizzazione sismica del sedime;
- indagine geofisica con metodo sismico passivo frequenziale HVSR al fine di evidenziare eventuali comportamenti amplificativi sismici del sottosuolo.

I sopralluoghi e i rilievi tecnici sono stati effettuati nella terza decade di ottobre 2018.

2. STATO DI FATTO, OPERE IN PROGETTO E SITUAZIONE NORMATIVA

L'area in esame si inserisce nel settore nord-orientale del territorio comunale di Piosasco (TO), in località Garola, nella porzione territoriale compresa tra via Tanaro a nord e via Garola ad ovest. Il sito indagato, che si estende per c.ca 19.600 mq, è attualmente ineditato e costituito da aree agricole tenute in parte a prato ed in parte a seminativo. Nel complesso l'area di previsto intervento presenta una morfologia sub-pianeggiante, con blandi terrazzamenti che comportano una lieve decrescita altimetrica da NW verso SE, con una differenza di quota complessiva tra le porzioni più rilevate (lotto prativo all'estremità NW dell'area, evidenziato in ciano nell'immagine seguente) e quelle più depresse (campi coltivati nel settore meridionale) dell'ordine dei 2 m.

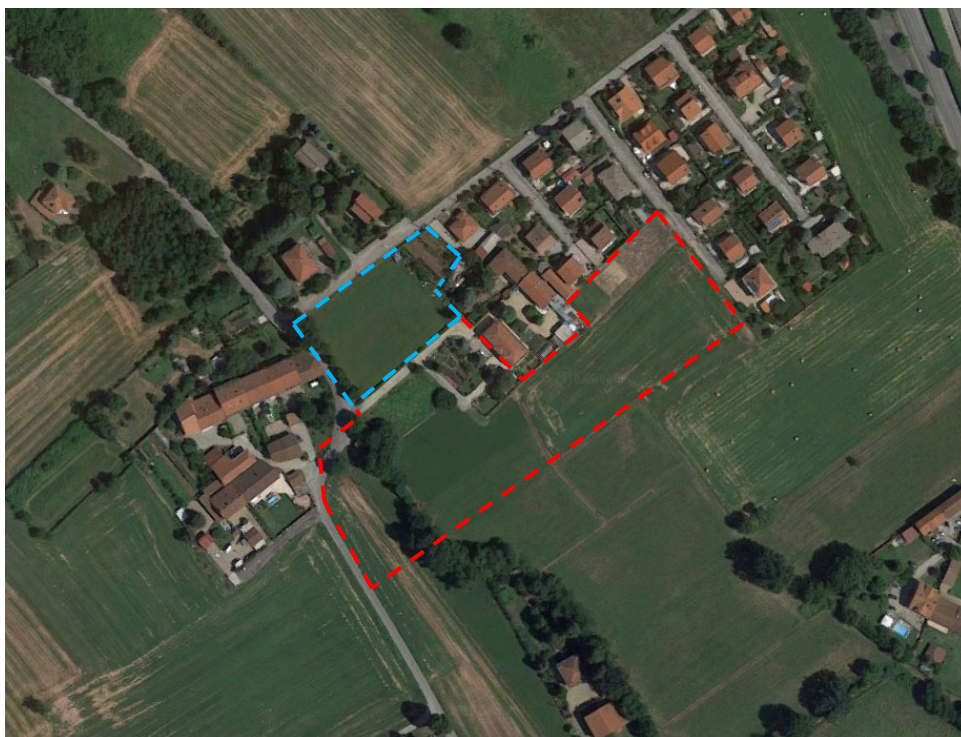


Foto aerea dell'area di intervento con distinzione tra i settori maggiormente rilevati (in ciano) e quelli più depressi (in rosso).

Tale area sarà oggetto della realizzazione di un nuovo insediamento residenziale comprendente n°6 lotti ad uso abitativo – rappresentati nella planimetria seguente – che ad oggi, in fase di PEC, sono così descrivibili:

- LOTTO 1: ubicato all'estremità NW dell'area, caratterizzato allo stato attuale da una superficie pianeggiante altimetricamente rilevata rispetto alle restanti porzioni in esame; su tale lotto è prevista la realizzazione di due edifici residenziali trifamiliari costituiti da un piano fuori terra ed un sottotetto non abitabile. La previsione di progetto comporta in corrispondenza dei suddetti fabbricati una quota di spiccatto del piano terra rilevata di c.ca 1,15 m rispetto al p.c. attuale.

-

Il progetto di P.E.C. include altresì ulteriori lotti destinati alla realizzazione di urbanizzazioni comprendenti la creazione di una nuova viabilità interna ai lotti e la destinazione a verde e parcheggi di aree in dismissione.

genovese & associati

Norme di Attuazione", nella scheda normativa si segnala che l'area risulta inoltre soggetta "a fenomeni alluvionali correlati al reticolato minore di energia da media a moderata (EmA)".

In corrispondenza del tracciato del canale irriguo passante nel settore occidentale dell'area di previsto intervento sussiste infine una perimetrazione in **Classe IIIa** "Porzioni di territorio inedificate, caratterizzate da condizioni geomorfologiche e idrogeologiche che le rendono inidonee agli insediamenti. È consentita la realizzazione di opere infrastrutturali di interesse pubblico, secondo quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77. All'interno delle Fasce Fluviali stabilite dal P.A.I. sono consentiti gli interventi previsti dalle relative Norme di Attuazione" pari a 25 m per sponda, corrispondente alle fasce di pertinenza del suddetto canale.

Come riportato nella scheda n°4 dell'elaborato di Piano "Relazione geologico-tecnica sulle aree di nuovo insediamento" a cura del dott. geol. Almo Olmi (vedasi Appendice), per il settore in esame – area normativa Rn4b – sono pertanto previste le seguenti prescrizioni:

"Sulla base di verifiche idrauliche, gli interventi devono conformarsi ai seguenti criteri:

- *i fabbricati e la viabilità interna devono essere disposti limitando la lunghezza degli allineamenti nel senso di scorrimento delle acque;*
- *i singoli fabbricati devono essere disposti limitando la lunghezza delle strutture trasversali alla corrente principale;*
- *è vietata la realizzazione di locali interrati o seminterrati abitabili;*
- *i piani abitabili ed i piani destinati ad ospitare impianti tecnologici o depositi di materiali devono essere realizzati in sopraelevazione rispetto al massimo livello di piena prevedibile;*
- *gli accessi ai locali interrati o seminterrati devono essere disposti lungo i lati sotto corrente degli edifici e dotati di sistemi idraulici di sbarramento, come ad es. soglie o chiusure a tenuta stagna;*
- *il deflusso/assorbimento delle acque d'esondazione dev'essere per quanto possibile agevolato, evitando quegli interventi che possono formare accumuli di acque e/o depositi alluvionali, come ad esempio le opere di recinzione chiuse."*

Nel "**PIANO STRALCIO per l'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)** - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti, approvato con D.P.C.M. in data 24 maggio 2001 e successivamente integrato dal Piano Stralcio di Integrazione al PAI approvato con D.P.C.M. in data 27 aprile 2006, non sussiste alcuna perimetrazione o segnalazione riguardante l'area in esame.

L'area d'intervento **non è sottoposta a vincolo idrogeologico** (L.R. 45 del 9/08/89).

Il Piano Territoriale Regionale (**PTR**) non contempla per l'area in esame prescrizioni che ostino alla fattibilità dell'intervento.

Nel Progetto Territoriale Operativo del Po (**PTO**) formato ai sensi della L.R. 56/77 e s.m.i., strumento di specificazione della pianificazione territoriale regionale per la fascia fluviale del Po piemontese, l'area ricade al di fuori della fascia di pertinenza fluviale di cui all'art.22 delle Norme Tecniche: non sussistono pertanto prescrizioni che ostino alla fattibilità dell'intervento.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (**PTC**) adottato con D.C.P. n. 621-71253 in data 28/04/1999 ed approvato dalla Regione Piemonte, ai sensi dell'art. 7 della LUR 56/77 e s.m.i., con D.C.R. n. 291-26243 in data 1/08/2003 e la successiva Variante (**PTC²**) approvata dal Consiglio regionale con Deliberazione n. 121-29759 del 21/07/2011 non contemplano per l'area in esame prescrizioni che ostino alla fattibilità dell'intervento.

Nella "Tavola P2 - Beni Paesaggistici" nel Piano Paesaggistico Regionale (**PPR**), approvato con Deliberazione del Consiglio regionale 3 ottobre 2017, n. 233 -35836, non sussistono prescrizioni che ostino alla fattibilità dell'intervento.

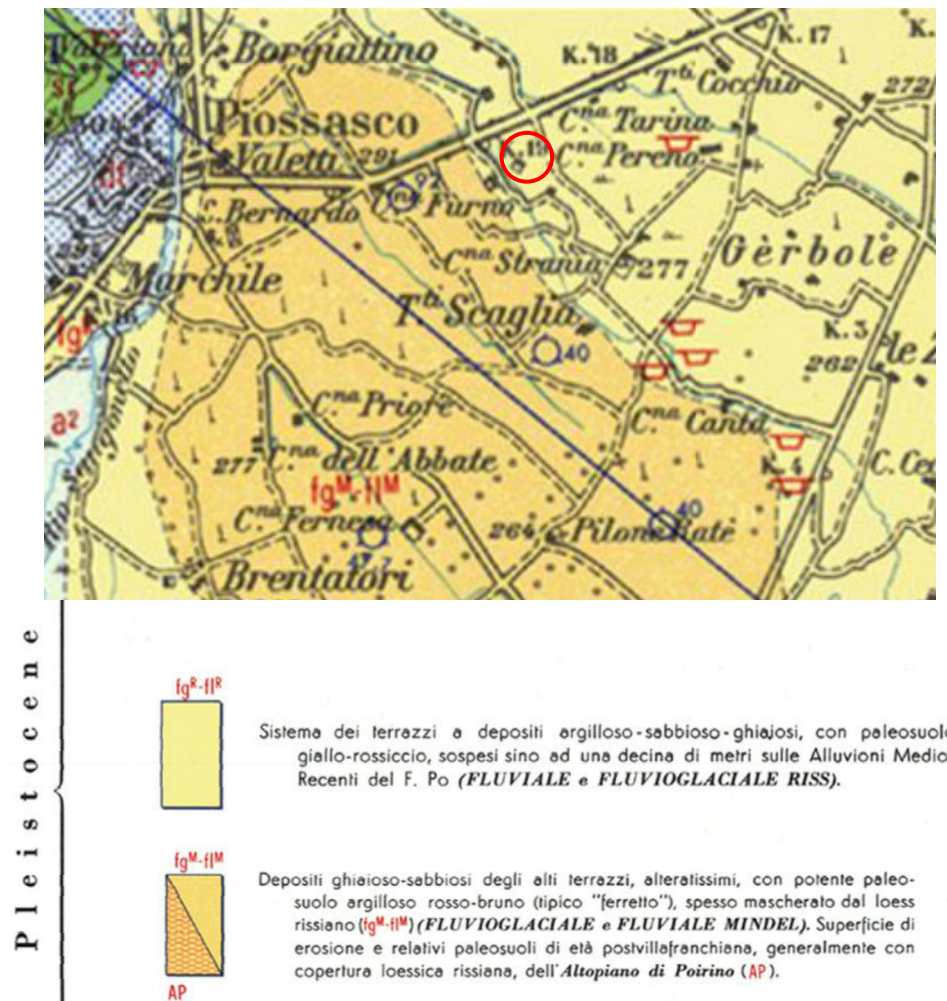
Sulla base della **D.G.R. n. 4-3084 del 12 dicembre 2011** "*D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010. Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese*" pubblicata sul B.U.R. n°50 del 15/12/11 il territorio comunale di Piossasco ricade in zona 3.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il sito in esame, localizzabile sulla Sezione n°173020 scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale della Regione Piemonte ad una quota media del piano campagna di m 280 s.l.m.m, si situa nella porzione nordorientale del territorio comunale del Comune di Piossasco, nel settore compreso tra via Tanaro a nord e via Garola ad ovest.

Dal punto di vista geomorfologico l'area d'intervento si colloca in corrispondenza della porzione centro-meridionale della Pianura Torinese, caratterizzata dalla coalescenza e dalle interdigitazioni tra i depositi di pertinenza del Fiume Po e quelli geneticamente correlabili all'evoluzione dei torrenti Chisola e Sangone. Il complesso assetto geomorfologico risultante trova espressione nell'area di indagine in una morfologia terrazzata e lievemente ondulata corrispondente al lembo relitto di superficie terrazzata che costituisce nell'areale torinese il livello fondamentale dell'alta pianura, distinta e sopraelevata dalle più recenti alluvioni che bordano il corso attuale dei fiumi.

In particolare il territorio comunale di Piossasco, posizionato allo sbocco vallivo della Val Sangone, si adagia in corrispondenza di un ampio settore sub-pianeggiante esteso in destra e sinistra idrografica del T. Sangone, solo localmente modellato da blande ondulazioni della superficie morfologica. Tale territorio è ascrivibile al Complesso di deposizione fluvio-glaciale pleistocenico rissiano così come riportato nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (F°56 Torino e F°68 Carmagnola) e nella relativamente più recente Carta Geo-Morfologica dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana alla scala 1:40.000 (1970, F. Petrucci). Si tratta di terreni a superficie piana o debolmente ondulata, sospesi di almeno 3/5 metri sul fondovalle attuale, costituiti prevalentemente da ghiaie poligeniche, con ciottoli a pezzatura ben gradata e subordinate sottili intercalazioni lenticolari sabbiose, \pm intensamente alterate negli orizzonti superficiali con presenza di paleosuolo rosso-bruno argillificato e potente copertura loessica.



Estratto da Foglio 68 "Carmagnola" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Verso il Torrente Sangone, procedendo in direzione di Beinasco, il limite di tali depositi è rappresentato da una breve scarpata o da un più esteso piano inclinato raccordantesi dolcemente con la sottostante superficie pianeggiante delle Alluvioni Antiche. Tali depositi costituiscono una stretta fascia circa parallela al Torrente Sangone, di poco sospesa sulla superficie delle più recenti e depresse Alluvioni Medio-Recenti che si estendono fino alla sponda dell'alveo attuale del corso d'acqua.

In corrispondenza dell'alto terrazzo rissiano affiorano a luoghi lembi relitti di più antichi depositi ghiaioso-sabbiosi ascrivibili al Mindel ricoperti da un potente paleosuolo e con scarsa copertura loessica, come quello su cui si localizza il concentrico abitativo principale di Piossasco: le cave, gli insediamenti industriali e più in generale l'urbanizzazione hanno gradualmente obliterato negli ultimi anni la morfologia "a dorso di cetaceo" dei lembi relitti mindeliani conferendogli l'aspetto pianeggiante attuale.

In linea generale i depositi del Fluvioglaciale Riss affioranti nell'area d'intervento sono prevalentemente costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose con ciottoli, talora con paleosuolo rosso-arancio più o meno sviluppato nelle porzioni più superficiali. A luoghi tali depositi sono mascherati da una coltre limoso-sabbiosa di colore nocciola con prevalente sfaldatura

prismatica, ascrivibile a fasi di sedimentazione eolica in un ambiente di steppa durante le fasi di ritiro glaciale (loess rissiano, Foglio 56 "Torino" - Carta Geologica d'Italia - scala 1:100.000).

In linea generale, l'analisi delle stratigrafie relative ad alcuni pozzi trivellati in zone contigue a quella in esame (cfr. Allegato 2 del PRGC vigente) confermano la presenza di ghiaia e ghiaia con sabbia almeno fino a 32,0 m cui seguono in profondità alternanze argillose e ghiaiose del Villafranchiano.

4. ASSETTO IDROGEOLOGICO TERRITORIALE

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico, dai dati disponibili in letteratura il sottosuolo della pianura torinese ospita una falda multistrato di tipo multiradiale complesso, il cui deflusso risulta essere condizionato dai locali corsi d'acqua principali (Po, Sangone, Dora Riparia, Stura di Lanzo) e dalle opere idrauliche ad essi collegate.

Dai dati disponibili in letteratura ed in base alla ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo il settore esaminato è caratterizzato da un potente materasso alluvionale ghiaioso-sabbioso, caratterizzato da una permeabilità piuttosto elevata, sebbene a piccola e media scala i sedimenti alluvionali possano presentare una notevole eterogeneità dal punto di vista granulometrico e/o dal grado di addensamento e cementazione che si ripercuote anche sulla permeabilità del mezzo attraversato.

Il Fiume Po costituisce il livello di base ricettore della falda acquifera, mentre i rapporti fra la falda ed i corsi d'acqua minori sono d'interscambio reciproco, variabili stagionalmente e talvolta anche tra la sponda destra e quella sinistra dei corsi d'acqua. Le linee di deflusso della falda sono orientate generalmente WNW - ESE, con andamento circa perpendicolare al Fiume Po.

Nel dettaglio secondo i più recenti studi effettuati dalla Provincia di Torino, nell'ambito della pianura torinese si possono riconoscere tre complessi idrogeologici caratterizzati da comportamento omogeneo e, in genere, idraulicamente ben separati. Partendo dalla superficie topografica si possono distinguere:

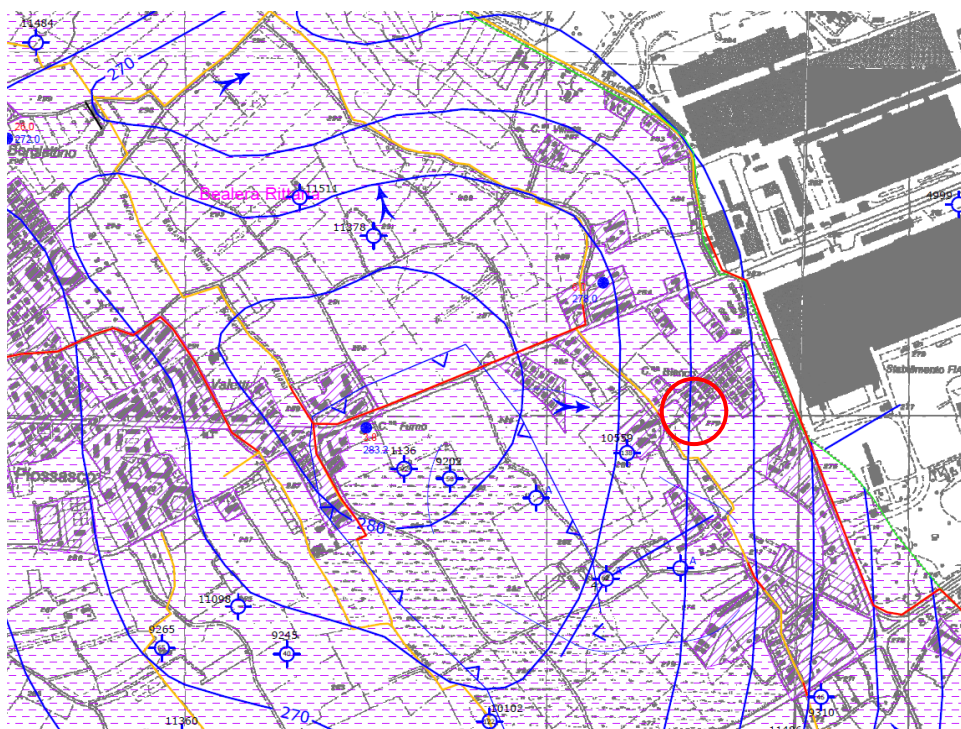
- Complesso Superficiale costituito dai depositi continentali fluviali olocenici e fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-superiore, consistenti prevalentemente in ghiaie sabbiose e sabbie talora con subordinate intercalazioni limoso-argillose. Trattasi di materiali molto permeabili distribuiti lungo superfici terrazzate di età differente: i termini più antichi, altimetricamente più elevati, presentano in superficie un paleosuolo argilloso che, ove conservato, garantisce una certa protezione alle falde idriche sottostanti riducendo la possibilità di infiltrazioni; i termini più recenti presentano una alterazione superficiale meno spinta e sono pertanto maggiormente vulnerabili. Questo insieme di depositi di origine fluviale e fluvioglaciale costituisce il cosiddetto acquifero superficiale che ospita una falda idrica a superficie libera.
- Complesso Villafranchiano costituito da depositi di età compresa tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore, con alternanze di sedimenti fluviali (ghiaie e sabbie) e di ambiente lacustre-palustre (limi e argille con frequenti intercalazioni di livelli ricchi di sostanza

organica vegetale o francamente torbosi). Il complesso Villafranchiano, di spessore molto variabile, ospita all'interno dei livelli più grossolani e permeabili di origine fluviale varie falde idriche in pressione, confinate dai livelli limoso-argillosi di origine palustre-lacustre: tale sistema multifalde in pressione, ciascuna generalmente ben separata dalle altre e dalla falda superficiale, rappresenta la riserva idrica più sfruttata e redditizia della Pianura Torinese. Solo nel settore perialpino le differenti falde tendono a collegarsi tra di loro e con la falda superficiale, formando un acquifero praticamente indifferenziato: in questo settore, costituente la zona di ricarica del sistema, sono da ricercarsi generalmente le maggiori criticità per la salvaguardia della qualità delle acque sotterranee profonde.

- Complesso Pliocenico caratterizzato da litotipi di origine marina che spaziano dalle sabbie alle argille, con predominanza di depositi più grossolani verso i margini alpino e collinare e di depositi fini verso la zona assiale della pianura. Tali alternanze consentono la formazione di falde idriche confinate con buona produttività entro gli acquiferi prevalentemente sabbiosi.

In base alla ricostruzione dell'andamento delle isopieze effettuata coi i dati in possesso dello scrivente, la falda nell'area in esame è drenata in parte dal T. Chisola e, in maniera più rilevante, dal F. Po con disposizione prevalente delle isopiezometriche parallelamente allo stesso.

Sulla base di quanto riportato nella "Carta geoidrologica" a corredo del PRGC vigente e nella "Carta piezometrica della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte alla scala 1:250.000" la soggiacenza attesa nel sito di previsto intervento si attesta a c.ca 8÷11 m dal p.c. attuale.



Estratto non in scala della "Carta geoidrologica" a supporto del P.R.G.C. vigente.

Per quanto concerne l'idrografia superficiale, l'area normativa oggetto di indagine interessata sul lato occidentale da un canale irriguo parzialmente intubato (indicato nella cartografia di Piano come rio Ribricco), comportante fasce di inedificabilità pari a 25 m per sponda. L'alveo, risultato asciutto alla data dei sopralluoghi, corre nel tratto in esame con andamento circa rettilineo con sponde e fondo naturali solo a tratti ricoperti da ciottolame sciolto di pezzatura media decimetrica: la sponda sinistra, almeno nel tratto a monte dell'attraversamento stradale, è rilevata rispetto a quella destra, sulla quale sussiste una lieve arginatura sottolineata da un filare di alberi ad alto fusto. L'imbocco del tratto to tominato – in corrispondenza dell'attraversamento stradale – è protetto da una paratoia a ghigliottina in lamiera.

La presenza di depositi superficiali limosi, talora con aliquota argillosa apprezzabile – comporta localmente la formazione di ristagni correlati a ruscellamento areale diffuso delle acque di precipitazione, specie in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati.

Come anticipato, l'intera area di intervento risulta infine associata ad un dissesto areale con intensità/frequenza medio-moderata (EmA); per le norme specifiche si rimanda a quanto precedentemente dettagliato nel Capitolo 2 e per le considerazioni idrauliche allo specifico capitolo nel seguito.

5. CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO DEL SITO D'INTERVENTO

5.1 Piano delle indagini eseguito

Come precedentemente accennato, per la definizione del modello stratigrafico e geotecnico di dettaglio dell'area indagata è stata eseguita in sito una specifica campagna d'indagine geognostica espletata mediante:

- n°8 saggi geognostici con escavatore meccanico gommato a benna rovescia, spinti fino a circa 2,5 m di profondità dal p.c. attuale per l'osservazione diretta del sedime. Tali indagini sono state distribuite omogeneamente sull'area di intervento, all'esterno del perimetro dei fabbricati in progetto al fine di non perturbare il sedime di imposta delle strutture fondazionali. Nel dettaglio, la distribuzione dei saggi effettuata rispecchia il seguente schema:
 - saggi P1 e P8 eseguiti rispettivamente nel settore occidentale ed orientale del LOTTO 1, altimetricamente rilevato rispetto alle aree di intervento circostanti;
 - saggio P2 realizzato nella porzione centrale dell'area in dismissione destinata a verde pubblico situata immediatamente ad ovest del Rio Ribrocco;
 - saggio P3 eseguito nel settore centrale del Lotto 2;
 - saggi P4 e P6 localizzati rispettivamente in corrispondenza dei margini occidentale ed orientale del Lotto 4;
 - saggio P5 ubicato in corrispondenza delle autorimesse private previste all'interno del Lotto 3;

- saggio P7 eseguito nel settore nordorientale del Lotto 5.
- n°4 prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro medio-leggero tipo PAGANI DPM 20-30 a massa battente da 30 kg, altezza di caduta 0,2 m, area di base punta conica 10 cmq e angolo di apertura 60°. La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica (angolo di apertura = 60°) posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste; l'infissione avviene per battuta, facendo cadere da un'altezza di 0,2 m un maglio di peso pari a 30 kg e contando i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 0,10 m (N_{10}). Tali prove sono state eseguite all'interno del Lotto 1 lungo gli assi principali dei due fabbricati in progetto (orientati NE-SW), al fine di definire con maggior dettaglio le variazioni di potenza della coltre superficiale che – come verrà dettagliato nel seguito – in tale settore sono risultate estremamente marcate pur in un ambito territoriale ristretto e fornirne una corretta caratterizzazione geotecnica.

Per l'esatta ubicazione delle indagini geognostiche eseguite si rimanda alla specifica tavola allegata a fondo testo.

5.2 Stratigrafia di dettaglio dell'area di intervento

Dal punto di vista stratigrafico, il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio e le indagini effettuate hanno consentito una prima ricostruzione della stratigrafia superficiale attesa lungo tutta l'area di intervento.

La stratigrafia superficiale risulta costituita da:

da p.c. a $-0,3 \div -2,2$ m c.ca: al di sotto di una sottile coltre di terreno vegetale, orizzonte limoso-argilloso debolmente sabbioso di colore rosso-arancio caratterizzato da un certo grado di plasticità, con raro scheletro clastico alterato e pseudogleys (saggi P1 e P8, Lotto 1) e/o limoso-sabbioso poco addensato di colore nocciola-ocraceo con sporadici ciottoli (saggi P2, P3, P4, P5, P6 e P7). Tale orizzonte risulta caratterizzato da spessori estremamente variabili, in particolare nel lotto ubicato all'estremità NW della suddetta area che, come già descritto in precedenza, risulta altimetricamente più rilevato rispetto alle restanti porzioni dell'ambito indagato, con dislivello complessivo di c.ca $1 \div 2$ m.

oltre $-0,3 \div -2,2$ m c.ca: ghiaie e ghiaie sabbiose poligeniche con ciottoli e blocchi, organizzate in struttura in prevalenza "clast supported", nel complesso ben addensate e, a luoghi, cementate. Clasti generalmente ben arrotondati, a morfologia da subsferica a tabulare, talora alterati e/o ricoperti da patine di argillificazione nei livelli più superficiali; matrice da limoso-argillosa debolmente

sabbiosa di colore rosso-arancio (saggi P1 e P8, Lotto 1) a limoso-sabbiosa di colore nocciola-ocraceo (saggi P2, P3, P4, P5 e P6) o sabbiosa grossolana di colore grigio-nocciola (saggio P7). Nel complesso, l'orizzonte ghiaioso nel suo insieme presenta un buon grado di addensamento.

6. RAPPORTO GEOTECNICO

6.1 Caratterizzazione geotecnica preliminare del sedime

Sulla base delle osservazioni di campagna e dei risultati delle prove penetrometriche effettuate, tenuto conto delle indicazioni della letteratura specifica, si è proceduto ad una parametrizzazione geotecnica degli orizzonti costituenti la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla realizzazione delle opere in progetto. Si è ritenuto corretto definire "una stratigrafia geotecnica" cercando di individuare materiali con comportamento meccanico simile e di utilizzare per essi parametri rappresentativi di una situazione "media" e piuttosto conservativa: la parametrizzazione è stata condotta adottando le correlazioni esistenti in letteratura specifica fra N_{SPT} e densità relativa (Dr) [Gibbs e Holtz, 1957], fra angolo di attrito (ϕ') e densità relativa (Dr) [Schmertmann, 1977].

L'assetto stratigrafico è caratterizzato dalla presenza di un orizzonte superficiale costituito da una coltre limoso-sabbiosa e/o limoso-argillosa con scadente valenza geotecnica (ORIZZONTE 1). Come evidenziato nel paragrafo precedente, lo spessore di tale orizzonte – variabile tra 0,3÷2,2 m dal p.c. attuale – risulta estremamente discontinuo già alla scala dell'area in esame: in particolare, le maggiori eterogeneità sono state riscontrate nel lotto ubicato all'estremità nordoccidentale del sito (saggi P1 e P8 e prove penetrometriche DPM 1÷4, come da planimetria allegata a fondo testo), all'interno del quale la profondità della superficie basale del suddetto orizzonte – ivi costituito da limi-argillosi plastici di colore rosso-arancio – varia tra -0,5 e -2,2 m dal p.c., aumentando progressivamente in direzione c.ca NE-SW. Tale orizzonte è geotecnicamente caratterizzabile attraverso i seguenti parametri medi:

γ_n	=	peso di volume naturale = 18,0 kN/m ³
c'	=	coesione efficace = 0,0 kPa
N'	=	4÷5 colpi/piede
ϕ'_p	=	resistenza al taglio di picco = 28°
ϕ'_{cv}	=	resistenza al taglio a volume costante = 25°

Per quanto concerne il sottostante orizzonte ghiaioso e/o ghiaioso-sabbioso più o meno alterato nella porzione più superficiale (ORIZZONTE 2), affiorante a partire da profondità di 0,3÷2,2 m dal p.c. e che offre il rifiuto all'avanzamento della punta penetrometrica, la definizione dei parametri geotecnici rappresentativi è stata condotta sulla base delle correlazioni suggerite dalla letteratura tecnica specifica.

L'angolo di resistenza al taglio di picco è stato stimato mediante le correlazioni e i valori forniti da numerosi autori: in particolare *Leonards* (1962) propone, per terreni con percentuale

di ghiaia fino al 65% e densità relativa media, dei valori compresi tra 37° e 41°, mentre *Lambe & Whitman* (1969), per sabbie e ghiaie con densità media, suggeriscono un campo di valori compresi tra 36° e 42°. È possibile quindi ritenere rappresentativo per il deposito in oggetto (orizzonte ghiaioso) un valore di 38°, tenendo conto anche della presenza di livelli maggiormente sabbiosi.

Analogamente si può definire il valore di resistenza al taglio a volume costante (ϕ_{cv}), parametro che descrive il comportamento dei terreni granulari alle elevate deformazioni, in cui si ha l'assenza di variazioni di volume ed una resistenza disponibile corrispondente allo stato critico (LANCELLOTTA, 1987). *Lambe & Whitman* propongono per tale parametro dei valori compresi tra 32° e 36°: mediamente, tenuto conto delle locali variazioni di addensamento, si assumerà $\phi_{cv} = 34^\circ$. Trattandosi di terreni ghiaioso-sabbiosi con ciottoli si assumerà cautelativamente un valore nullo della coesione. Il valore del modulo elastico di Young può essere ricavato indirettamente mediante le correlazioni e gli abachi riassunti da Denver (1982); il coefficiente di Poisson può essere assunto pari a $\nu = 0,30$. Infine il peso di volume può essere valutato sulla base delle correlazioni proposte dal *NAVFAC* (1971), che per terreni di questa granulometria permette di stimare un valore di 20 kN/m³.

L'ORIZZONTE 2 è stato pertanto caratterizzato nel seguente modo:

γ_n	=	peso di volume naturale = 20,0 kN/m ³
c'	=	coesione efficace = 0,00 kPa
ϕ'_p	=	resistenza al taglio di picco = 38°
ϕ'_{cv}	=	resistenza al taglio a volume costante = 34°
E	=	modulo di Young = 500 kg/cm ²
ν	=	coefficiente di Poisson = 0,30

6.2 Caratterizzazione sismica del sedime

Come anticipato, il piano di indagini ha previsto la realizzazione di una prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) finalizzata ad ottenere i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (V_{seq}), parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli secondo il D.M. 17/01/18, e una prospezione sismica passiva con il metodo HVSR di Nakamura: si illustrano nel seguito le metodologie adottate ed i risultati ottenuti.

PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA MASW

Cenni teorici sull'analisi multicanale delle onde superficiali (MASW)

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga: questa proprietà si chiama dispersione.

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

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

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

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

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

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

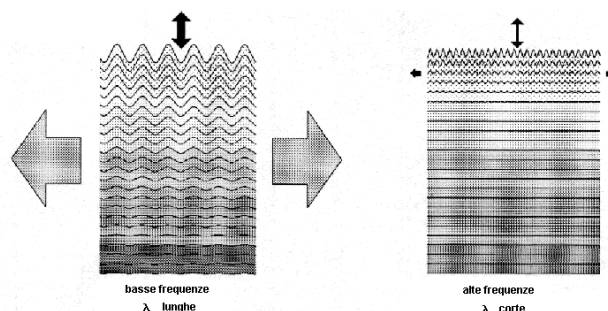
Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

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

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

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. È anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma: in questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.



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

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

Strumentazione utilizzata e stendimento effettuato

L'acquisizione è stata effettuata con un sismografo EEG BR24 dotato di convertitore analogico/digitale integrato con un computer portatile su cui è installato un apposito programma che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4,5 Hz con distorsione inferiore allo 0,2%.

L'energizzazione è stata ottenuta con massa battente da 4 Kg su piastra metallica in alluminio; per l'innesco (trigger) si è utilizzato uno "shock sensor" collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo.

Per l'acquisizione dei dati di campo è stato realizzato uno stendimento geofonico di lunghezza pari a 46 m, posizionando n°24 geofoni con un interasse di 2 m. Sono stati individuati 2 punti di energizzazione all'estremità dello stendimento, distanti rispettivamente 2 m e 10 m dall'estremità dello stesso.

Per ogni punto di energizzazione sono stati generati almeno 6 impulsi sismici.

Risultati dell'indagine MASW

In allegato a fondo testo sono riportati i risultati della prova MASW: nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica, al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente. Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione Vs (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde).

Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{densità} = 1,5 + V_s/1000$$

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

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

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità. Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di Vs progressiva: dalla curva si può quindi ricavare il valore di Vs₁₀, Vs₂₀ e così via, e quindi anche il valore di Vs₃₀, quest'ultimo ovviamente alla profondità di 30 m.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro Vs₃₀ calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

$$V_{s,eq} = H / [(\sum_{i=1, N} h_i / V_i)]$$

Dove H è la profondità del substrato sismico (Vs>800 m/s), hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti fino al substrato sismico. Per depositi, tuttavia, con profondità H del substrato superiore a 30 m, la Vs,eq è definita dal parametro Vs,30 ottenuto ponendo H=30 m nell'espressione generale.

Come illustrato nella suddetta tavola a fondo testo, il valore di **Vs,eq** ottenuto tramite la prova MASW effettuata è risultato pari a **416 m/s** a partire dal piano campagna.

In riferimento al D.M. 17 Gennaio 2018 "*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*", la suddetta stratigrafia, le caratteristiche geotecniche e i risultati dell'indagine sismica di tipo MASW condotta sull'area in esame, consentono di inquadrare il sedime nell'ambito della **categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione di tipo B** "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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*".

Nei paragrafi seguenti si è proceduto ad inserire i fattori correttivi per l'azione sismica, tenendo in considerazione la "pericolosità sismica di base" del sito in esame: la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Considerato che l'area in esame è posta in Zona 3 della **D.G.R. n. 4-3084 del 12 dicembre 2011**, con categoria topografica T1 e sottosuolo di categoria B, i parametri da introdurre nei calcoli - considerando lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) - sono i seguenti:

- a_g = accel. orizz. max attesa su sito di riferimento rigido = 0,086g
- S_s = amplificazione stratigrafica = 1,20
- S_t = amplificazione topografica = 1,00
- a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito = 1,009 m/s²
- β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0,200
- K_h = coefficiente per le azioni sismiche orizzontali = 0,021
- K_v = coefficiente per le azioni sismiche verticali = 0,010

6.3 Valutazione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione non risulta necessaria in quanto – con riferimento al punto 1 dell'art. 7.11.3.4.2 "Esclusione dalla verifica a liquefazione" del D.M. 17 Gennaio 2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*" – l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1 g.

6.4 Tipologie fondazionali e capacità portante

Il progetto di P.E.C. contempla la realizzazione di fabbricati residenziali composti da uno o due piani f.t. e privi di locali interrati e/o seminterrati.

Come esposto in precedenza, la ricostruzione stratigrafica e la parametrizzazione geotecnica hanno evidenziato la presenza di un primo orizzonte poco addensato e compressibile (ORIZZONTE 1) affiorante fino a circa -0,3÷2,2 m dal p.c.; oltre tale profondità sussiste un orizzonte ghiaioso-sabbioso (ORIZZONTE 2) con caratterizzato da un grado di addensamento elevato.

Stante la mediocre valenza geotecnica dell'orizzonte superficiale si impone il raggiungimento dell'ORIZZONTE 2 quale sedime d'imposta delle strutture fondazionali; tale configurazione potrà essere perseguita mediante soluzioni fondazionali di tipo diretto, prevedendo un approfondimento mediante pozzi di fondazione gettati in opera in corrispondenza dei settori laddove l'orizzonte ghiaioso non dovesse affiorare già sul fondo scavo di preparazione al getto

delle strutture (come atteso in parte del Lotto 1 ubicato all'estremità nordoccidentale dell'area di intervento, dove le risultanze delle indagini geognostiche condotte hanno evidenziato spessori della coltre superficiale variabili tra 0,5 e 2,2 m).

Si è proceduto nel seguito alla verifica di fondazioni dirette continue di tipo **nastriiforme** di lato $B = 0,8 \div 1,2$ m e di lunghezza $L > B$ e di tipo **platea** immorsate entro l'ORIZZONTE 2, ad una profondità indicativa di 1 m dal p.c..

La valutazione preliminare della capacità portante limite ed ammissibile del terreno è stata verificata utilizzando il metodo di verifica ex **D.M. 17/01/2018** nei confronti degli **stati limite ultimi (SLU)**, introducendo i fattori correttivi per l'**azione sismica**.

In particolare è stato utilizzato l'**Approccio 2 (A1+M1+R3)** in cui la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti γ_R del gruppo R3; le azioni di progetto in fondazione derivano da analisi strutturali che devono essere svolte impiegando i coefficienti parziali del gruppo A1.

In mancanza d'indicazioni sulle azioni di progetto, si è proceduto al calcolo della capacità portante del terreno: si evidenzia quindi che le azioni di progetto E_d [la cui definizione è demandata al progettista] dovranno risultare inferiori alle capacità portanti ridotte dai relativi fattori di sicurezza R (ed indicate nel seguito come R_d). Si è inoltre proceduto ad inserire nei calcoli i fattori correttivi per l'azione sismica, come precedentemente definiti.

I calcoli sono stati effettuati utilizzando il software LOADCAP[®] della Geostru: trattasi di un software per il calcolo del carico limite di fondazione su terreni sciolti secondo Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic e Brinch-Hansen e per il calcolo dei cedimenti con il loro decorso nel tempo. Il programma permette inoltre l'analisi in condizioni sismiche utilizzando le correzioni sismiche secondo Vesic e Sano.

Le verifiche sono state fatte adottando la soluzione di *BRINCH - HANSEN [1970]*; affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

dove V_d è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa, mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2(45 + \phi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1,5(N_q - 1) \tan \phi'$$

s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma:

$$s_q = 1 + (B'/L') \sin \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \tan \phi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

i_q e i_c sono i fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a L'

$$i_q = i = 1 - H / (V + A' c' \cot \phi')$$

$$i_c = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$$

i_q , i_c e i_γ sono i fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = [1 - 0,7H / (V + A' c' \cot \phi')]^3$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A' c' \cot \phi')]^3$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

Infine, per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione del q_{lim} vengono introdotti i fattori correttivi z di Paolucci e Pecker:

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{\tan \phi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

dove k_h è il coefficiente sismico orizzontale.

Le verifiche effettuate utilizzando il metodo precedentemente descritto hanno fornito i valori R_d per la verifica allo stato limite ultimo (SLU) riportati nella tabella seguente.

P.F. -1,0 m dal p.c.	Approccio 2		Coeff. di sottofondo k Winkler (kg/cm ³)
	$Q_{lim.}$ (kg/cm ²)	R_d (kg/cm ²)	
	M1	M1+R3	
nastriforme $B = 0,8$ m	9,77	4,25	3,91
nastriforme $B = 1,2$ m	11,85	5,15	4,74
platea 10×45	60,37	26,25	24,15

Come già anticipato, le azioni di progetto E_d (ridotte dai relativi coefficienti del gruppo A) dovranno risultare inferiori ai valori di R_d sopra indicati.

I valori di R_d ottenuti non possono inoltre essere considerati pari alla pressione ammissibile poiché occorre effettuare anche la verifica nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

La verifica nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE) è stata eseguita con il medesimo programma, utilizzando il metodo di calcolo di *BURLAND e BURBIDGE* [1984].

Il programma infatti permette, qualora si disponga di dati ottenuti da prove penetrometriche dinamiche, di effettuare il calcolo dei cedimenti con il metodo di Burland e Burbidge (1985), nel

quale viene correlato un indice di compressibilità I_c al risultato N della prova penetrometrica dinamica. L'espressione del cedimento proposta dai due autori è la seguente:

$$S = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{v0} \cdot B^{0.7} \cdot I_c / 3 + (q' - \sigma'_{v0}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c \right]$$

nella quale:

q' = pressione efficace lorda;

σ'_{v0} = tensione verticale efficace alla quota d'imposta della fondazione;

B = larghezza della fondazione;

I_c = indice di compressibilità;

f_s, f_H, f_t = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e del tempo, per la componente viscosa.

L'indice di compressibilità I_c è legato al valore medio N_{AV} di N_{SPT} all'interno di una profondità significativa z :

$$I_c = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}}$$

Le espressioni dei fattori correttivi f_s, f_H ed f_t sono rispettivamente:

$$f_s = \left(\frac{1.25 \cdot L / B}{L / B + 0.25} \right)^2$$

$$f_H = \frac{H}{z_i} \left(2 - \frac{H}{z_i} \right)$$

$$f_t = \left(1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right)$$

con:

t = tempo in anni > 3 ;

R_3 = costante pari a 0,3 per carichi statici e 0,7 per carichi dinamici;

R = 0,2 nel caso di carichi statici e 0,8 per carichi dinamici.

Nei calcoli dei cedimenti è stato utilizzato un valore di N_{AV} , che rappresenta la media "conservativa" dei valori N_{SPT} all'interno della profondità significativa z (funzione del lato della fondazione), cautelativamente pari a = 15 colpi/piede che tiene conto della possibile presenza localizzata di lenti sabbioso-ghiaiose relativamente meno addensate.

Per contenere i cedimenti differenziali su valori accettabili per la stabilità della struttura, si è imposto un cedimento massimo ammissibile nell'immediato (S_{imm}) e dopo 15 anni dall'applicazione del carico (S_{max}) inferiore a 25 mm per le fondazioni nastriformi e a 30 mm per le platee. La verifica ha fornito i seguenti valori limite dell'effetto delle azioni C_d (portata ammissibile ai cedimenti):

PORTANZA AMMISSIBILE VERIFICATA AI CEDIMENTI (SLE)

Tipologia fondazionale	S _{imm} (mm)	S _{max} (mm)	Cd (kg/cm²)
nastriforme B = 0,8 m	16,39	24,59	3,5
nastriforme B = 1,2 m	16,30	24,45	2,7
platea 10 x 45	18,044	27,07	0,8

Le azioni di progetto Ed (ridotte dai relativi coefficienti del gruppo A) dovranno pertanto risultare inferiori ai valori di Cd sopra indicati.

7. STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO E DELL'INSIEME OPERA-TERRENO

Non essendo ad oggi in progetto piani interrati, gli unici scavi prevedibili saranno quelli relativi alla posa delle strutture di fondazione in corrispondenza del sedime prescritto. Trattasi di scavi a sezione obbligata prevalentemente dell'ordine del metro, fatti salvi i locali approfondimenti previsti fino a c.ca 2,2 m entro il Lotto 1 ubicato all'estremità nordoccidentale dell'area: ivi, per profondità di scavo superiore a 1,5 m di altezza, gli spazi a disposizione ed il contesto pianeggiante consentiranno l'adozione di fronti di scavo liberi purchè sagomati con un angolo di scarpa non superiore a 35°; fronti di scavo con inclinazioni superiori richiederanno inderogabilmente l'adozione di adeguate opere provvisorie.

Si demanda in ogni caso alla specifica relazione geologica e geotecnica a corredo del singolo titolo edilizio la conferma puntuale delle ipotesi di progetto e le eventuali verifiche di stabilità, laddove risultassero necessarie.

Non si ritiene infine necessario provvedere ad una verifica analitica dell'insieme opere-terreno stante il contesto pianeggiante d'intervento e l'assenza di soluzioni di continuità morfologica.

8. GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E IPOGEE

Come descritto in precedenza, la falda freatica nel sito di previsto intervento è attesa ad una profondità di circa 8÷11 m dal p.c. attuale in condizioni di regime idrogeologico ordinario con possibili risalite in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, a profondità comunque non interferenti con i locali interrati in progetto: tuttavia, stante la granulometria del sedime affiorante non si possono escludere fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche e/o di ristagno superficiale nei primi metri di sottosuolo. Si potranno quindi adottare gli usuali metodi di impermeabilizzazione e di drenaggio della soletta di fondazione e di eventuali paramenti contro terra. I muri di sostegno e/o recinzione dovranno essere adeguatamente drenati.

Tutte le aree impermeabilizzate di neoformazione quali piazzali, aree di sosta e manovra dovranno essere dotate di una rete di raccolta delle acque meteoriche con griglie e caditoie; verranno inoltre realizzati opportuni sistemi di drenaggio e allontanamento delle acque di modesto allagamento occasionalmente provenienti a seguito dei fenomeni di criticità della rete idrografica secondaria.

I pluviali ricadenti all'interno del sito di intervento e sulle aree impermeabilizzate di neoformazione dovranno essere adeguatamente raccolti e smaltiti in un idoneo recettore.

9. OPERE DI URBANIZZAZIONE

Come esposto in precedenza, le urbanizzazioni primarie previste comprendono le opere di sistemazione del suolo per renderlo idoneo ai nuovi insediamenti, le necessarie opere di allacciamento alle reti infrastrutturali esistenti e funzionali e la realizzazione della viabilità interna, di collegamento e di parcheggi.

Per quanto riguarda la realizzazione della viabilità e delle aree parcheggio si dovrà porre particolare attenzione all'adeguata preparazione del piano di posa: previo scotico del suolo vegetale, la superficie di appoggio dovrà pertanto essere adeguatamente costipata e preferibilmente rivestita da uno strato di geotessile prima della stesa della fondazione della pavimentazione stradale.

Per il raggiungimento di un adeguato grado di addensamento, il sottofondo del rilevato stradale, realizzato con "misto naturale" oppure "frantumato riciclato", dovrà essere steso e compattato fino a raggiungere una riduzione volumetrica $\leq 10\%$ rispetto al soffice: nel dettaglio, il terreno dovrà essere innaffiato se secco e posato per strati di spessore non superiore a 0,3 m al soffice, da compattare singolarmente mediante cilindratura, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Per incrementare ulteriormente le caratteristiche geotecniche potrà eventualmente essere incluso nello strato di fondazione delle pavimentazioni stradali una geogriglia bi-orientata o geogriglie tridimensionali: tale semplice accorgimento ha la duplice funzionalità di facilitare il drenaggio delle acque e di limitare efficacemente le deformazioni orizzontali del terreno, evitando cedimenti dovuti al punzonamento e a rotture generali e/o locali con un indubbio aumento della capacità portante associato ad una miglior distribuzione areale dei carichi.

10. VERIFICA DI FATTIBILITÀ IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

Come illustrato precedentemente, nella CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA degli elaborati geologici a supporto del P.R.G.C. del Comune di Piosasco (TO) l'area in esame risulta nella quasi totalità ascritta alla **Classe IIa** indicata come: *"Porzioni di territorio in condizioni di moderata pericolosità geomorfologica. Gli interventi sia pubblici sia privati sono di norma consentiti nel rispetto delle norme tecniche generali e dei criteri geoapplicativi particolari individuati per le singole aree ed esplicitati nelle Norme di Attuazione"*.

Nel settore occidentale dell'area indagata sussiste inoltre una perimetrazione in **Classe IIIa** definita come *"Porzioni di territorio inedificate, caratterizzate da condizioni geomorfologiche e*

idrogeologiche che le rendono inidonee agli insediamenti. È consentita la realizzazione di opere infrastrutturali di interesse pubblico, secondo quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77. All'interno delle Fasce Fluviali stabilite dal P.A.I. sono consentiti gli interventi previsti dalle relative Norme di Attuazione", corrispondente alle aree di pertinenza del Rio Ribrocco che lambisce e attraversa – in parte intubato ed in parte a cielo aperto – il sito in esame; tali fasce di rispetto risultano pari a 25 m per sponda.

Si sottolinea che i fabbricati in progetto inisteranno esclusivamente su ambiti ascritti alla Classe IIb.

Nella scheda n°4 per l'area normativa Rn4b della "Relazione geologico-tecnica sulle aree di nuovo insediamento" del PRGC a cura del dott. geol. Almo Olmi, l'area è così descritta:

"Condizioni idrogeologiche.

L'area è lambita ed attraversata su lato O da un canale irriguo parzialmente intubato. L'area è interessata dal ruscellamento areale prodotto dai soli afflussi meteorici diretti. Allo stato naturale, l'area presenta una ridotta capacità d'infiltrazione idrica, correlata alla scarsa permeabilità dei terreni di copertura.

Pericolosità geomorfologia e idoneità all'utilizzazione urbanistica (Circ. 7/LAP/96).

Area soggetta a fenomeni alluvionali correlati al reticolato minore di energia da media a moderata, perciò inclusa nella classe IIa."

Gli aspetti prescrittivi per l'edificazione nell'area normativa "Rn4b" sono pertanto i seguenti:

"Sulla base di verifiche idrauliche, gli interventi devono conformarsi ai seguenti criteri:

- i fabbricati e la viabilità interna devono essere disposti limitando la lunghezza degli allineamenti nel senso di scorrimento delle acque;*
- i singoli fabbricati devono essere disposti limitando la lunghezza delle strutture trasversali alla corrente principale;*
- è vietata la realizzazione di locali interrati o seminterrati abitabili;*
- i piani abitabili ed i piani destinati ad ospitare impianti tecnologici o depositi di materiali devono essere realizzati in sopraelevazione rispetto al massimo livello di piena prevedibile;*
- gli accessi ai locali interrati o seminterrati devono essere disposti lungo i lati sotto corrente degli edifici e dotati di sistemi idraulici di sbarramento, come ad es. soglie o chiusure a tenuta stagna;*
- il deflusso/assorbimento delle acque d'esondazione dev'essere per quanto possibile agevolato, evitando quegli interventi che possono formare accumuli di acque e/o depositi alluvionali, come ad esempio le opere di recinzione chiuse.*

Sulla base della perimetrazione in classe di pericolosità EmA riportata sull'elaborato di sintesi della pericolosità geomorfologica e alla luce dei sopralluoghi effettuati, i sopraevidenziati apporti di acque di esondazione risultano provenire in gran parte dalla zona di suddivisione delle acque di pertinenza del comune di Bruino tra la Bealera del Dois, la Bealera Rittana e il Rio Ribrocco, a circa 2,5 km in direzione NW rispetto all'area in esame in località Borgiattino. Suddette acque,

considerando la morfologia terrazzata lievemente pendente verso SE del pianalto principale su cui ricade anche l'area in esame, tendono a fluire in tale direzione verso il confine con il Comune di Rivalta di Torino, demarcato dalla Bealera di Rivetto; parte delle acque afferisce, alla rete di canali esistenti (vedasio rio Ribrocco, laddove non limitata dalle relative arginature spondali,) seguendo le ondulazioni del terrazzo principale e le superfici dei terrazzi secondari.

In linea generale, pertanto, il bacino di espansione delle acque di esondazione a bassa energia (EmA) risulta estremamente ampio rispetto all'area puntuale oggetto di P.E.C., coinvolta a causa della posizione geomorfologica più che per dinamica esondativa diretta da parte del rio Ribrocco che la interseca: in merito si sottolinea che, tenuto conto della direzione di deflusso delle acque, il Rio Ribrocco riveste almeno in parte (laddove non intubato) una funzione di collettore drenante per le aree interessate.

Ciò premesso si rileva che:

- i fabbricati previsti sui Lotti 3, 4 e 5 sono posti idraulicamente a valle idrogeologico della zona edificata principale della borgata esistente, così come gli stabili previsti sul Lotto 1 a valle di tre fabbricati residenziali. In tali ambiti, pertanto, l'orientazione dei nuovi corpi fabbrica non riveste una particolare rilevanza nei confronti della direzione delle acque (peraltro a bassa energia, stante la ascrizione alla classe IIa di idoneità all'utilizzazione urbanistica), considerate le perturbazioni e gli "sbarramenti" già sussistenti nei settori idrogeologicamente immediatamente a monte nonché gli ampi spazi previsti tra i nuovi corpi fabbrica.
- Per quanto riguarda il Lotto 6 ed in particolare il Lotto 2, il quale si colloca in prossimità del limite della fascia di pertinenza in sponda sinistra del Rio Ribrocco, i fabbricati previsti in tali lotti risultano orientati circa parallelamente al senso di deflusso delle acque, non costituendo di fatto un ostacolo in caso di fenomeni di esondazione, considerata anche la disposizione (e le quote di progetto) della viabilità interna al PEC che, nel caso, potrà fungere da direttrice di deflusso.
- Alla luce delle prescrizioni di Piano sulla suddetta area, si evidenzia che la quota di spiccatto del primo piano abitabile di ogni fabbricato previsto risulta – come da indicazioni di progetto – rilevata rispetto al piano campagna attuale secondo il seguente schema:
 - LOTTO 1: su tale lotto è prevista la realizzazione di due edifici residenziali trifamiliari costituiti da un piano fuori terra ed un sottotetto non abitabile, con quota di spiccatto del primo piano abitabile posta a c.ca +1,15 m rispetto alla quota del p.c. attuale.
 - LOTTI 2, 3, 4, 5: su tali lotti è prevista la realizzazione di fabbricati bifamiliari comprendenti un piano fuori terra ed un sottotetto non abitabile, nonché di un basso fabbricato ad uso autorimessa all'interno del Lotto 3. In corrispondenza dei suddetti edifici è previsto un innalzamento del piano campagna (e

conseguentemente della quota del primo piano abitabile/agibile) compreso tra un minimo +0,50 e un massimo di +1,20 m rispetto alla quota del p.c. attuale.

- LOTTO 6: localizzato all'estremità NW dell'area; su tale lotto è prevista la realizzazione di una palazzina residenziale a due piani fuori terra ed un sottotetto non abitabile. In corrispondenza del suddetto fabbricato è previsto un innalzamento di c.ca 0,45 m rispetto al p.c. attuale.

Suddette quote di progetto sono da ritenersi del tutto compatibili con la piena di riferimento attesa in un ambito in Classe IIa interessato da una pericolosità di esondazione medio-moderata la quale, come delineato nel Cap. 1.10.1. della D.G.R. 7 aprile 2014, n. 64.7417 *"Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica"*, è associata a battenti d'acqua inferiori ai 30 cm c.ca.

Le previsioni di cui sopra saranno in ogni caso oggetto di specifica verifica ed eventuale approfondimento nelle relazioni a supporto del rilascio del singolo titolo edilizio abilitativo.

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini condotte hanno consentito di ricostruire l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di previsto intervento, evidenziando le principali problematiche connesse alla realizzazione delle opere in progetto ed alle incidenze sugli areali circostanti.

Le analisi svolte ai punti precedenti hanno permesso d'individuare le principali problematiche geologico-tecniche, idrogeologiche e idrauliche connesse alla realizzazione degli interventi in corrispondenza dell'area in esame: sulla base dei rilievi eseguiti e delle indagini condotte, è stato possibile pervenire ad una definizione dettagliata dell'assetto litostratigrafico e dei parametri geotecnici dei terreni presenti.

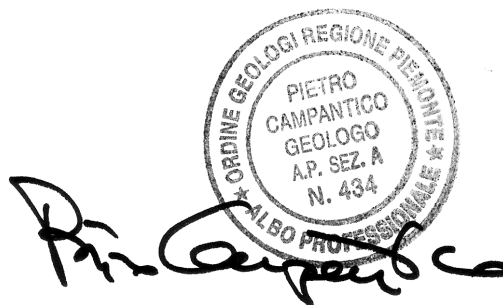
Il modello concettuale geotecnico del sottosuolo ha inoltre consentito d'individuare alcune soluzioni fondazionali e di valutare la capacità portante ammissibile del terreno e la compatibilità di quanto previsto con l'assetto idrogeologico del territorio.

L'esame condotto nei capitoli precedenti permette quindi di esprimere un giudizio positivo circa la fattibilità geologico-tecnica e la compatibilità idrogeologica e idraulica degli interventi in progetto, fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente.

Torino, lì 22 novembre 2018

geol. Pietro Campantico

Collaboratore: geol. Giulia Ghidone



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to read 'P. Campantico'. Overlaid on the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE' around the top edge, 'PIETRO CAMPANTICO' in the center, 'GEOLOGO' below the name, 'A.P. SEZ. A' below that, and 'N. 434' at the bottom. The outer ring of the stamp also includes the words 'ALBO PROFESSIONALE'.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

	
Saggio geognostico P1	Stratigrafia saggio geognostico P1
	
Saggio geognostico P2	Stratigrafia saggio geognostico P2
	
Saggio geognostico P3	Stratigrafia saggio geognostico P3

	
<p>Saggio geognostico P4</p>	<p>Stratigrafia saggio geognostico P4</p>
	
<p>Saggio geognostico P5</p>	<p>Stratigrafia saggio geognostico P5</p>
	
<p>Stratigrafia saggio geognostico P6</p>	<p>Saggio geognostico P7</p>



Stratigrafia saggio geognostico P7



Saggio geognostico P8



Stratigrafia saggio geognostico P8



Prospezione sismica (MASW e HVSR)



Prova penetrometrica dinamica DPM1



Prova penetrometrica dinamica DPM2



Prova penetrometrica dinamica DPM3



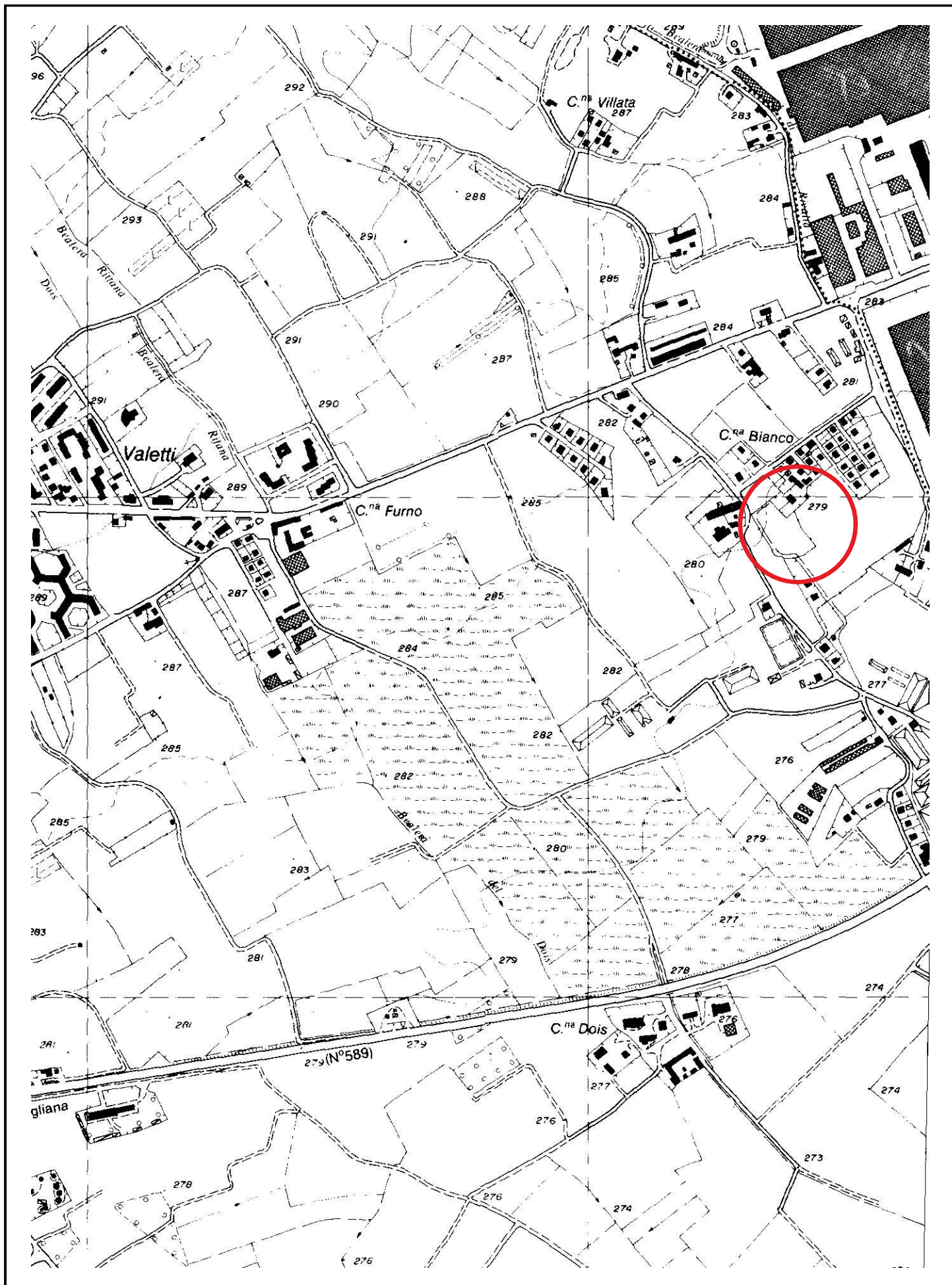
Prova penetrometrica dinamica DPM4

ALLEGATI

- COROGRAFIA GENERALE - scala 1:10.000
- Stralcio della "CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA" - scala 1:10.000 - a corredo del P.R.G.C. vigente
- PLANIMETRIA GENERALE DELL'AREA D'INTERVENTO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE
- PLANIMETRIA DI PROGETTO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE
- STRATIGRAFIE DEI SAGGI GEOGNOSTICI
- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
- INDAGINE GEOFISICA (MASW e HVSR)

APPENDICE

ESTRATTO DELLA "RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA SULLE AREE DI NUOVO INSEDIAMENTO" A CURA DEL DOTT. GEOL. ALMO OLMI A SUPPORTO DEL P.R.G.C. VIGENTE – SCHEDA N°4, AREA NORMATIVA "Rn4b"



COROGRAFIA GENERALE - scala 1:10.000 -
Estratto da Carta Tecnica Regionale - sezione n°173020

IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

(classificazione ai sensi della Circ. P.G.R. 8 maggio 1996 n. 7/LAP
e relativa Nota Esplicativa 1 edizione - dicembre 1999)

CLASSE I



Porzioni di territorio nelle quali non vi sono condizioni di pericolosità geomorfologica tali da limitare le scelte urbanistiche. Gli interventi sia pubblici sia privati sono di norma consentiti nel rispetto del D.M. (OO.PP.) 11/03/1988 e dei *Criteri applicativi generali*, la cui validità si estende a tutte le classi successive.

CLASSE II



CLASSE IIa. Porzioni di territorio in condizioni di moderata pericolosità geomorfologica. Gli interventi sia pubblici sia privati sono di norma consentiti, nel rispetto delle norme tecniche generali e dei criteri geoapplicativi particolari individuati per le singole aree ed esplicitati dalle *Norme di Attuazione*.



CLASSE IIb. Porzioni di territorio inedificate, caratterizzate da condizioni di pericolosità geomorfologica giudicate in prima analisi moderate ed omogenee, ma non ancora definite col grado d'approfondimento sufficiente per esprimere una definitiva valutazione d'idoneità all'utilizzazione urbanistica. Tale valutazione dovrà essere espressa in conclusione di uno *Studio geologico-tecnico di fattibilità* basato su specifiche attività d'indagine da eseguirsi con le modalità indicate dalle *Norme di Attuazione*.

CLASSE III



CLASSE III, indifferenziata. Versanti montani inedificati, con pochi edifici isolati, caratterizzati da diffusa pericolosità geomorfologica correlata alla elevata acclività. Gli interventi in questi settori sono subordinati all'esecuzione d'indagini geomorfologiche e geognostiche di dettaglio per l'eventuale delimitazione di aree di modesta estensione attribuibili alle classi IIb o II.



CLASSE IIIa (aree prive di tratteggio). Porzioni di territorio inedificate, caratterizzate da condizioni geomorfologiche e idrogeologiche che le rendono inidonee agli insediamenti. E' consentita la realizzazione di opere infrastrutturali di interesse pubblico, secondo quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77. All'interno delle *Fasce Fluviali* stabilite dal P.A.I. sono consentiti gli interventi previsti dalle relative *Norme di Attuazione*.



CLASSE IIIb2. Porzioni di territorio edificate, soggette a condizioni di pericolosità geomorfologica e di rischio tali da richiedere interventi pubblici di riassetto territoriale a tutela del patrimonio urbanistico esistente. Nelle attuali condizioni sono ammissibili quegli interventi edilizi che non comportino incrementi del carico antropico. Dopo la realizzazione delle opere di riassetto potranno essere realizzate nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.



CLASSE IIIb3. Porzioni di territorio edificate, soggette a condizioni di pericolosità geomorfologica e di rischio tali da richiedere interventi pubblici di riassetto territoriale a tutela del patrimonio urbanistico esistente. Nelle attuali condizioni sono consentiti quegli interventi edilizi che non comportino incrementi del carico antropico. Dopo la realizzazione delle opere di riassetto si potrà consentire solo un modesto incremento del carico antropico, con l'esclusione di nuove edificazioni o completamenti.



CLASSE IIIb4. Aree edificate entro le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, nelle quali non sono perciò consentiti né interventi che comportino incrementi del carico antropico, né ampliamenti degli edifici esistenti.

Aree interessate da fenomeni alluvionali caratterizzati da energia e/o altezza idrica.

molto elevata

EeA



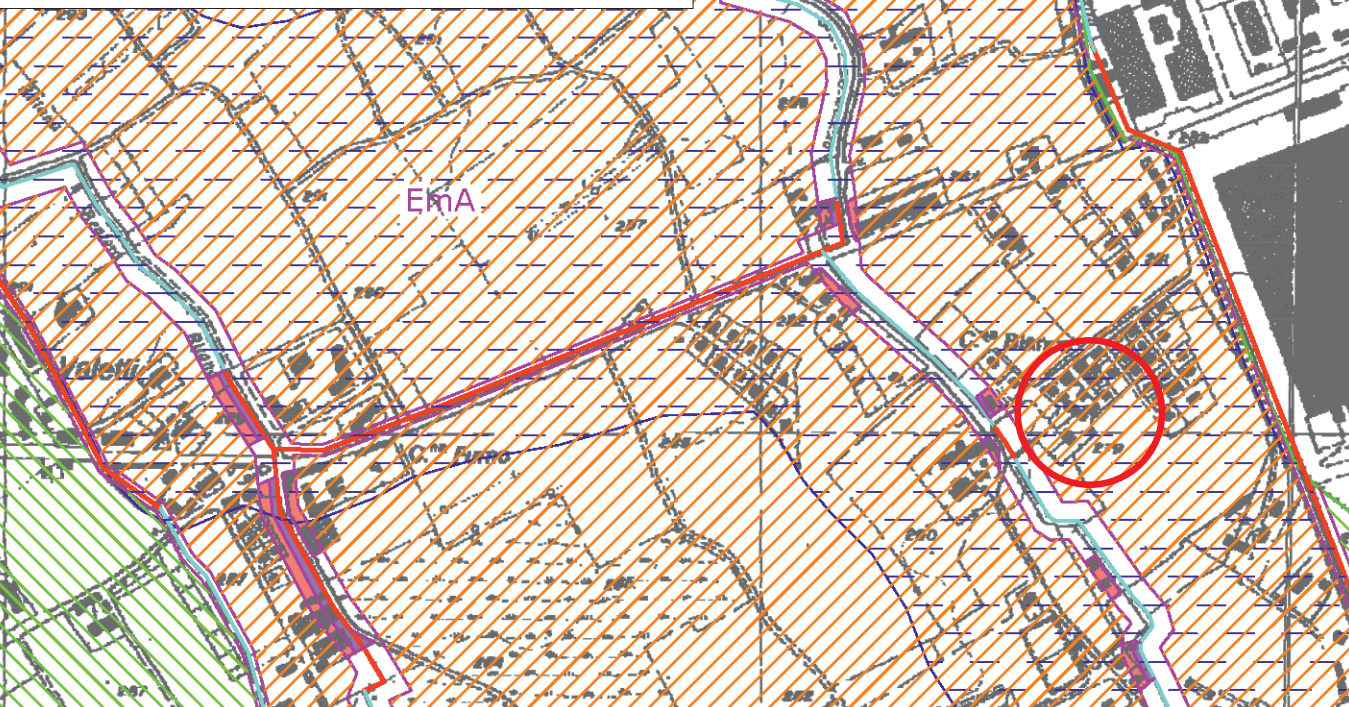
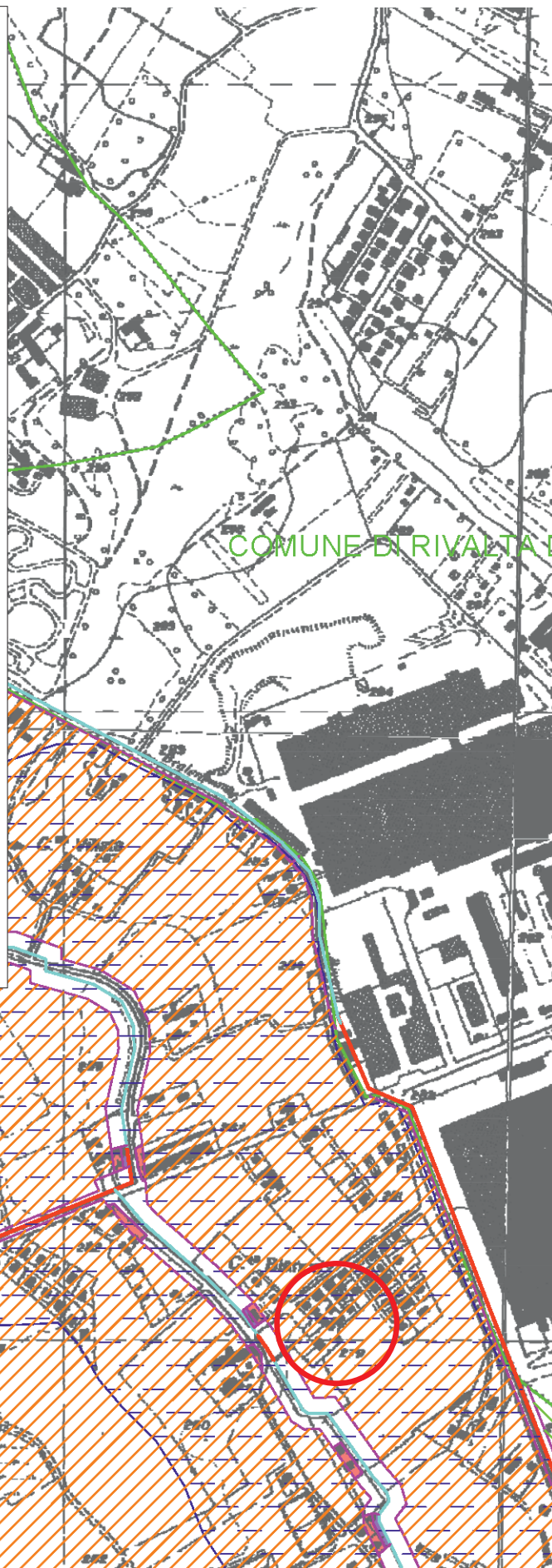
elevata

EbA

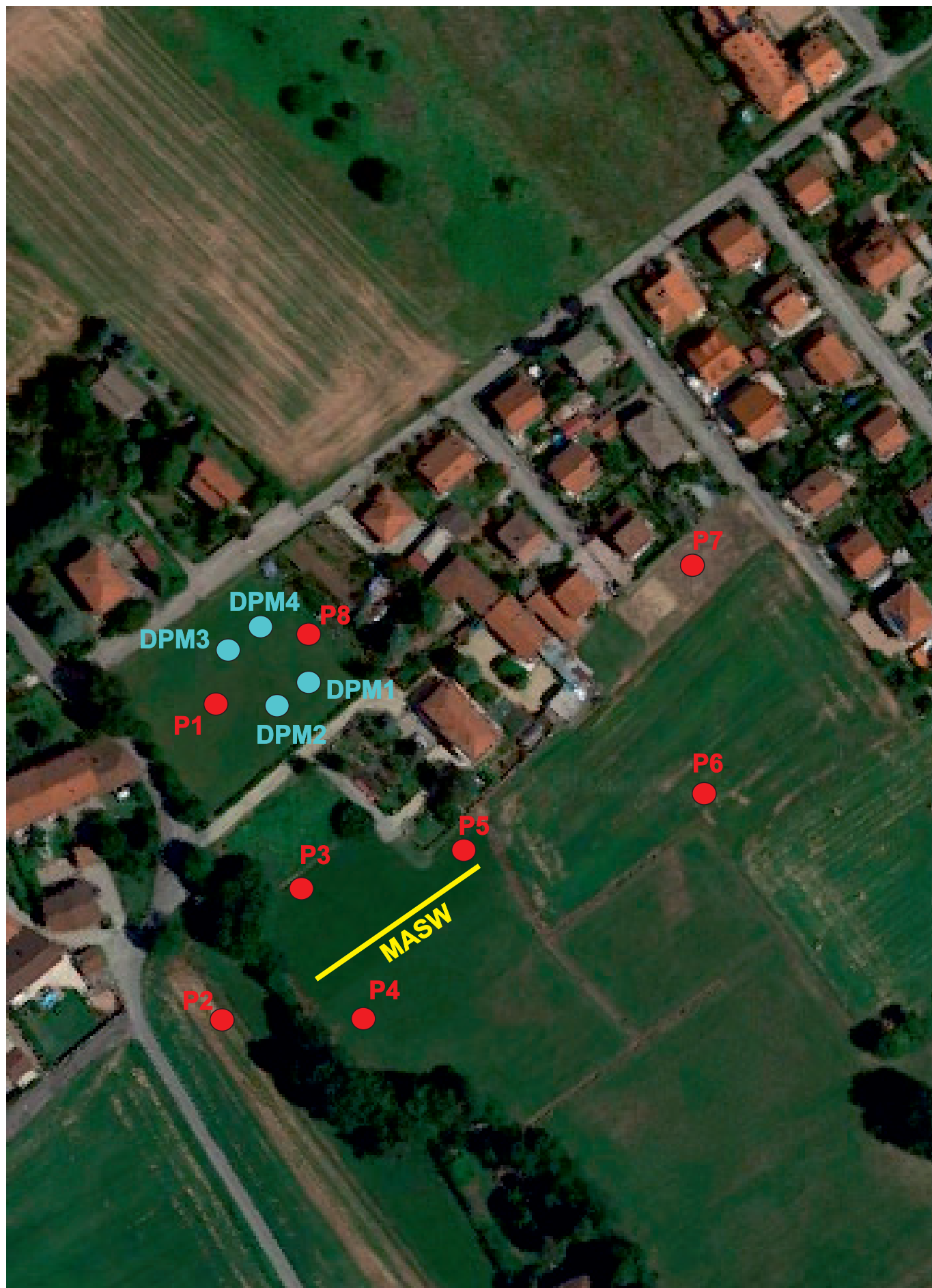


media

EmA



Stralcio della «**Carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica**» - scala 1:10.000 - a corredo del P.R.G.C. vigente



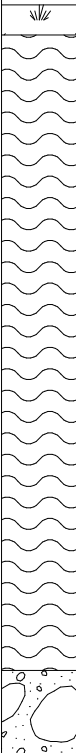
Planimetria generale dell'area di intervento con ubicazione delle indagini geognostiche effettuate - non in scala



Planimetria di progetto con ubicazione delle indagini geognostiche effettuate - non in scala

STRATIGRAFIE DEI SAGGI GEOGNOSTICI


genovese & associati geologia & ambiente via Camogli 10 - 10134 Torino tel./fax 011-3199507 e-mail genovese@iol.it p.iva 07282110019	Committente	geom. Dal Mas		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		P1	1/1
	Località	via Garola, Piossasco (TO)			
	Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018	Il geologo dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni	
	0.10	coltre vegetale limoso-argillosa rossastra. limi argillosi debolmente sabbiosi rossastri con raro scheletro clastico costituito da ciottoli arrotondati ad elevata sfericità, privi di strutture sedimentarie e con rari pseudogleys.		
	2.20	ghiaie grossolane con ciottoli e blocchi arrotondati e alterati, con patine di argilla, in matrice limoso-argillosa rossastra; tessitura prevalente di tipo clast-supported.		
	2.50			

genovese & associati geologia & ambiente via Camogli 10 - 10134 Torino tel./fax 011-3199507 e-mail genovese@iol.it p.iva 07282110019	Committente	geom. Dal Mas		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		P2	1/1
	Località	via Garola, Piossasco (TO)			
	Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018	Il geologo dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	0.10	coltre vegetale limoso-sabbiosa color nocciola.	
		limi sabbiosi debolmente argillosi color nocciola con raro scheletro clastico medio-minuto, privi di strutture sedimentarie visibili.	
	0.50	ghiaie sabbiose grossolane con ciottoli e blocchi perlopiù tabulari, costituiti in prevalenza da pietre verdi e gneiss, in matrice limoso-sabbiosa color nocciola; tessitura prevalente di tipo clast-supported.	
	2.50		

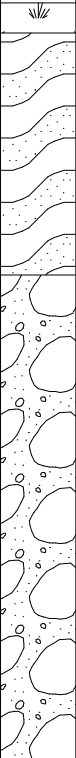
genovese & associati geologia & ambiente via Camogli 10 - 10134 Torino tel./fax 011-3199507 e-mail genovese@iol.it p.iva 07282110019	Committente	geom. Dal Mas		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		P3	1/1
	Località	via Garola, Piossasco (TO)			
	Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018	Il geologo dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	0.10	coltre vegetale limoso-sabbiosa color nocciola. limi sabbiosi debolmente argillosi color nocciola con raro scheletro clastico medio-minuto, privi di strutture sedimentarie visibili. Presenza di abbondanti frammenti di radici.	
	0.50	ghiaie sabbiose grossolane con ciottoli, blocchi e sporadici frammenti di mattoni in matrice limoso-sabbiosa color nocciola.	
	1.00	ghiaie sabbiose grossolane molto addensate e/o cementate con ciottoli e blocchi pluridecimetrici da subsferici a tabulari, costituiti in prevalenza da pietre verdi e gneiss, in matrice limoso-sabbiosa color nocciola; tessitura prevalente di tipo clast-supported.	
	2.50		

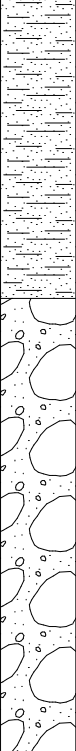
genovese & associati geologia & ambiente via Camogli 10 - 10134 Torino tel./fax 011-3199507 e-mail genovese@iol.it p.iva 07282110019	Committente	geom. Dal Mas		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		P4	1/1
	Località	via Garola, Piossasco (TO)			
	Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018	Il geologo dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	0.10	coltre vegetale limoso-sabbiosa color nocciola. limi sabbiosi debolmente argillosi color nocciola con raro scheletro clastico medio-minuto, privi di strutture sedimentarie visibili.	
	0.50	ghiaie sabbiose grossolane con ciottoli e blocchi perlopiù tabulari, costituiti in prevalenza da pietre verdi e gneiss, in matrice limoso-sabbiosa color nocciola; tessitura prevalente di tipo clast-supported.	
	2.50		


genovese & associati geologia & ambiente via Camogli 10 - 10134 Torino tel./fax 011-3199507 e-mail genovese@iol.it p.iva 07282110019	Committente	geom. Dal Mas		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		P5	1/1
	Località	via Garola, Piossasco (TO)			
	Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018	Il geologo dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	0.10	coltre vegetale limoso-sabbiosa color nocciola. limi sabbiosi debolmente argillosi color nocciola con raro scheletro clastico, privi di strutture sedimentarie visibili.	
	0.90	ghiaie sabbiose grossolane con ciottoli e blocchi da tabulari a sferici, costituiti in prevalenza da pietre verdi e gneiss talora molto alterati, in matrice limoso-sabbiosa color nocciola; tessitura prevalente di tipo clast-supported.	
	2.50		

genovese & associati geologia & ambiente via Camogli 10 - 10134 Torino tel./fax 011-3199507 e-mail genovese@iol.it p.iva 07282110019	Committente	geom. Dal Mas		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		P6	1/1
	Località	via Garola, Piossasco (TO)			
	Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018	Il geologo dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	1.00	coltivo costituito da sabbie limose color grigio-nocciola con ciottoletti.	
	2.50	ghiaie sabbiose debolmente limose grossolane con ciottoli e blocchi da tabulari a sferici, costituiti in prevalenza da pietre verdi e gneiss, in matrice limoso-sabbiosa color nocciola; tessitura prevalente di tipo clast-supported.	

genovese & associati geologia & ambiente via Camogli 10 - 10134 Torino tel./fax 011-3199507 e-mail genovese@iol.it p.iva 07282110019	Committente	geom. Dal Mas		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		P7	1/1
	Località	via Garola, Piossasco (TO)			
	Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018	Il geologo dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	0.10	coltre vegetale limoso-sabbiosa color nocciola.	
	0.30	limi sabbiosi color nocciola con raro scheletro clastico medio-grossolano, privi di strutture sedimentarie visibili.	
	2.50	ghiaie con ciottoli e blocchi da tabulari a subsferici, costituiti in prevalenza da pietre verdi e gneiss, in rara matrice sabbiosa grossolana color nocciola; tessitura prevalente di tipo clast-supported.	


geologia & ambiente
via Camogli 10 - 10134 Torino
tel./fax 011-3199507
e-mail genovese@iol.it
p.iva 07282110019

Committente	geom. Dal Mas		
Cantiere	P.E.C. "Borgo Margherita"		
Località	via Garola, Piossasco (TO)		
Data Inizio	26/10/2018	Data Fine	26/10/2018

P8

1/1

Il geologo
dott. Campantico

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	0.10	coltre vegetale limoso-argillosa di colore rossastro. limi argillosi debolmente sabbiosi rossastri con raro scheletro clastico medio-minuto costituito da ciottoli arrotondati ad elevata sfericità, privi di strutture sedimentarie e con rari pseudogleys.	
	1.00	ghiaie grossolane con ciottoli e blocchi arrotondati, subsferici e alterati, con patine di argilla, in matrice limoso-argillosa rossastra; tessitura prevalente di tipo clast-supported.	
	2.50		

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico leggero italiano PAGANI DPM 20-30

prova n°: **DPM1**

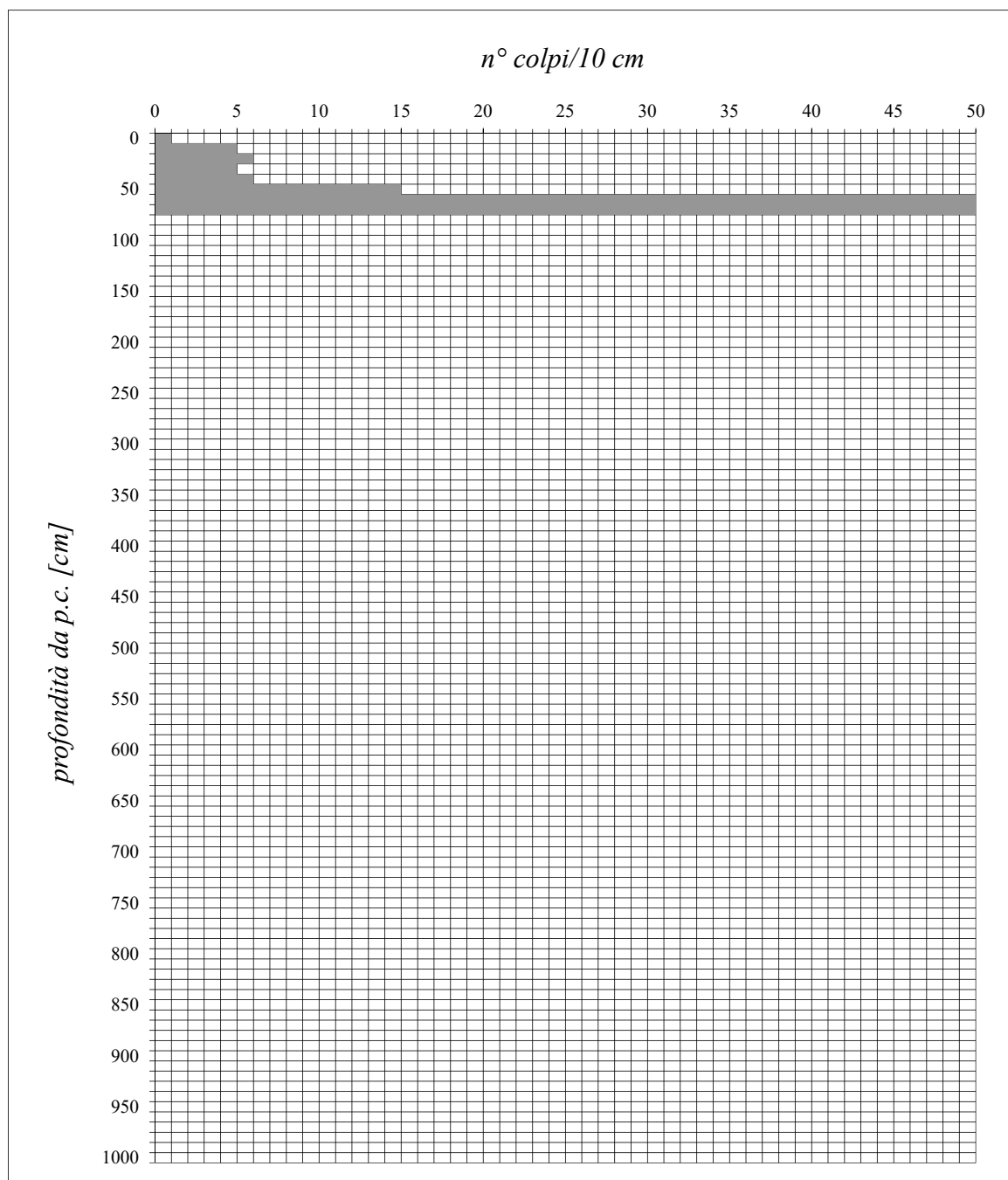
committente: **geom. Dal Mas**

località: **Piossasco, via Garola/via Tanaro**

falda: **non rilevata**

quota inizio: **p.c. attuale**

data: **26/10/2018**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	Area di base della punta conica [cmq]	lunghezza asta = m 1,0 Peso asta = 2,93 kg/m
30	0,2	10	coeff. teorico di energia Bt = Q/Qspt = 1,00

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico leggero italiano PAGANI DPM 20-30

prova n°: **DPM2**

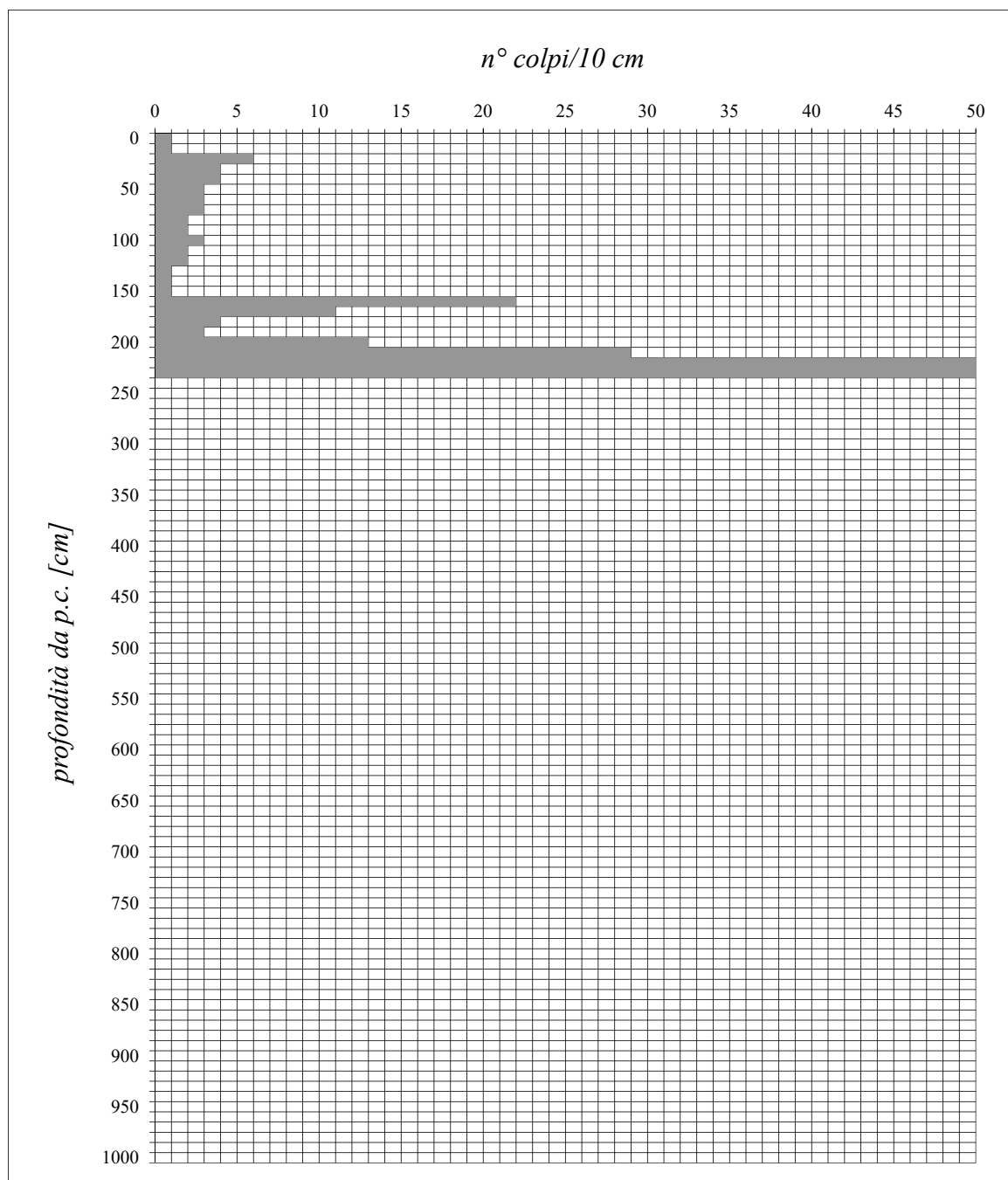
committente: **geom. Dal Mas**

località: **Piossasco, via Garola/via Tanaro**

falda: **non rilevata**

quota inizio: **p.c. attuale**

data: **26/10/2018**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	Area di base della punta conica [cmq]	lunghezza asta = m 1,0 Peso asta = 2,93 kg/m
30	0,2	10	coeff. teorico di energia Bt = Q/Qspt = 1,00

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico leggero italiano PAGANI DPM 20-30

prova n°: **DPM3**

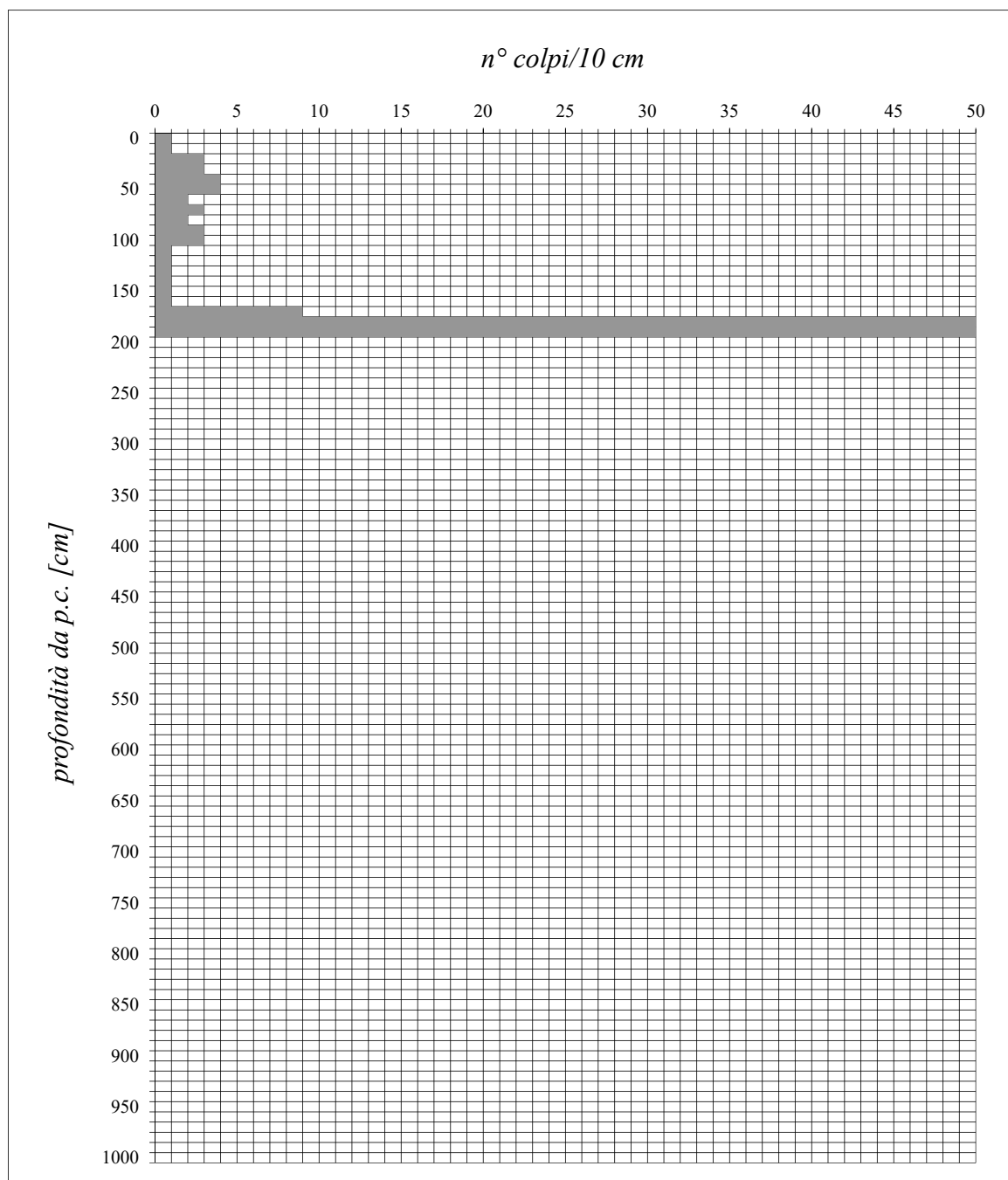
committente: **geom. Dal Mas**

località: **Piovasasco, via Garola/via Tanaro**

falda: **non rilevata**

quota inizio: **p.c. attuale**

data: **26/10/2018**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	Area di base della punta conica [cmq]	lunghezza asta = m 1,0 Peso asta = 2,93 kg/m
30	0,2	10	coeff. teorico di energia Bt = Q/Qspt = 1,00

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico leggero italiano PAGANI DPM 20-30

prova n°: **DPM3**

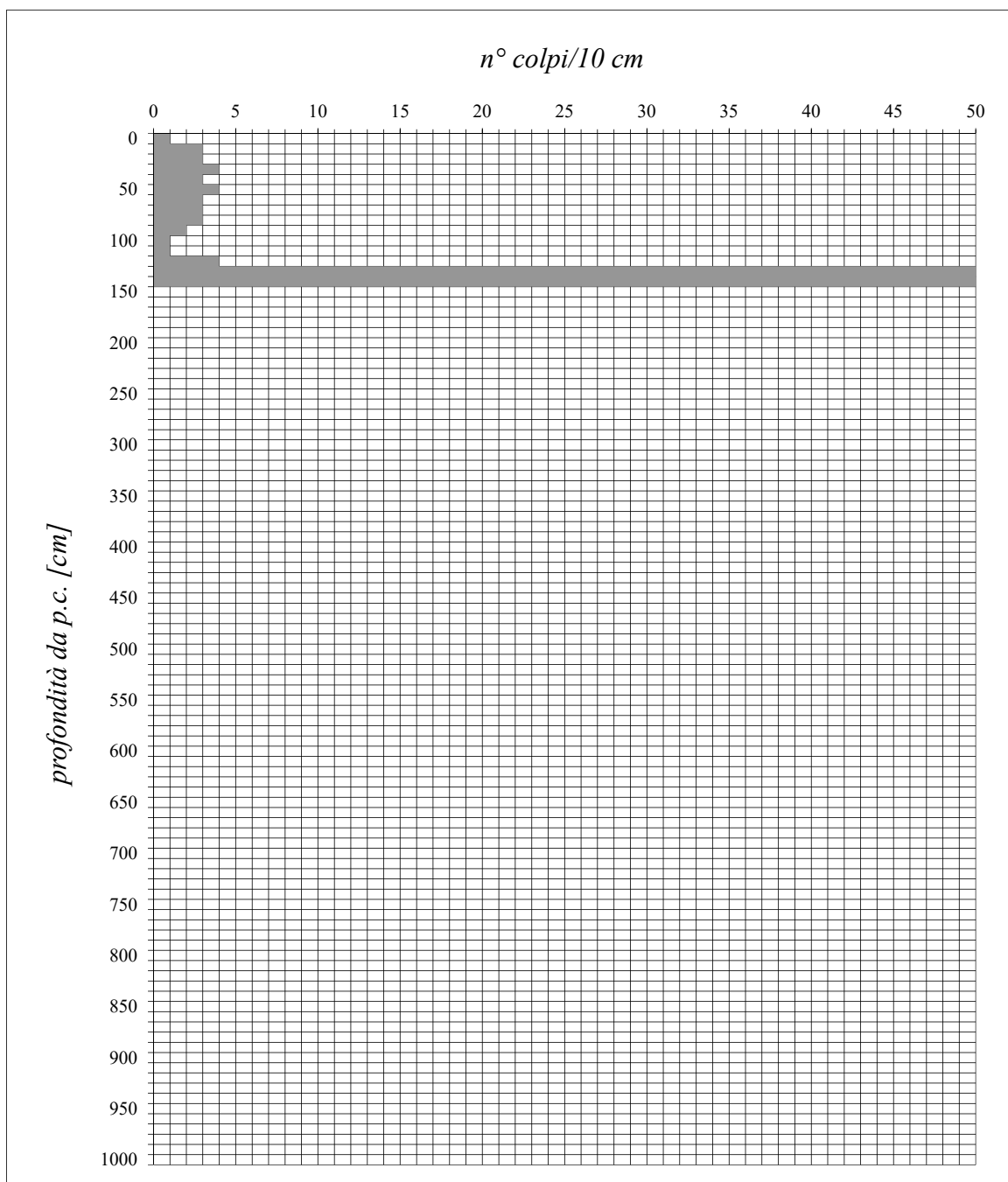
committente: **geom. Dal Mas**

località: **Piossasco, via Garola/via Tanaro**

falda: **non rilevata**

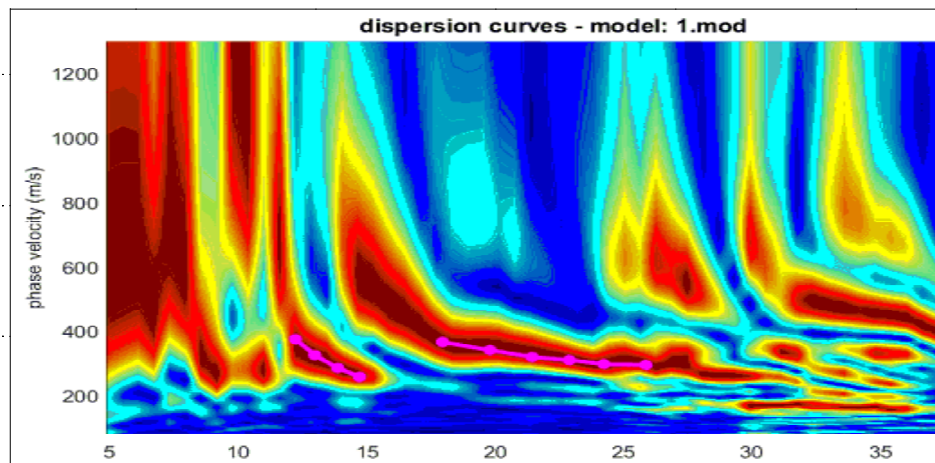
quota inizio: **p.c. attuale**

data: **26/10/2018**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	Area di base della punta conica [cmq]	lunghezza asta = m 1,0 Peso asta = 2,93 kg/m
30	0,2	10	coeff. teorico di energia Bt = Q/Qspt = 1,00

INDAGINE GEOFISICA (MASW e HVSR)



LEGENDA

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

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

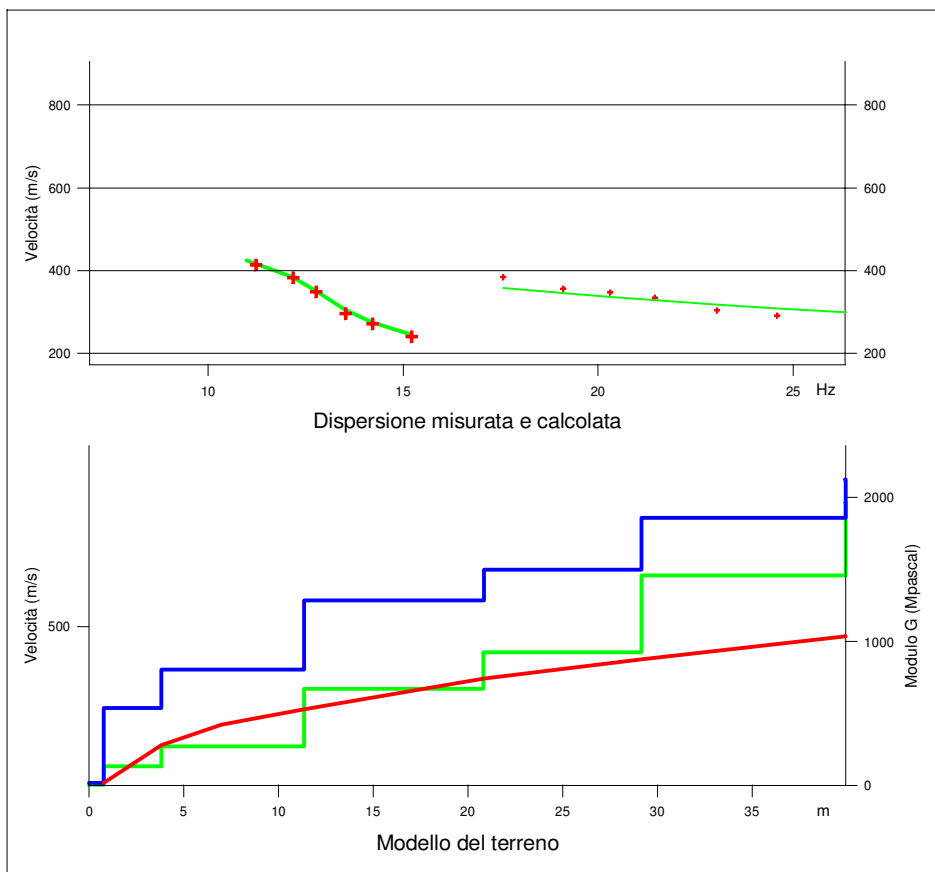
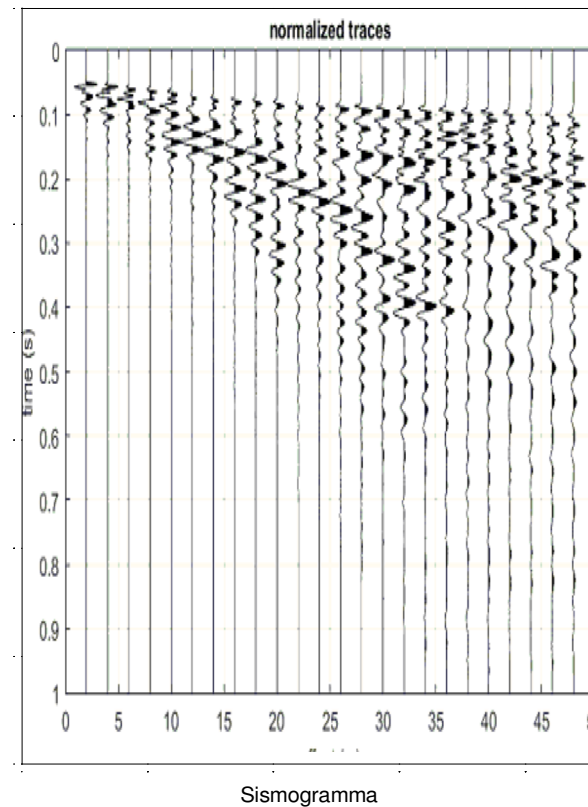


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.8	70	.0109	70	8
.8	3.8	276	.0111	174	135
3.8	7	382	.0083	231	274
7	11.3	384	.0114	272	274
11.3	20.8	571	.0166	357	674
20.8	29.2	655	.0127	410	925
29.2	40	797	.0135	472	1461

VALORE CALCOLATO VS EQ. = 416 m/s

PROVA SISMICA VS30

Geom. Dal Mas

Pioassco (TO), via Garola

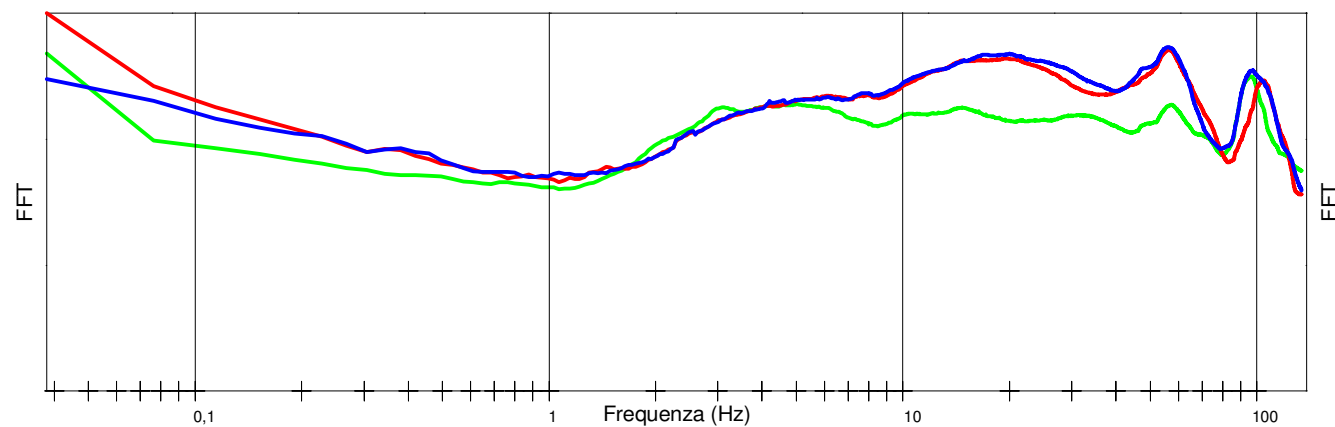
Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

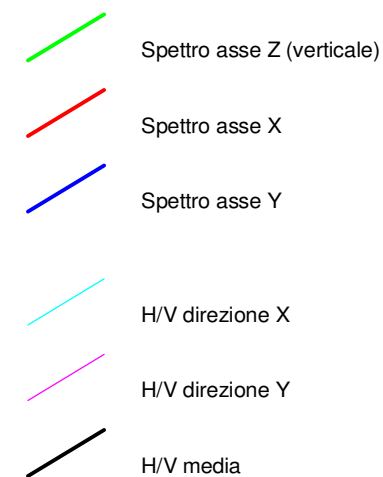
Ottobre 2018

genovese & associati

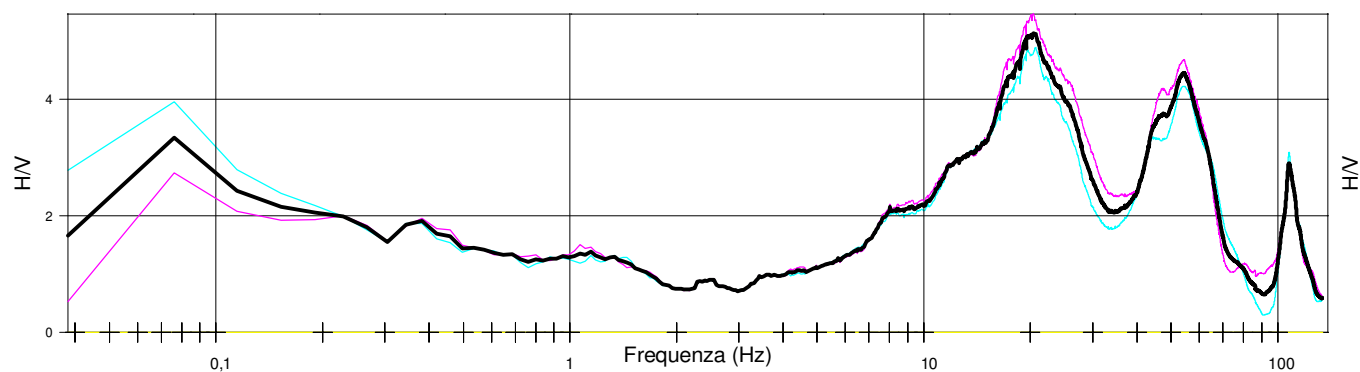
COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA



RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

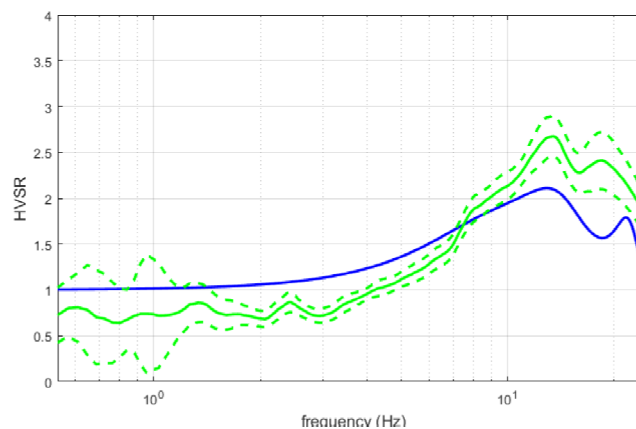
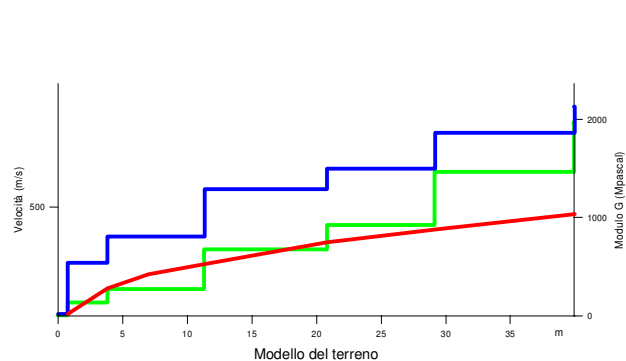


Durata della registrazione 20' 32.1"

Campionamento 10 KHz

Finestra di campionamento 26,2 s

Picco alla frequenza: 13.5 Hz circa



PROVA H/V

Geom. Dal Mas

Piovasco (TO), via Garola

Metodo Nakamura

**SPETTRI DI FREQUENZA
PROVA S1-473**

Ottobre 2018

genovese & associati

**ESTRATTO DELLA "RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
SULLE AREE DI NUOVO INSEDIAMENTO" A CURA DEL
DOTT. GEOL. ALMO OLMI A SUPPORTO DEL P.R.G.C.
VIGENTE – SCHEDA N°4, AREA NORMATIVA "Rn4b"**

SCHEDA N° 4
LOCALITÀ: Via Garola

DATA: 16/03/04
AREA: Rn4b

Destinazione attuale/prevista.

Area agricola tenuta in parte a prato, in parte a seminativo, con filari d'alberi, destinata ad insediamenti residenziali di completamento da realizzarsi tramite S.U.E.

Condizioni geomorfologiche.

Pianura alluvionale, in lievissima pendenza verso SE.

Litologia del substrato roccioso.

Depositi fluvioglaciali mindeliani molto alterati, a prevalente granulometria ghiaioso-ciottolosa in matrice limoso-argillosa-sabbiosa.

Litologia dei terreni di copertura.

Paleosuolo di colore rosso-bruno limoso-argilloso-sabbioso, plastico, con spessore stimato di 50-100 cm.

Condizioni di stabilità.

Area non soggetta a fenomeni d'instabilità di tipo gravitativo.

Condizioni idrogeologiche.

L'area è lambita ed attraversata su lato O da un canale irriguo parzialmente intubato.

L'area è interessata dal ruscellamento areale prodotto dai soli afflussi meteorici diretti.

Allo stato naturale, l'area presenta una ridotta capacità d'infiltrazione idrica, correlata alla scarsa permeabilità dei terreni di copertura.

Presenza di falda libera con soggiacenza minima stimata superiore a 5 m.

Pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica (Circ. 7/LAP/96).

Area soggetta a fenomeni alluvionali correlati al reticolato minore di energia da media a moderata, perciò inclusa nella classe IIa.

Sono imposte fasce di pertinenza del canale di classe IIIa.

Considerazioni geoapplicative - Limiti di utilizzazione - Prescrizioni.

Le zone in colore rosa sono inedificabili.

Sulla base di verifiche idrauliche, gli interventi devono conformarsi, ai seguenti criteri:

- i fabbricati e la viabilità interna devono essere disposti limitando la lunghezza degli allineamenti nel senso di scorrimento delle acque;
- i singoli fabbricati devono essere disposti limitando la lunghezza delle strutture trasversali alla corrente principale;
- è vietata la realizzazione di locali interrati o seminterrati abitabili;
- i piani abitabili ed i piani destinati ad ospitare impianti tecnologici o depositi di materiali devono essere realizzati in sopraelevazione rispetto al massimo livello di piena prevedibile;
- gli accessi ai locali interrati o seminterrati devono essere disposti lungo i lati sotto corrente degli edifici e dotati di sistemi idraulici di sbarramento, come ad es. soglie o chiusure a tenuta stagna;
- il deflusso/assorbimento delle acque d'esondazione dev'essere per quanto possibile agevolato, evitando quegli interventi che possono formare accumuli di acque e/o depositi alluvionali, come ad esempio le opere di recinzione chiuse.

ala 1:2000