



GEOALPI CONSULTING

Geologia - Idrogeologia - Geotecnica - Geologia strutturale

GEOLOGI ASSOCIATI

Elisabetta ARRI - Marco BARBERO - Raffaella CANONICO - Francesco PERES

P.iva 09303590013

REGIONE PIEMONTE - CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI PINEROLO

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
AREA F5 SUB-AREA "a" DEL P.R.G.C.

Via San Pietro Val Lemina - Via Villaggio del Sole

PROPRIETÀ: PICCOLA CASA DELLA DIVINA PROVVIDENZA COTTOLENGO
VIA COTTOLENGO N. 14 - 10152 TORINO

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

IL TECNICO INCARICATO

DOTT. GEOLOGO MARCO BARBERO

(DOCUMENTO INFORMATICO FIRMATO DIGITALMENTE)

SETTEMBRE 2023

 Via Saluzzo, 52 - 10064 Pinerolo (TO)

 Telefono / Fax +39 0121 375017

 info@gealpiconsulting.it

 www.gealpiconsulting.it

INDICE

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
3. LINEAMENTI GEOLOGICO-MORFOLOGICI	2
4. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA	4
5. PERICOLOSITA' GEOLOGICA LOCALE	6
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE	9
7. CARATTERI SISMICI DELL'AREA D'INTERVENTO	12
8. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA	16
9. FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	17
10. VERIFICHE GEOTECNICHE	19
11. CONCLUSIONI	21

Figure nel testo

- Fig. 1 - Estratto Tav. GB02_A "Carta geomorfologica e dei dissesti"
- Fig. 2 - Estratto Tav. GB07_A "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'uso urbanistico"
- Fig. 3 - Ubicazione indagini geognostiche

Allegati

- Allegato 1 - Localizzazione geografica dell'area oggetto d'indagine
- Allegato 2 - Inquadramento geologico
- Allegato 3 - Dati geognostici di riferimento
- Allegato 4 - Analisi di laboratorio geotecnico
- Allegato 5 - Verifiche geotecniche: tabulati

1. PREMESSA

La presente relazione geologica-geotecnica si riferisce al Piano Esecutivo Convenzionato che la proprietà richiedente intende attuare nell'azonamento F5 sub-area "a" del P.R.G.C. di Pinerolo.

Più precisamente lo studio è stato condotto allo scopo di verificare la fattibilità dell'intervento edilizio previsto nello strumento urbanistico esecutivo in esame, in funzione delle caratteristiche geologiche dell'area ove ne è prevista la realizzazione. Nella relazione sono pertanto illustrati i caratteri geologici, morfologici ed idrogeologici dell'area oggetto d'indagine che sono stati rilevati nel corso di alcune apposite ricognizioni, i cui risultati sono stati successivamente integrati ed approfonditi mediante l'esame della documentazione bibliografica.

Nell'ambito del presente studio si è quindi proceduto all'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche di tipo diretto allo scopo di ricostruire l'assetto litostratigrafico dell'area d'intervento e di valutare le caratteristiche dei terreni di fondazione. Nel dettaglio, la campagna di indagini in esame, che è stata preceduta da una preliminare ricerca bibliografica dei dati geognostici esistenti, si è articolata attraverso l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo e di sei sondaggi a distruzione di nucleo.

Il presente studio è stato inoltre finalizzato a valutare l'effetto della risposta sismica locale tramite la definizione del parametro $V_{S,eq}$ secondo quanto previsto dal DM 17/1/2018 (NTC18). Si precisa che a tale scopo sono stati utilizzati i risultati un profilo sismico di tipo MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) realizzato nelle immediate vicinanze dell'area d'intervento.

In ultimo, facendo riferimento alle caratteristiche tecniche dell'intervento edilizio in progetto, nonché al modello definito sulla base dei risultati delle indagini di cui sopra, è stato possibile fornire una valutazione in merito alla fattibilità geotecnica dell'intervento stesso. In riferimento a quest'ultimo aspetto si rammenta che il Comune di Pinerolo è stato riclassificato in Zona 3s ai sensi della vigente normativa sismica (D.G.R. n. 6-887 del 30/12/2019).

Si precisa infine che il presente elaborato, che è stato redatto ai sensi del D.M. 11/3/1988 e del D.M. 17/1/2018, è comprensivo della Relazione geologica (§6.2.1 delle NTC18) e della Relazione geotecnica (§6.2.2 e §6.2.4 delle NTC18).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto del presente studio è situata al margine occidentale del capoluogo comunale di Pinerolo, ad una quota di circa 385 m s.l.m.⁽¹⁾. Più precisamente l'area in esame insiste sulla particella catastale n. 782 del Foglio 16 (azzonamento F5 sub-area "a" del P.R.G.C.).

Per maggiori ragguagli in merito alla localizzazione geografica dell'area considerata nel presente studio si rimanda all'estratto della BDTRE Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti della Regione Piemonte in scala 1:10.000 (allestimento cartografico 2023) riportato nell'Allegato 1.

3. LINEAMENTI GEOLOGICO-MORFOLOGICI

L'area oggetto d'indagine è parte integrante della pianura pedemontana pinerolese localizzata al bordo dei rilievi collinari che sorgono immediatamente a ridosso dell'abitato di Pinerolo. In corrispondenza dello sbocco vallivo del torrente Lemina, questi rilievi, che rappresentano i primi contrafforti della catena alpina occidentale, sono caratterizzati dall'affioramento di litotipi riferibili al "Massiccio Cristallino pretriassico del Dora-Maira", il più meridionale fra i massicci cristallini interni di pertinenza penninica di cui è costituito l'edificio alpino occidentale. Questo importante complesso è essenzialmente costituito da rocce metamorfiche polideformate del basamento continentale paleozoico, da paraderivati monometamorfici principalmente rappresentati da micascisti e gneiss minuti a pigmento grafítico (la "Serie grafítica delle Alpi Cozie" Auct.), nonché da ortoderivati a chimismo acido (granitico e granodioritico) di probabile età tardo-ercinica. Nel dettaglio, in corrispondenza del settore collinare a monte dell'abitato di Pinerolo affiorano micascisti e gneiss minuti della "Serie grafítica". Si precisa che questi litotipi sono interpretati come il prodotto della trasformazione metamorfica legata al ciclo orogenetico alpino di originarie sequenze detritiche di età carbonifera.

Più precisamente l'area considerata è posizionata al margine occidentale di quella che viene definita la "pianura cuneese-torinese

¹ Piano quotato DTM - Regione Piemonte, ripresa aerea ICE 2009-2011.

meridionale". Questo importante settore della pianura piemontese è separato dalla "pianura torinese s.s." per mezzo della strozzatura che caratterizza la traversa Piossasco-Moncalieri, in corrispondenza della quale la distanza fra la Collina di Torino (appartenente al sistema appenninico) ed il bordo interno della catena alpina è minima.

In particolare, l'area in esame insiste sulla pianura alluvionale medio-antica geneticamente legata ai torrenti Chisone e Lemina ed è caratterizzata dalla presenza di depositi che, nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio n. 67, Pinerolo), sono stati assegnati alle "Alluvioni terrazzate" ("Diluviale recente ed alluviale"), definizioni ormai considerate desuete e poco precise. Al riguardo si sottolinea che, sulla base di quanto riportato nella "Carta geologica del Piemonte" (GeoPiemonte Map, a cura del CNR IGG, Arpa Piemonte - 2021), i depositi in esame possono essere riferiti al Pleistocene medio (si veda la tavola di inquadramento geologico riportata nell'Allegato 2) e risultano essere connessi al bacino sin-orogenco di Savigliano.

Più in dettaglio l'area in esame insiste sull'estremità occidentale del terrazzo alluvionale antico allungato fra gli abitati di Pinerolo e di Piscina. Questo terrazzo, noto nella letteratura scientifica con la denominazione "Rilievo di Riva", è separato dalla pianura alluvionale recente, geneticamente legata ai torrenti Chisone e Lemina, per mezzo di una scarpata che raggiunge il massimo risalto morfologico nei pressi della frazione Riva.

Dal punto di vista morfologico l'area oggetto d'indagine si presenta da subpianeggiante a debolmente inclinata verso Est-SudEst e, come poc'anzi riferito, insiste su una superficie di terrazzo posta in corrispondenza dello sbocco vallivo del torrente Lemina. Più precisamente il sito d'intervento risulta essere posizionato in prossimità del piede del fianco meridionale della Collina di Pinerolo.

Dal punto di vista sedimentologico, i terreni presenti nell'area oggetto d'indagine sono dei depositi fluvio-torrentizi di natura essenzialmente grossolana e, a grande scala, sono caratterizzati da una certa omogeneità. Di norma, essi sono costituiti da ghiaie eterometriche e ciottoli in matrice sabbioso-limosa. Peraltro, non si può escludere la presenza di livelli a granulometria più fine (sabbie e limi) che possono dare origine a corpi lentiformi di varia potenza ed estensione laterale. I depositi grossolani poc'anzi descritti possono essere sormontati da sedimenti di natura sabbioso-limosa che, di norma, costituiscono il "top" di una sequenza

deposizionale di ambiente fluviale.

Visto il particolare quadro geologico dell'area considerata è ragionevole ritenere che il materasso costituito dai depositi appena descritti risulti essere direttamente sovrapposto al substrato roccioso prequaternario.

Infine, per quanto concerne gli aspetti pedologici, facendo riferimento al Foglio 172 della "Carta dei suoli" in scala 1:50.000 della Regione Piemonte (I.P.L.A., 2007), nel settore oggetto d'indagine si possono riconoscere degli "inceptisuoli di pianura ghiaiosi" (unità B3).

4. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Allo scopo di ricostruire l'assetto litostratigrafico generale dell'area oggetto del presente studio, si è proceduto alla raccolta dei dati relativi alle indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze del sito d'intervento⁽²⁾. In particolare, sono stati presi in esame i dati relativi a due sondaggi a carotaggio continuo perforati nel lotto posto immediatamente ad Ovest rispetto al sito di cui sopra (S1 e S2). Inoltre, nell'ambito della ricerca bibliografica condotta, sono stati considerati anche i risultati del profilo sismico di tipo MASW realizzato nel medesimo lotto (M1). I risultati di questa prova geofisica sono commentati nei capitoli 6 e 7. La localizzazione dei dati di riferimento è indicata nella tavola d'inquadramento geologico riportata nell'Allegato 2.

L'assetto che emerge dai dati dei sondaggi presi in esame, che sono stati spinti a profondità comprese fra i 19,50 m (S1) e i 20,00 m dal piano campagna (S2), è coerente con il quadro delineato nel precedente capitolo. In sintesi, dalle sezioni stratigrafiche degli stessi emerge che nel settore in esame il materasso alluvionale è essenzialmente caratterizzato da termini grossolani costituiti da ghiaie eterometriche con rari ciottoli in matrice sabbioso-limosa. In superficie, il materasso in esame risulta essere sigillato da un orizzonte plurimetrico di terreno agrario e di sedimenti essenzialmente sabbiosi.

² Fonti: <https://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer2D/> (Banca Dati Geotecnica della Regione Piemonte) e Studio Geologico elaborato a supporto della variante strutturale per l'adeguamento del P.R.G.C. al PAI, Tav. GB05A "Carta litotecnica e delle indagini geognostiche" a cura del Dott. Geol. Teresio BARBERO e del Dott. Geol. Nicola QUARANTA (luglio 2012).

Si precisa altresì che in corrispondenza della verticale d'indagine S1 ad una profondità di -7,00 m è stata riscontrata la presenza di micascisti caratterizzati da un grado di alterazione medio, a conferma del fatto che il materasso alluvionale che caratterizza l'area indagata risulta essere direttamente sovrapposto al substrato roccioso prequaternario. Si precisa che i micascisti risultano essere sottostanti ai materiali ascrivibili all'orizzonte regolitico del substrato (livello con spessore di ordine metrico). Al riguardo non si esclude che anche i termini grossolani riscontrati nel sondaggio S2 a fondo foro siano ascrivibili a tale orizzonte.

Al fine di valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati, nel corso delle operazioni di perforazione dei sondaggi di riferimento sono state eseguite delle prove penetrometriche SPT che hanno fornito i seguenti risultati⁽³⁾:

SONDAGGIO S1 (codice perforazione: 109501)

- -3,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = 23$ (sabbie);
- -6,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = R$ (ghiaie e sabbie).

SONDAGGIO S2 (codice perforazione: 109502)

- -1,50 m dal p.c. → $N_{SPT} = 14$ (sabbie);
- -3,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = 32$ (sabbie con ghiaia);
- -6,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = R$ (ghiaie con sabbia);
- -9,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = 34$ (ghiaie con sabbia);
- -12,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = R$ (ghiaie con sabbia);
- -15,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = 41$ (ghiaie con sabbia);
- -18,00 m dal p.c. → $N_{SPT} = R$ (ghiaie con sabbia e ciottoli).

In sintesi, i risultati sopra riportati mettono in evidenza che i depositi alluvionali grossolani riscontrati nei sondaggi presi in esame presentano un grado di addensamento piuttosto elevato.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico del settore di pianura oggetto d'indagine, si precisa che il materasso alluvionale costituito dai

³ Si precisa che i valori indicati nelle tabelle riportate nell'Allegato 3 corrispondono ad un approfondimento di 15 cm. Per ottenere N_{SPT} occorre sommare gli ultimi due valori di ciascuna terna in quanto il primo valore può ritenersi disturbato per effetto del carotaggio.

depositi sopra descritti di norma ospita un acquifero di tipo freatico. Al riguardo si segnala che, l'alimentazione di questo acquifero avviene per infiltrazione diretta degli apporti meteorici e per dispersione in subalveo dai corsi d'acqua. Sulla base di tali considerazioni è ragionevole ritenere che nell'area considerata questo sistema acquifero sia caratterizzato da una direzione di deflusso subparallela alla direttrice NordOvest-SudEst. Il quadro appena illustrato è sostanzialmente confermato da uno degli specifici elaborati cartografici delle monografie del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) relative all'acquifero superficiale (Pianura Pinerolese, Tav. 3 - Elementi di assetto idrogeologico, parte 2), nonché dai dati riportati nel Geoportale della Regione Piemonte ("Piezometria della falda superficiale").

In merito alla soggiacenza della falda si precisa che, nel corso delle operazioni di perforazione dei sondaggi di riferimento, la falda è stata intercettata ad una profondità compresa fra -7,20 m (S1) e -4,00 m dal p.c. (S2).

Si segnala infine che nella specifica carta tematica dello studio geologico elaborato a supporto del P.R.G.C. di Pinerolo⁽⁴⁾ non sono riportate indicazioni relative al settore di pianura su cui insiste l'area considerata nella presente relazione.

Per maggiori ragguagli in merito ai dati geognostici di riferimento si veda lo specifico fascicolo riportato nell'Allegato 3.

5. PERICOLOSITA' GEOLOGICA LOCALE

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla pericolosità geologica locale, si segnala che, nel corso delle indagini di terreno⁽⁵⁾, non è stata rilevata la presenza di evidenze morfologiche legate a processi di instabilità in atto.

Le osservazioni di terreno sono state successivamente approfondite mediante l'analisi delle carte tematiche della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte (BDGeo: "Carta delle aree inondabili", "Carta dei tributari minori e delle conoidi potenzialmente attive", "Carta delle frane" e "Carta dei settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei

⁴ Tav. 20a "Carta dei punti d'acqua censiti e delle isofreatiche" a firma del Dott. Geol. Guido PENNAZZATO (dicembre 2003).

⁵ Sopralluoghi condotti in data 6 luglio e 10 agosto 2023.

terreni incoerenti della copertura superficiale”), del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) predisposto dall’Autorità di Bacino del Fiume Po (“Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici”), del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvioni (PGRA) recentemente elaborato dalla medesima Autorità di Bacino sulla base di quanto previsto dalla Direttiva 2007/60 CE (“Carta della pericolosità da alluvione”, aggiornamento 2020), nonché dell’IFFI/SIFRAP - Sistema Informativo dei fenomeni FRANosi in Piemonte e RERCOMF - RETE Regionale Controllo Movimenti Franosi, predisposto dall’ARPA Piemonte.

Dalle carte tematiche sopra richiamate risulta che il sito d’intervento è posizionato esternamente ad aree interessate da dissesto.

Il quadro è stato quindi approfondito mediante l’esame dello studio geologico elaborato nell’ambito del Progetto Preliminare della Variante Generale al P.R.G.C. del Comune di Pinerolo⁽⁶⁾, dal quale emerge che il settore oggetto della presente indagine risulta essere esterno alle perimetrazioni delle aree di dissesto⁽⁷⁾. Per ulteriori dettagli si veda l’estratto cartografico riportato nella Fig. 1.

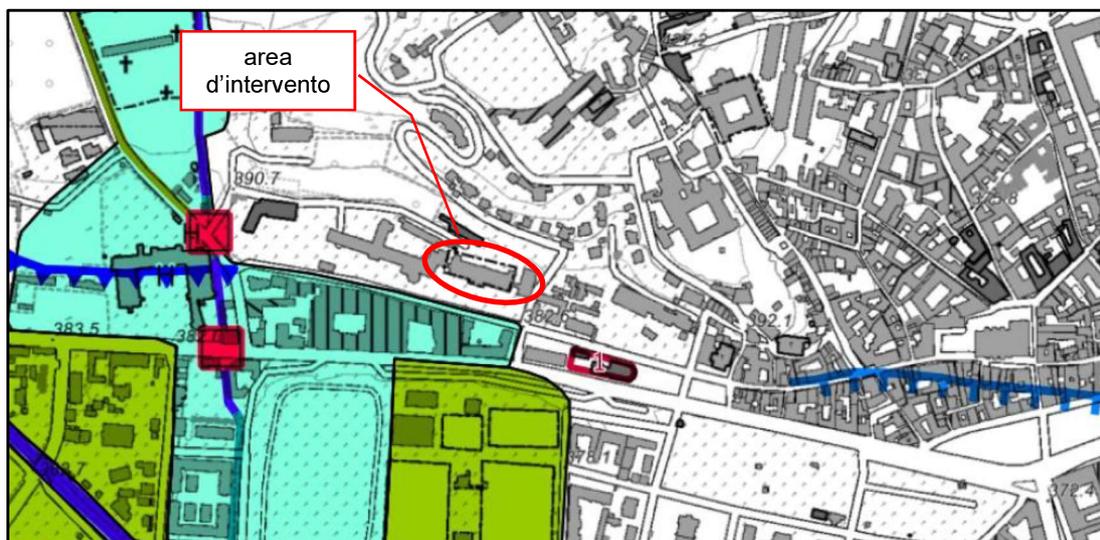


Fig. 1 - Estratto Tav. GB02_A “Carta geomorfologica e dei dissesti”

In merito allo strumento urbanistico generale sopra richiamato, si precisa che, nella “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e

⁶ Piano Regolatore Generale Comunale - adozione Progetto Preliminare di Variante generale ai sensi dell’art. 15 della L.R. 5/12/1977 n. 56. DCC n. 38 del 30/06/2021.

⁷ Tav. GB02_A “Carta geomorfologica e dei dissesti” a firma del Dott. Geol. Michele ACTIS GIORGETTO e del Dott. Geol. Alberto PAGANO (maggio 2021).

dell'idoneità all'uso urbanistico"⁽⁸⁾, il sito d'intervento è stato ascritto alla classe 2: "porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, esplicitati a livello di norme di attuazione e realizzabili a livello di progetto esecutivo nel rispetto del D.M. 11/03/88, del D.M. 14/01/08 e s.m.i., esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante"; più precisamente il sito in esame è stato compreso nella sottoclasse 2a: "settori collinari e montani, settori prossimi a scarpate". Si segnala altresì che il settore collinare immediatamente retrostante al sito medesimo è stato assegnato alla Classe 3a: "aree di versante interessate da dissesti gravitativi, aree inondabili dal reticolo idrografico principale e minore e fasce di rispetto dei corsi d'acqua, settori di versante potenzialmente instabili. Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti. Per gli edifici isolati eventualmente presenti, fatte salve le norme più restrittive di cui agli artt. 9, 29 e 30 delle Norme di Attuazione del PAI e al R.D. n. 523/1904, sono consentite la manutenzione dell'esistente e, se fattibile dal punto di vista tecnico, la realizzazione di eventuali ampliamenti funzionali e interventi di ristrutturazione". Per ulteriori dettagli si veda l'estratto della cartografia di sintesi riportato nella Fig. 2.

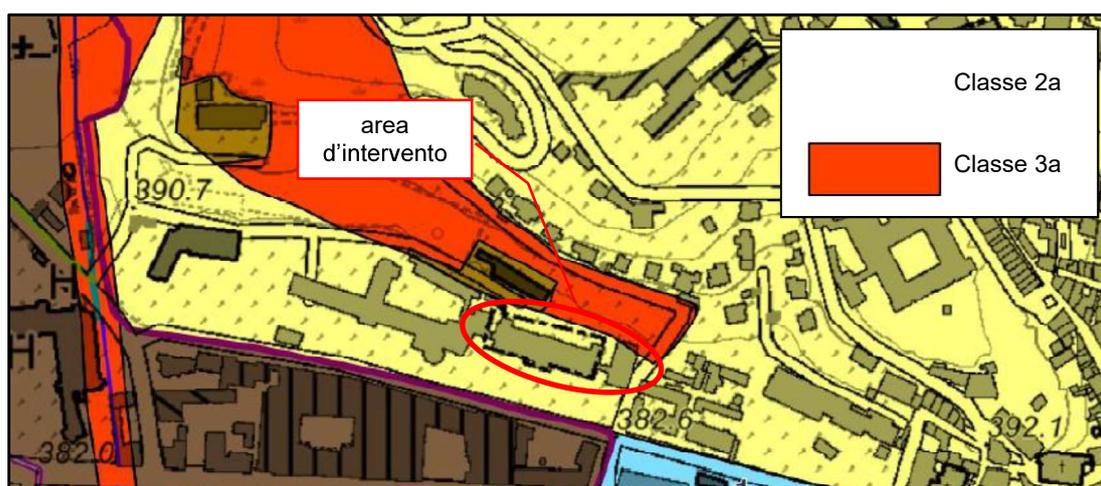


Fig. 2 - Estratto Tav. GB07_A "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'uso urbanistico"

⁸ Tav. GB07_A, a firma del Dott. Geol. Michele ACTIS GIORGETTO e del Dott. Geol. Alberto PAGANO (maggio 2021).

Occorre infine precisare che nell'ambito del Progetto Preliminare della Variante Generale al P.R.G.C. precedentemente richiamata, in assenza di sopraggiunte modifiche al quadro del dissesto, sono state riproposte le medesime perimetrazioni di cui agli elaborati geologici parte integrante del Progetto Definitivo della variante strutturale per l'adeguamento al PAI del P.R.G.C. di Pinerolo⁹).

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Come anticipato in premessa, nell'ambito del presente studio è stata condotta un'apposita campagna di indagini geognostiche di tipo diretto che si è articolata attraverso la realizzazione di un sondaggio a carotaggio continuo (Sc) e di sei carotaggi a distruzione di nucleo (S1-S6) la cui ubicazione è indicata nella planimetria riportata nella Fig. 3¹⁰).

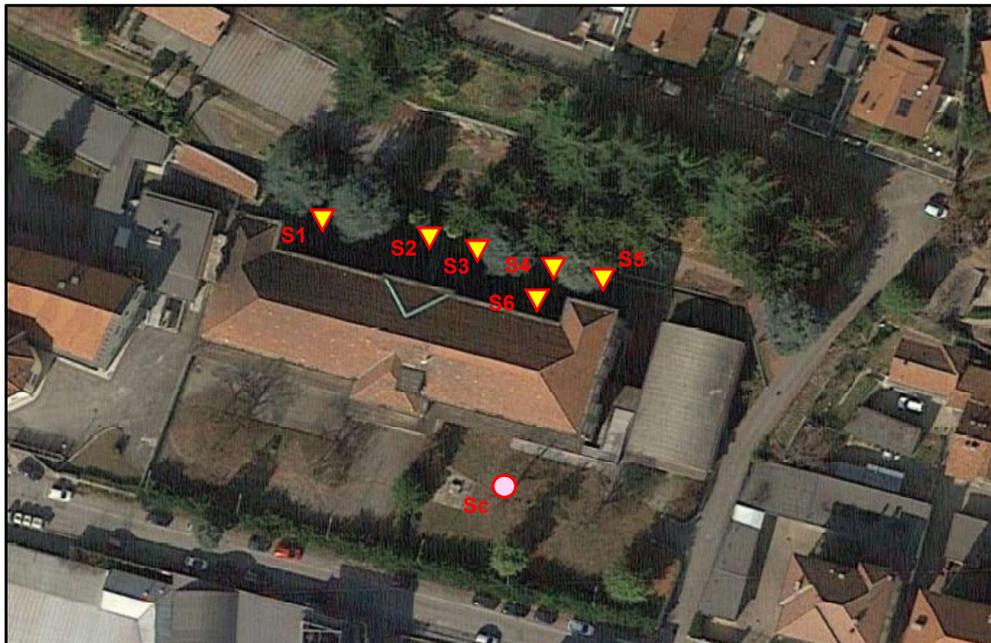


Fig. 3 - Ubicazione indagini geognostiche

In sintesi, lungo la verticale del sondaggio Sc, a partire dall'attuale piano campagna è stata riscontrata la presenza di un orizzonte superficiale

⁹ Approvato dal Consiglio Comunale con Deliberazione n. 36 del 4 settembre 2012.

¹⁰ Indagini eseguite ad opera della TORPALI s.r.l. di Pralormo (TO), 26 luglio 2023.

costituito da materiali grossolani di riporto, caratterizzati dalla presenza di laterizi, fino a -2,70 m. A partire da questa profondità sono state attraversate fino a -5,00 m delle ghiaie eterometriche mediamente alterate in matrice sabbiosa-limosa di colore nocciola. Nell'intervallo fra -5,00 m e -6,50 m sono state osservate delle ghiaie eterometriche in matrice fine di colore grigiastro. Infine, nell'intervallo compreso fra -6,50 m e -10,00 m (fondo foro) sono stati attraversati dei depositi grossolani del tutto confrontabili con quelli del secondo orizzonte sopra descritto (ghiaie mediamente alterate in matrice sabbioso-limosa di colore nocciola).

Per maggiori ragguagli in merito ai materiali attraversati si vedano le riprese fotografiche nn. 1 e 2 che si riferiscono alle casse catalogatrici nei quali sono stati riposti i testimoni del carotaggio.



Ripresa fotografica n. 1 - Sondaggio Sc: cassa 1 da 0,00 m a 5,00 m



Ripresa fotografica n. 2 - Sondaggio Sc0: cassa 1 da 5,00 m a 10,00 m

Al termine delle operazioni di perforazione del sondaggio Sc, dalle casse catalogatrici cui si è fatto poc'anzi riferimento, sono stati prelevati quattro campioni rimaneggiati (C1 - C4) da sottoporre a successive prove di laboratorio geotecnico allo scopo di definire con maggior dettaglio le caratteristiche dei depositi riscontrati lungo la verticale d'indagine.

Più precisamente, i quattro campioni sopra richiamati sono stati sottoposti ad analisi granulometrica mediante vagliatura e aerometria⁽¹¹⁾ i cui risultati sono riportati, in sintesi, nella tabella che segue.

Campione	Profondità di prelievo	Granulometria (AGI)
C1	3,80 m - 4,10 m	ghiaia sabbiosa limosa
C2	5,85 m - 6,15 m	ghiaia con sabbia e limo
C3	7,80 m - 8,20 m	ghiaia con sabbia limosa
C4	9,80 m - 10,00 m	ghiaia con sabbia limosa

Per maggiori ragguagli in merito ai risultati delle analisi eseguite si rimanda allo specifico fascicolo riportato nell'Allegato 4.

I sei sondaggi a distruzione di nucleo sono stati realizzati nel cortile retrostante al fabbricato principale attualmente presente nel lotto d'intervento e hanno consentito di definire la profondità a cui si attesta il substrato roccioso prequaternario rispetto al piano del cortile medesimo. In sintesi, il substrato è stato riscontrato alle profondità di seguito indicate:

- S1: -5,00 m dal piano cortile;
- S2: -5,00 m dal piano cortile;
- S3: -5,50 m dal piano cortile;
- S4: -6,00 m dal piano cortile;
- S5: -6,50 m dal piano cortile;
- S6: -7,00 m dal piano cortile.

¹¹ A cura di GD test S.r.l. (Torino).

Si segnala infine che nel corso delle operazioni di perforazione dei sondaggi non è stata intercettata la falda freatica. Peraltro, alla luce del particolare contesto geologico dell'area, non si può escludere la presenza di locali falde di tipo sospeso di carattere temporaneo e con scarsa continuità laterale, dovute al ritardo del drenaggio verticale delle acque meteoriche imputabile alla bassa conducibilità idraulica che, di norma, caratterizza i materiali superficiali. Queste valutazioni sono confermate dal fatto che i livelli di falda misurati nei sondaggi a cui si è fatto riferimento nel capitolo 4 sono poco correlabili fra loro (S1: -7,20 m dal p.c.; S2: -4,00 m dal p.c.) riflettendo il fatto che non si individua un livello piezometrico continuo.

In conclusione, le indagini geognostiche condotte hanno confermato il quadro delineato nel capitolo 4. In sintesi, l'assetto litostratigrafico dell'area considerata è contraddistinto dalla presenza di un materasso alluvionale costituito da depositi alluvionali grossolani che risulta essere direttamente sovrapposto al substrato roccioso prequaternario. In particolare, i sondaggi a distruzione di nucleo realizzati hanno evidenziato che il tetto del substrato si approfondisce allontanandosi progressivamente dal pendio collinare immediatamente retrostante al lotto d'intervento.

Al riguardo si sottolinea che il quadro appena tratteggiato è confermato dai risultati del profilo MASW M1 a cui si è fatto riferimento nel capitolo 4. In particolare, i risultati di tale prova hanno evidenziato la presenza del bedrock sismico ($V_s = 898$ m/s) ad una profondità di -14,00 m dal piano campagna. Nella fattispecie è ragionevole ipotizzare che il bedrock sismico sia riconducibile al substrato roccioso prequaternario costituito dai micascisti della "Serie grafitica" riscontrati lungo la verticale d'indagine S1.

7. CARATTERI SISMICI DELL'AREA D'INTERVENTO

Secondo quanto prevede il Decreto 17/1/2018 del Ministero delle Infrastrutture (NTC18), le azioni sismiche di progetto attese al suolo si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di intervento. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche che sono sostanzialmente controllate dall'assetto litostratigrafico locale e riconducibili al profilo di velocità delle onde di taglio V_s nel sottosuolo.

In primo luogo, si deve procedere alla classificazione dei suoli di fondazione secondo i criteri definiti al punto 3.2.2 delle NTC18. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s) e viene calcolato mediante l'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

nella quale:

- h_i = spessore dello strato i -esimo (espresso in m);
- $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio dell' i -esimo strato (espressa in m/s);
- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800.

Si precisa che per depositi con profondità H del substrato superiore a 30,00 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$ ottenuto ponendo $H = 30,00$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per quanto concerne il sito oggetto d'intervento la classificazione dei suoli è stata effettuata a partire dai risultati del profilo MASW M1 richiamato nei capitoli 4 e 6.

In prima battuta si ribadisce che tale indagine ha evidenziato la presenza del bedrock sismico ad una profondità di -14,00 m dal p.c., pertanto la classificazione dei suoli è stata definita a partire dal valore di $V_{S,eq}$ relativo all'intervallo compreso fra il piano campagna e tale profondità.

Nel dettaglio, in ragione del fatto che è stato ricavato un valore di $V_{S,eq}$ pari a **410 m/s**, i depositi indagati sono stati assegnati alla categoria **B** dei suoli di fondazione di cui alla tabella 3.2.II delle NTC18 (*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 fra 360 m/s e 800 m/s).

Per maggiori ragguagli in merito ai risultati del profilo MASW di riferimento si rimanda all'Allegato 3.

Il modello sopra proposto è in sostanziale accordo con il quadro definito negli studi di Microzonazione Sismica di livello 1⁽¹²⁾ e di livello 2⁽¹³⁾ di cui dispone il Comune di Pinerolo. In particolare, si segnala che nella “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica” (MOPS) il settore oggetto della presente indagine è stato assegnato alla categoria 2 delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali il cui modello litostratigrafico prevede la presenza di una copertura avente potenza compresa fra i 10,00 m e i 30,00 m e direttamente poggiante su substrato rigido ($V_s > 800$ m/s).

Per quanto concerne le problematiche relative alla pericolosità sismica locale si possono escludere eventuali fenomeni di liquefazione dinamica di sabbie sotto falda. In particolare, facendo riferimento a quanto indicato al punto 7.11.3.4.2 del D.M. 17/1/2018, la verifica a liquefazione dei terreni di fondazione può essere omessa in ragione delle caratteristiche granulometriche degli stessi. Al riguardo, sulla base del quadro litostratigrafico delineato nel presente studio, è ragionevole ritenere che i depositi nei quali può essere ospitata la falda, rappresentati da termini prevalentemente ghiaiosi, siano caratterizzati da una distribuzione granulometrica esterna alle zone critiche indicate nelle Figure 7.11.1(a) e 7.11.1(b) di cui al punto 7.11.3.4.2 del succitato decreto.

In linea generale si deve altresì tener conto che, al di là degli approcci analitici, i materiali liquefacibili sono individuati da sabbie fini e limi con granulometria uniforme ($U < 5$) e costituenti terreni deltizi, fluviali e marini recenti, meandri ecc... La letteratura specifica, inoltre, individua una bassa o molto bassa probabilità che si verifichino fenomeni di liquefazione a spese di sedimenti di età pleistocenica. Dal punto di vista geomorfologico, infine, sono improbabili fenomeni di liquefazione sui sedimenti terrazzati.

A partire dalla caratterizzazione geosismica dei terreni presenti nell'area in esame, è stato possibile definire l'azione sismica di progetto in termini di accelerazione di picco al suolo (a_{max}). In particolare, viste le caratteristiche della struttura in progetto, si è assunta una vita nominale V_N pari a **50 anni** (tabella 2.4.I delle NTC18), per una classe d'uso **II** (paragrafo 2.4.2 delle NTC18) ed un coefficiente d'uso c_u pari a **1** (tabella 2.4.II delle

¹² A cura del POLITECNICO di Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale (dicembre 2011).

¹³ A cura del POLITECNICO di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (marzo 2013).

NTC18). Adottando lo stato limite di **salvaguardia della vita SLV**, i parametri dello spettro di risposta orizzontale utilizzato per la conduzione dei calcoli in presenza degli effetti inerziali indotti dal sisma di progetto sono⁽¹⁴⁾:

- accelerazione orizzontale massima del terreno $a_g = 0,131g$;
- valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale $F_0 = 2,460$;
- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale $T'_c = 0,263s$ per un $T_r = 475$ anni.

Più precisamente, nel caso in esame l'accelerazione di picco al suolo risulta essere pari a:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 0,157g$$

dove:

- S_s è un coefficiente di amplificazione dipendente dalla categoria di sottosuolo (B, nel caso specifico) e dal parametro F_0 che insieme ad a_g ed a T'_c definisce la pericolosità sismica sul reticolo di riferimento rigido orizzontale:

$$S_s = 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g = 1,20$$

- S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, nel caso in esame pari a 1 perché si è assunta una categoria topografica T1 (cfr. tabella 3.2.III delle NTC18); a tal proposito si rammenta che ne è necessaria l'adozione solo in riferimento a strutture ubicate nelle vicinanze di pendii con inclinazione superiore a 15° sessagesimali e dislivello superiore a 30 m.

¹⁴ I parametri sismici ed i coefficienti sismici di riferimento sono stati determinati con il software **GeoStru PS 2018** (<http://geoapp.eu/parametrisismici2018/>).

8. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Alla luce del quadro emerso dal presente studio, risulta evidente che il piano di fondazione della struttura in progetto dovrà essere ricavato entro i depositi alluvionali grossolani che caratterizzano l'area d'intervento (essenzialmente ghiaie in matrice sabbioso-limosa).

La definizione dei principali parametri geotecnici dei depositi di cui sopra è stata effettuata a partire dai risultati delle prove penetrometriche SPT condotte nei sondaggi di riferimento (si veda il capitolo 4), in particolare è stato cautelativamente adottato il valore più basso ricavato nell'ambito di tali prove in corrispondenza dei depositi ghiaioso-sabbiosi ($N_{SPT} = 32$).

A partire da questo valore di N_{SPT} si è proceduto alla determinazione dell'angolo di attrito interno di picco (φ_{picco}) mediante i seguenti metodi di correlazione: PECK-HANSON & THORNBURN, JAPANESE NATIONAL RAILWAY, SOWERS e ROAD BRIDGE SPECIFICATION. Secondo quanto proposto da BOLTON (1986), il valore medio dei risultati ricavati con i suddetti metodi di calcolo (pari a 37°) è stato quindi corretto in funzione del valore della densità relativa D_r (indicativamente pari a 65%), ottenendo l'angolo di attrito residuo in condizioni assialsimmetriche (φ'_{as}).

Si segnala infine che, visto il carattere eterogranulare incoerente dei depositi considerati, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza al taglio fornito dalle forze di coesione, adottando un modello geotecnico controllato dalle tensioni efficaci. In sintesi, i principali parametri geotecnici attribuiti ai terreni in esame, che devono essere riferiti ai depositi in condizioni indisturbate, sono i seguenti:

- γ_n (peso volumico) = 19,0 kN/m³ ($\approx 1,90$ t/m³);
- φ'_{as} (angolo di attrito interno) = 31° ;
- c (coesione) = 0,0 kN/m².

In conclusione, si sottolinea che, in fase esecutiva, sarà necessario verificare la rispondenza del modello sopra illustrato. In particolare dovrà essere valutata con attenzione la litostratigrafia di tutta l'area d'intervento al fine di procedere alla completa asportazione dei materiali superficiali scadenti eventualmente riscontrati (ad esempio terreno agrario, sedimenti fini e/o materiali di riporto).

9. FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Lo strumento urbanistico esecutivo in esame prevede la costruzione di un fabbricato residenziale plurifamiliare (5 piani f.t. + 1 piano interrato). Per maggiori ragguagli in merito alle caratteristiche tecniche e plano-altimetriche dell'intervento edilizio in esame si rimanda agli elaborati progettuali⁽¹⁵⁾.

Alla luce del quadro illustrato nel capitolo 5 in merito alla pericolosità geologica locale, si ribadisce che l'area oggetto d'indagine non presenta dei condizionamenti legati al rischio geomorfologico tali da pregiudicare la fattibilità dell'intervento sopra richiamato. Al riguardo si evidenzia che le strutture presenti nel lotto interessato dai lavori non hanno determinato interferenze negative con la stabilità del settore su cui insiste il medesimo. Si sottolinea inoltre che i lavori in esame non comporteranno sostanziali variazioni dello stato attuale dei luoghi, pertanto si può escludere che essi possano modificare il quadro relativo alla pericolosità geologica locale. Si rammenta infine che il settore oggetto d'indagine non presenta problematiche legate a processi connessi al reticolo idrografico e pertanto, in accordo con quanto previsto dall'art. 62, punto 5, delle Norme di Attuazione allegate al Progetto definitivo di Variante per l'adeguamento del P.R.G.C. al PAI⁽¹⁶⁾, non si è proceduto ad ulteriori studi idrologici-idraulici di dettaglio.

In merito agli aspetti geotecnici, si ribadisce che il piano di fondazione della struttura in progetto dovrà essere ricavato entro i depositi alluvionali grossolani descritti nei capitoli 6 e 8, previa la completa asportazione dei materiali con caratteristiche geotecniche scadenti eventualmente riscontrati in superficie durante le operazioni di scavo. Per maggiori ragguagli a tale proposito si rimanda al capitolo 10.

Alla luce del quadro geoidrologico tratteggiato nel presente studio si possono ragionevolmente escludere eventuali interferenze fra i locali del piano interrato e la falda propriamente detta. In ogni caso, si raccomanda di prevedere un'adeguata impermeabilizzazione dei muri controterra per evitare interferenze in risposta ad eventuali processi di circolazione idrica di carattere ipodermico.

A seguito dell'apertura degli scavi dovrà essere verificata l'eventuale necessità di prevedere alla messa in opera di appositi sistemi di drenaggio a

¹⁵ Arch. Italo TOMASSINI (Pinerolo, TO).

¹⁶ Si veda la nota 9.

tergo dei muri controterra in progetto. A tal fine si potrà valutare l'ipotesi di realizzare un vespaio di tipo tradizionale (con ciottoli di fiume lavati), avendo cura di rivestirne il lato controterra con un geotessile tessuto non tessuto con funzione filtrante. In alternativa, potrà risultare utile la posa di un geocomposito ad elevata capacità drenante (georete tridimensionale protetta da due geotessili di separazione). Indipendentemente dalla soluzione tecnica adottata, alla base dell'impianto drenante dovrà essere posizionato un tubo microfessurato in PVC corrugato, grazie al quale le acque raccolte saranno allontanate. Si sottolinea che il tubo in esame dovrà essere protetto da un geotessile tessuto non tessuto allo scopo di impedire che possa essere intasato da materiali fini.

In relazione agli aspetti relativi alla gestione delle acque meteoriche si segnala che i lavori in progetto non comporteranno un incremento significativo delle superfici impermeabilizzate, pertanto non sono previste sostanziali modifiche dello stato di fatto. In ogni caso, sulla base delle indicazioni riportate nella Scheda n. 25 dell'elaborato GA03 "Schede di sintesi relative alle previsioni urbanistiche"⁽¹⁷⁾ allegato al P.R.G.C. vigente, si dovrà procedere alla realizzazione di un'idonea rete di raccolta delle acque meteoriche. Tali opere si rendono necessarie anche in considerazione della bassa conducibilità idraulica che può caratterizzare l'orizzonte superficiale dei depositi alluvionali presenti nell'area.

Per differire i tempi di accesso in rete delle portate meteoriche, potrà risultare utile l'adozione di appositi sistemi di accumulo. In particolare, si consiglia la realizzazione di serbatoi interrati dotati di troppo pieno, in direzione dei quali convogliare le acque intercettate nella rete di raccolta che potranno essere eventualmente utilizzate per l'irrigazione delle aree verdi pertinenziali. I dispositivi di stoccaggio in esame potranno essere realizzati in opera o mediante l'utilizzo di elementi prefabbricati (modulari o monoblocco). Indipendentemente dalla soluzione adottata, dovrà essere garantita la perfetta tenuta di questi manufatti al fine di evitare eventuali fenomeni di infiltrazione idrica concentrata. Si sottolinea che la rete di raccolta delle acque meteoriche dovrà essere sottoposta a periodiche operazioni di manutenzione al fine di garantirne una corretta funzionalità.

In conclusione, in merito alle prescrizioni di carattere generale si sottolinea che gli scavi necessari per la realizzazione dell'intervento in

¹⁷ A firma del Dott. Geol. Teresio BARBERO e del Dott. Geol. Nicola QUARANTA (luglio 2012).

progetto dovranno essere mantenuti aperti solo per il tempo strettamente necessario all'esecuzione dei lavori e dovranno essere adeguatamente protetti con parapetti e cartelli indicatori, a maggior ragione se si considera che i depositi presenti nell'area d'intervento sono essenzialmente granulari. Inoltre, lungo il ciglio superiore delle pareti di scavo dovranno essere impediti il transito di automezzi, nonché lo stoccaggio di materiali. In caso di eventi meteorici intensi e/o prolungati, queste ultime dovranno essere protette mediante la posa di teli impermeabili, adeguatamente ancorati lungo il ciglio superiore e lungo il piede, onde evitare che possano essere accidentalmente spostati o rimossi (ad esempio mediante l'infissione di picchetti sagomati a "U").

Infine, occorre sottolineare che, in fase esecutiva, dovranno essere adottate misure necessarie a scongiurare eventuali interferenze con le strutture adiacenti al lotto oggetto d'intervento.

10. VERIFICHE GEOTECNICHE

A partire dal modello geotecnico definito nel capitolo 8 si è proceduto alla valutazione della capacità portante dei terreni esaminati mediante la formula generale di BRINCH-HANSEN (1970), determinando la $q_{lim,d}$ (R_d) secondo l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3 previsto dal D.M. 17/1/2018 (NTC18), per il quale i coefficienti parziali γ_M per i parametri geotecnici del terreno sono pari all'unità ed il coefficiente parziale γ_R per la verifica allo SLU (stato limite ultimo) della capacità portante di fondazioni superficiali è pari a 2,3.

La formula generale di BRINCH-HANSEN (1970) costituisce un'estensione dell'equazione di BUISMAN (1935) e TERZAGHI (1943) ottenuta dalla sovrapposizione di soluzioni relative a casi particolari, corretta per tenere conto degli effetti inerziali dovuti al sisma (il Comune di Pinerolo è stato riclassificato in Zona 3s ai sensi della D.G.R. n. 6-887 del 30/12/2019):

$$Q_{lim} = cN_c s_c i_c b_c g_c z_c + \gamma_n D N_q s_q i_q b_q g_q z_q + \frac{1}{2} \gamma_n B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} z_{\gamma}$$

nella quale:

Parametri geotecnici:

- c = coesione (t/m^2);
- γ_n = peso di volume del terreno (t/m^3);

Caratteristiche della fondazione:

- D = profondità efficace del piano di appoggio delle fondazioni (m);
- B = larghezza del lato minore della fondazione (m);

Coefficienti adimensionali:

- N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante, dipendenti dall'angolo di resistenza al taglio φ ⁽¹⁸⁾;
- s_c, s_q, s_γ = fattori di forma della fondazione⁽¹⁹⁾;
- i_c, i_q, i_γ = fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico;
- b_c, b_q, b_γ = fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base della fondazione;
- g_c, g_q, g_γ = fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna;
- Z_c, Z_q, Z_γ = fattori correttivi che tengono conto degli effetti inerziali dovuti al sisma, funzione, in particolare, del coefficiente sismico pseudostatico k_h .

La verifica, in assenza della progettazione strutturale, è stata condotta in via preliminare facendo riferimento ad uno schema costituito da un reticolo di travi collegate il cui comportamento sarà riconducibile a quello di una piastra nervata in grado di distribuire uniformemente le tensioni sul terreno (fondazioni nastriformi caratterizzate da una larghezza B pari a 0,70 m).

Per quanto concerne il reinterro delle fondazioni (D), è stato adottato un valore minimo pari a 0,50 m; in sintesi si è ipotizzato che le fondazioni siano alloggiare per almeno 0,50 m entro i depositi alluvionali grossolani che caratterizzano l'area d'intervento.

Si precisa inoltre che, alla luce del quadro idrogeologico delineato nel capitolo 6 (cui si rimanda), si possono escludere eventuali interferenze fra la falda freatica propriamente detta e le strutture di fondazione.

I calcoli sono stati effettuati in condizioni statiche (assenza di sisma) ed in condizioni dinamiche, permettendo di valutare gli effetti inerziali dovuti al sisma. Nella tabella di seguito riportata sono sintetizzati i risultati ottenuti.

¹⁸ Per il calcolo di N_q, N_c ed N_γ si è fatto riferimento alla soluzione proposta da VESIC (1970) anziché a quella di BRINCH-HANSEN.

¹⁹ Nella verifica non si è tenuto conto di eventuali eccentricità, trascurando la fondazione ridotta.

Fondazione	Condizioni di verifica	Q_{lim}	$Q_{lim,d}$
Nastriforme B = 0,70 m	statiche (SLU)	3,92 kg/cm²	1,70 kg/cm²
	dinamiche (SLV)	3,52 kg/cm²	1,53 kg/cm²

I tabulati relativi alle operazioni di calcolo sono riportati nell'Allegato 5. Si sottolinea che i risultati ottenuti mettono in evidenza che la fattibilità dell'intervento edilizio in progetto non mostra particolari condizionamenti di natura geotecnica. Si rammenta peraltro che le verifiche condotte sono di carattere preliminare, pertanto dovranno essere approfondite nel corso della progettazione strutturale.

In conclusione, si ribadisce che, in fase esecutiva, sarà necessario verificare la rispondenza del modello definito nel presente studio. In particolare, dovrà essere valutata con attenzione la litostratigrafia dell'intera area d'intervento evidenziando l'eventuale presenza di livelli aventi caratteristiche geotecniche scadenti.

11. CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati dello studio effettuato e nel rispetto delle note tecnico-esecutive illustrate nella presente relazione si esclude che la fattibilità dell'intervento edilizio previsto nello strumento urbanistico esecutivo in esame sia gravata da particolari condizionamenti di natura geologica.

Più precisamente, si sottolinea che nell'area d'intervento non è stata rilevata la presenza di evidenze riconducibili a processi di instabilità e che i lavori previsti non comporteranno sostanziali variazioni dello stato attuale dei luoghi, pertanto si può escludere che essi possano modificare il quadro relativo alla pericolosità geologica locale. A tale proposito si evidenzia inoltre che l'area in oggetto non mostra condizionamenti connessi alla dinamica del reticolo idrografico superficiale, pertanto non è stato ritenuto necessario procedere alla redazione di una relazione idrologica-idraulica.

L'assetto litostratigrafico del settore su cui insiste l'area d'intervento è caratterizzato dalla presenza di un materasso alluvionale costituito da depositi grossolani essenzialmente rappresentati da termini ghiaiosi in matrice sabbioso-limosa che sono stati riferiti al Pleistocene medio. Il

materasso costituito dai depositi sopra descritti risulta essere direttamente sovrapposto al substrato roccioso prequaternario il cui tetto si approfondisce allontanandosi progressivamente dal piede del pendio collinare immediatamente retrostante al lotto d'intervento.

Sebbene nel corso delle operazioni di perforazione dei sondaggi eseguiti nell'ambito del presente studio non sia stata rilevata la presenza della falda freatica propriamente detta, non si può escludere che nei depositi sopra richiamati siano ospitate locali falde di tipo sospeso, di carattere temporaneo e con scarsa continuità laterale.

In merito alla classificazione sismica del settore considerato, sulla base dei risultati del profilo MASW effettuato nel lotto confinante con quello oggetto d'intervento, i terreni che caratterizzano quest'ultimo sono stati assegnati alla categoria **B** dei suoli di fondazione di cui alle NTC18. Relativamente alle problematiche legate alla pericolosità sismica locale, alla luce del presente studio, si possono escludere eventuali fenomeni di liquefazione dinamica di sabbie sotto falda.

Per quanto concerne gli aspetti geotecnici, dallo studio condotto è emerso che il piano di fondazione della struttura in progetto dovrà essere ricavato entro i depositi alluvionali grossolani del materasso poc'anzi descritto. Si è pertanto proceduto alla definizione dei principali parametri di questi materiali: $\gamma_n = 19,0 \text{ kN/m}^3$ ($\approx 1,90 \text{ t/m}^3$); $\varphi'_{as} = 31^\circ$; $c = 0,0 \text{ kN/m}^2$. Si precisa che il modello geotecnico sopra richiamato si riferisce ai depositi in condizioni indisturbate.

In riferimento a quest'ultimo aspetto, dalle verifiche preliminari condotte nell'ambito del presente studio emerge che le caratteristiche dei terreni di fondazione sono in grado di assicurare valori di R_d superiori alle risultanti delle azioni di progetto N_d prevedibili, pertanto risultano verificate le condizioni del sito necessarie ad orientare il Progettista nel corretto dimensionamento della struttura in progetto.

E' altresì importante rammentare che in fase esecutiva si dovrà accertare la rispondenza del modello definito nel presente studio. In particolare, durante l'esecuzione degli scavi, sarà necessario verificare l'assetto litostratigrafico di tutta l'area d'intervento.

Pinerolo, 25 settembre 2023

Dott. Geol. Marco Barbero

(documento informatico firmato digitalmente)

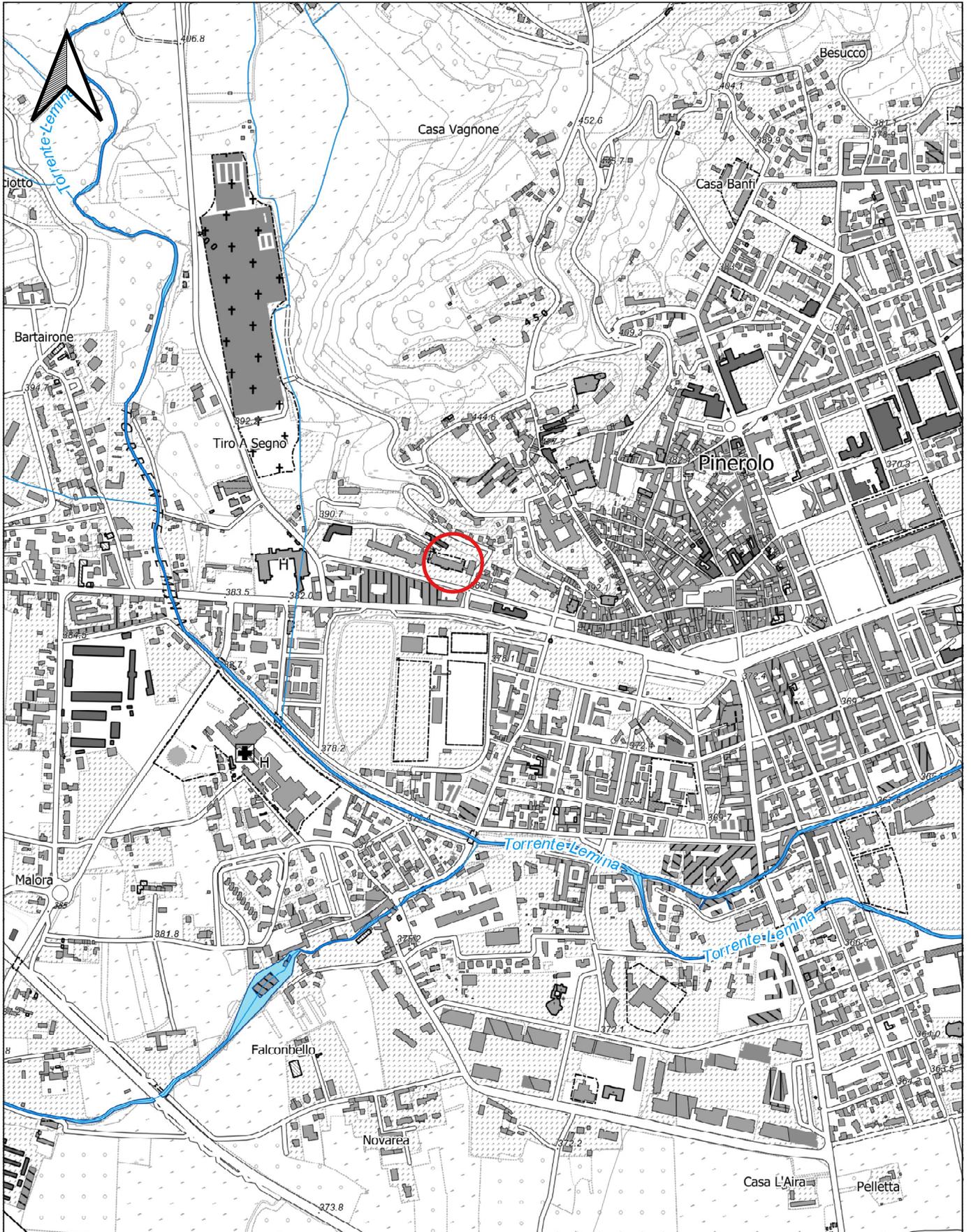
ALLEGATI

- **Allegato 1 - Localizzazione geografica dell'area oggetto d'indagine**
- **Allegato 2 - Inquadramento geologico**
- **Allegato 3 - Dati geognostici di riferimento**
- **Allegato 4 - Analisi di laboratorio geotecnico**
- **Allegato 5 - Verifiche geotecniche: tabulati**

Allegato 1

Localizzazione geografica
dell'area oggetto d'indagine
(evidenziata con il cerchio rosso)

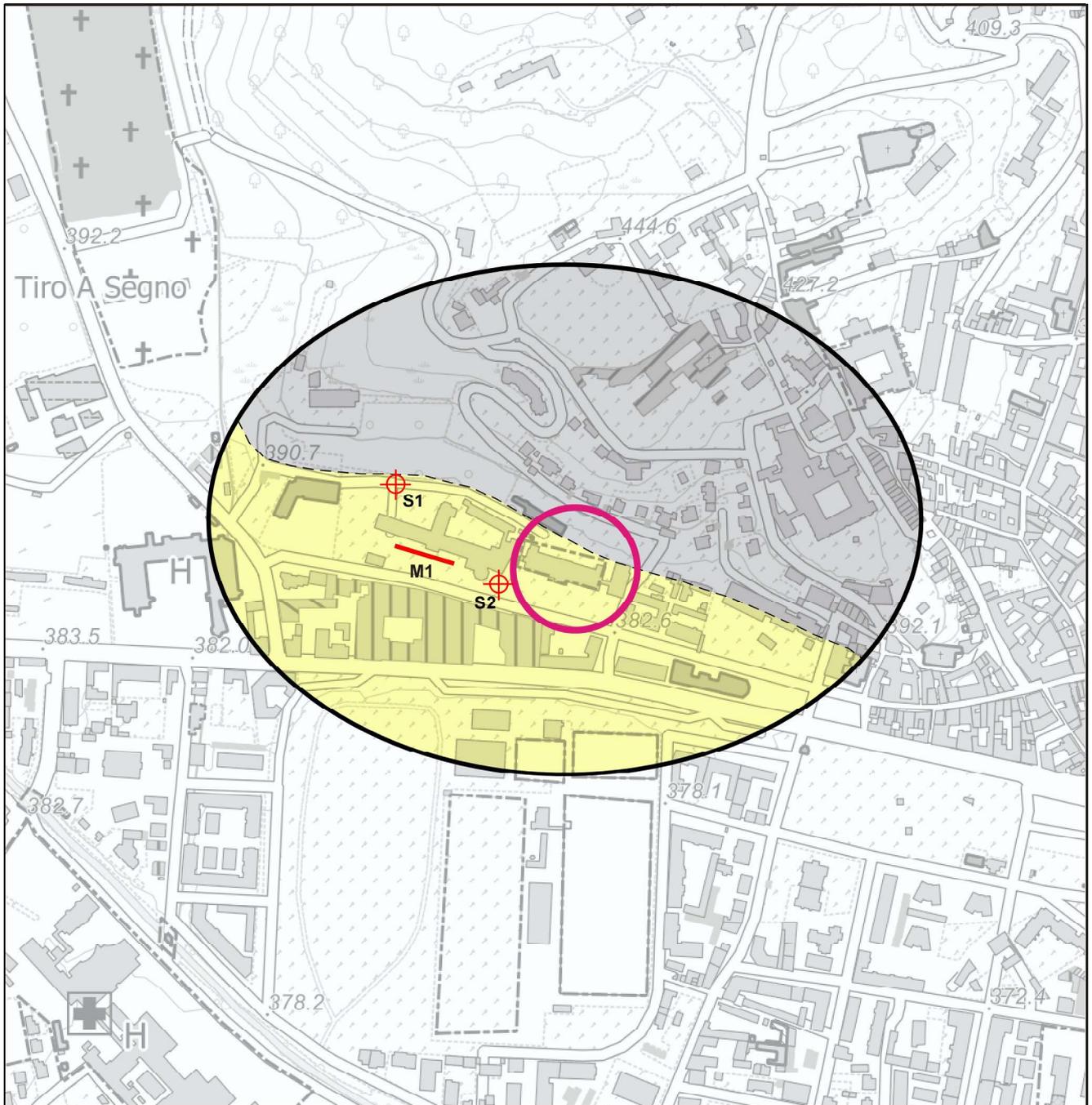
Scala 1:10.000



Allegato 2

Inquadramento geologico

Scala 1:5.000



LEGENDA

 Depositi alluvionali medio-antichi (Pleistocene medio).

 Substrato roccioso prequaternario (gneiss e micascisti della "Serie Grafica Pinerolese") e relativa copertura eluvio-colluviale.

 Area oggetto d'indagine.

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

 S2 Sondaggi a carotaggio continuo.

 M1 Traccia profilo MASW.

Allegato 3
Dati geognostici di riferimento
Sondaggi a carotaggio continuo S1 – S2
Profilo sismico MASW M1

Sondaggio a carotaggio continuo S1

Codice Perforazione	Cantiere	Profondità (m)	Falda freatica (m)
109501	PEC F5 Area "Cottolengo"	19.50	7.20

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S1	Pinerolo	TO	Via Cottolengo 14, Pinerolo

Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
8/2/2010	9/2/2010	19.50	PEC F5 Area "Cottolengo"

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
109501	0.50	terreno vegetale , sabbia medio fine limosa con tracce di ghiaia fine
109501	3.50	sabbia medio fine limosa , localmente con limo e con tracce di ghiaia fine
109501	4.00	ghiaia eterometrica con sabbia medio fine limosa
109501	5.00	limo con sabbia medio fine con tracce di ghiaia
109501	6.00	ghiaia eterometrica localmente alterata e sabbia medio grossa limosa
109501	7.00	frammenti di roccia scistosa con sabbia medio fine limosa
109501	19.50	roccia metamorfica scistosa ; micascisto con lenti di quarzo con alterazione medio elevato

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
109501	3.00	4	7	16	23
109501	6.00	-999	0	0	-999

Sondaggio a carotaggio continuo S2

Codice Perforazione	Cantiere	Profondità (m)	Falda freatica (m)
109502	PEC F5 Area "Cottolengo"	20.00	4.00

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S2	Pinerolo	TO	Via Cottolengo 14, Pinerolo

Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
10/2/2010	10/2/2010	20.00	PEC F5 Area "Cottolengo"

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
109502	0.50	terreno vegetale , sabbia eterometrica limoso con ghiaia medio fine
109502	2.00	sabbia medio fine limosa con tracce di ghiaia
109502	4.00	sabbia eterometrica debolmente limosa da ghiaiosa a con ghiaia
109502	5.00	ghiaia eterometrica alterata con sabbia medio fine limosa , rari ciottoli
109502	15.00	ghiaia eterometrica da alterata a intensamente alterata con sabbia medio fine limosa , localmente con limo ; rari ciottoli
109502	16.00	ghiaia eterometrica con sabbia medio grossa debolmente limosa
109502	20.00	ghiaia eterometrica alterata con sabbia medio fine limosa localmente con limo , presenza di ciottoli

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
109502	1.50	3	5	9	14
109502	3.00	8	15	17	32
109502	6.00	19	-999	0	-999
109502	9.00	18	15	19	34
109502	12.00	27	32	-999	-999
109502	15.00	28	22	19	41
109502	18.00	31	-999	0	-999

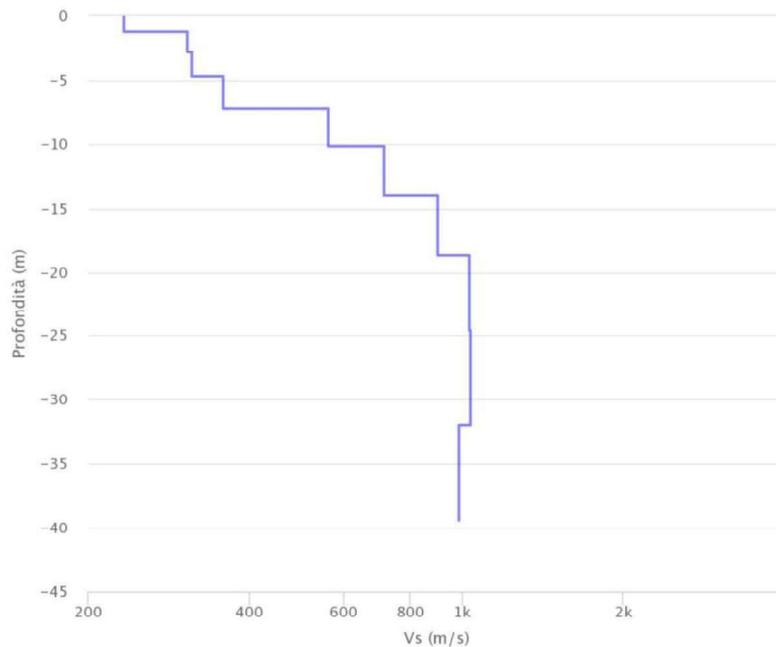
Profilo sismico MASW M1

Codice indagine	Località	Comune	Provincia	Data indagine	Tipo indagine
MASW	Via Cottolengo 14	Pinerolo	TO	31/5/2011	MASW

Profondità (m)	Vs
1.20	233.00000
2.80	306.00000
4.70	312.00000
7.20	357.00000
10.20	561.00000
14.00	713.00000
18.70	898.00000
24.60	1029.00000
32.00	1034.00000
39.40	984.00000

Profilo verticale Vs

Scheda numero 10002024



Profondità (m)

Allegato 4

Analisi di laboratorio geotecnico

Geoalpi Consulting

Cantiere ICR Costruzioni S.r.l. – “P.E.C. Area F5” Pinerolo.

Prove geotecniche di laboratorio

2797_r01

B					
A					
Ø	15/09/2023	Dott. M. Mussa 	Dott. R. Tomai 	Ing. A. Morino 	Emissione
REV	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	DESCRIZIONE

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06278/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

Committente: **Geolpi Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:	Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione: C1	Ricevuto il: 08/09/23	Forno elettrico
Profondità (m): 3,80-4,00	Aperto il: 13/09/23	Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova: 15/09/23		Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **1845,0**

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 913,0				PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)
90,00	0,0	0,00	0,00	100,00	0,0	60,1	21,2
75,00	0,0	0,00	0,00	100,00			17,0
63,00	0,0	0,00	0,00	100,00			1,7
50,00	108,0	11,83	11,83	88,17			
37,50	100,0	10,95	22,78	77,22			
25,00	122,4	13,41	36,19	63,81			
19,00	39,3	4,31	40,50	59,50			
12,50	59,2	6,48	46,98	53,02			
9,50	16,1	1,76	48,74	51,26			
4,75	53,1	5,82	54,56	45,44			
2,00	50,9	5,57	60,13	39,87			
1,00	32,4	3,55	63,68	36,32			
0,425	44,4	4,86	68,54	31,46			
0,180	41,1	4,50	73,04	26,96			
0,063	75,5	8,27	81,31	18,69			
fondo	170,7	18,69	100,00	-			

ANALISI CON L'AEROMETRO:		Peso secco terreno analizzato (g): 50,00				Peso specifico granuli stimato (g/cm ³): 2,70			
tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale	
0,5	24,3	1,0300	30,500	27,575	8,861	0,0538	87,59	16,37	
1	24,3	1,0265	27,000	24,075	9,701	0,0398	76,47	14,30	
2	24,3	1,0240	24,500	21,575	10,301	0,0290	68,53	12,81	
4	24,3	1,0215	22,000	19,075	10,901	0,0211	60,59	11,33	
8	24,3	1,0160	16,500	13,575	12,221	0,0158	43,12	8,06	
15	24,3	1,0125	13,000	10,075	13,061	0,0119	32,00	5,98	
30	24,3	1,0105	11,000	8,075	13,541	0,0086	25,65	4,79	
60	24,4	1,0090	9,500	6,600	13,901	0,0061	20,96	3,92	
120	24,5	1,0080	8,500	5,625	14,141	0,0044	17,87	3,34	
240	25,2	1,0060	6,500	3,800	14,621	0,0031	12,07	2,26	
480	25,5	1,0050	5,500	2,875	14,861	0,0022	9,13	1,71	
1440	24,0	1,0040	4,500	1,500	15,101	0,0013	4,76	0,89	

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa)

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai)

PAGINA:

1/2

gd test srl

Società unipersonale | Corso Casale 239 | 10132 TORINO Italia
Tel. +39.011.58.08.406 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
Capitale sociale: 100.000 euro | P.IVA e C.F.: 08207640015
PEC: gdtest@legalmail.it | Fattura elettronica: faelettronica@pec.it

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06278/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

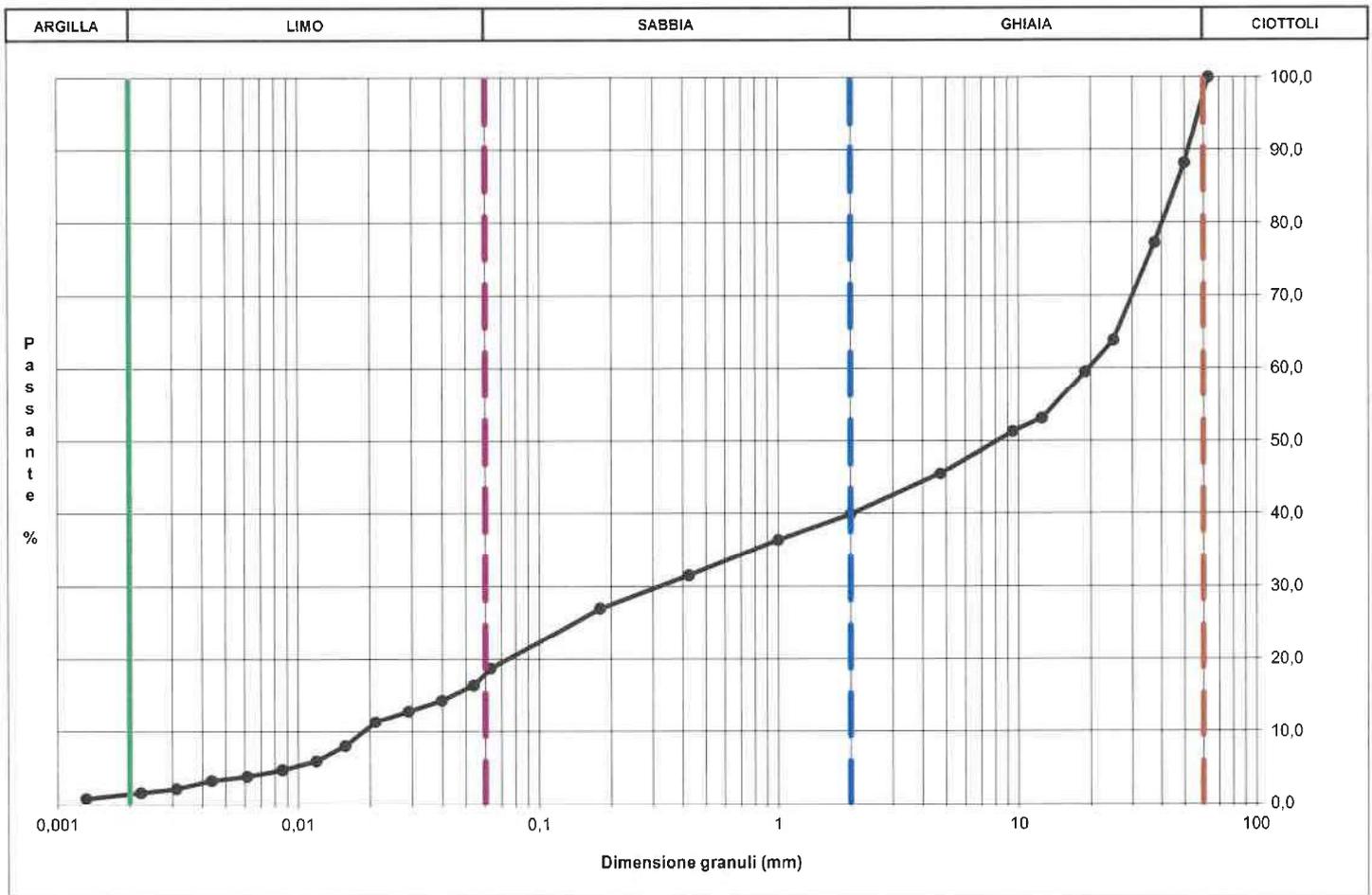
Committente: **Geopl Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo**
Prove geotecniche di laboratorio

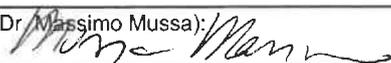
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:		Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio:	S1	Codice provino:	\
Campione:	C1	Ricevuto il:	08/09/23
Profondità (m):	3,80-4,00	Aperto il:	13/09/23
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova:	15/09/23		Termometro digitale

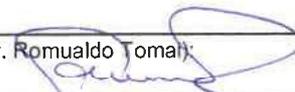
Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa): 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Toma): 

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06279/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

Committente: **Geoalpi Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo
Prove geotecniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:		Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S1	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione:	C2	Ricevuto il:	08/09/23	Forno elettrico
Profondità (m):	5,85-6,15	Aperto il:	13/09/23	Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA E LIMO			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova:	15/09/23			Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **1932,0**

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 948,5				PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)
90,00	0,0	0,00	0,00	100,00	0,0	42,0	30,8
75,00	0,0	0,00	0,00	100,00			
63,00	0,0	0,00	0,00	100,00			
50,00	0,0	0,00	0,00	100,00			
37,50	54,5	5,75	5,75	94,25			
25,00	53,8	5,68	11,42	88,58			
19,00	41,5	4,38	15,80	84,20			
12,50	32,6	3,44	19,24	80,76			
9,50	25,8	2,72	21,96	78,04			
4,75	96,9	10,22	32,18	67,82			
2,00	93,2	9,83	42,00	58,00			
1,00	56,0	5,90	47,90	52,10			
0,425	86,3	9,10	57,00	43,00			
0,180	54,2	5,72	62,71	37,29			
0,063	95,8	10,10	72,81	27,19			
fondo	257,9	27,19	100,00	-			

ANALISI CON L'AEROMETRO:		Peso secco terreno analizzato (g): 50,00				Peso specifico granuli stimato (g/cm ³): 2,70			
tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale	
0,5	24,3	1,0300	30,500	27,575	8,861	0,0538	87,59	23,81	
1	24,3	1,0270	27,500	24,575	9,581	0,0396	78,06	21,22	
2	24,3	1,0240	24,500	21,575	10,301	0,0290	68,53	18,63	
4	24,3	1,0220	22,500	19,575	10,781	0,0210	62,18	16,91	
8	24,3	1,0175	18,000	15,075	11,861	0,0156	47,89	13,02	
15	24,3	1,0150	15,500	12,575	12,461	0,0116	39,94	10,86	
30	24,3	1,0110	11,500	8,575	13,421	0,0085	27,24	7,41	
60	24,4	1,0090	9,500	6,600	13,901	0,0061	20,96	5,70	
120	24,5	1,0070	7,500	4,625	14,381	0,0044	14,69	3,99	
240	25,2	1,0055	6,000	3,300	14,741	0,0031	10,48	2,85	
480	25,5	1,0040	4,500	1,875	15,101	0,0022	5,96	1,62	
1440	24,0	1,0030	3,500	0,500	15,341	0,0013	1,59	0,43	

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Musso)

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai)

PAGINA:

1/2

gd test srl

Società unipersonale | Corso Casale 239 | 10132 TORINO Italia
Tel. +39.011.58.08.406 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
Capitale sociale: 100.000 euro | P.IVA e C.F.: 08207640015
PEC: gdtest@legalmail.it | Fattura elettronica: faelettronica@pec.it



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06279/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

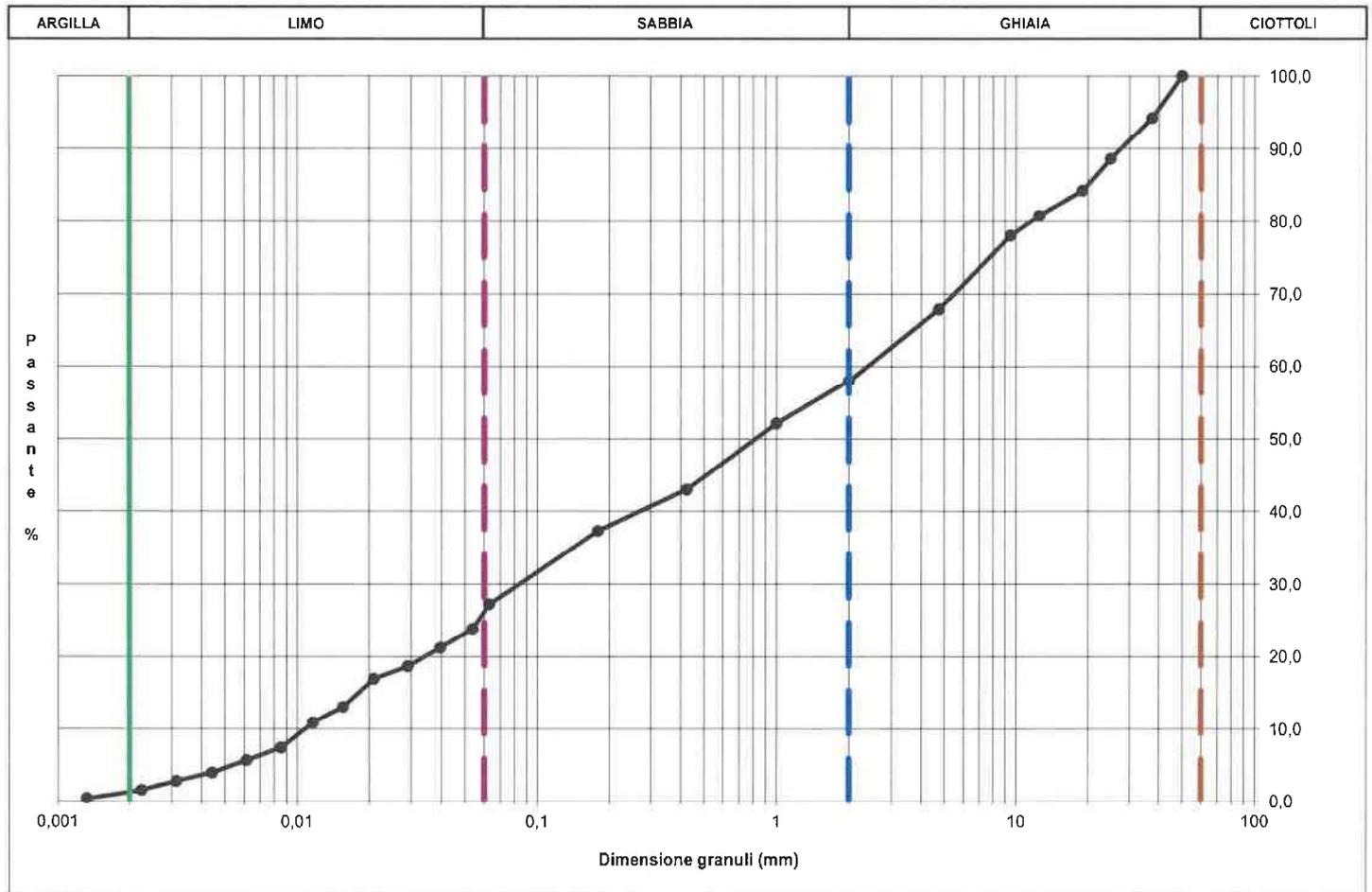
Committente: **Geoalpi Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo**
Prove geotecniche di laboratorio

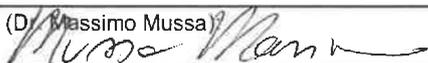
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:		Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1	Codice provino: 1	Ricevuto il: 08/09/23	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione: C2	Ricevuto il: 08/09/23	Aperto il: 13/09/23	Forno elettrico
Profondità (m): 5,85-6,15	Aperto il: 13/09/23		Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA E LIMO			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova: 15/09/23			Termometro digitale

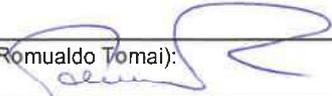
Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa) 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06280/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

Committente: **Geolpi Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:		Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio:	S1	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione:	C3	Ricevuto il: 08/09/23	Forno elettrico
Profondità (m):	7,80-8,20	Aperto il: 13/09/23	Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova:	15/09/23		Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

DATI DI PROVA

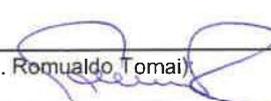
Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **1789,0**

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 907,5				PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)
90,00	0,0	0,00	0,00	100,00	0,0	41,4	31,9
75,00	0,0	0,00	0,00	100,00			24,3
63,00	0,0	0,00	0,00	100,00			2,4
50,00	77,5	8,54	8,54	91,46			
37,50	35,0	3,86	12,40	87,60			
25,00	41,5	4,57	16,97	83,03			
19,00	17,8	1,96	18,93	81,07			
12,50	54,3	5,98	24,91	75,09			
9,50	18,4	2,03	26,94	73,06			
4,75	56,4	6,21	33,15	66,85			
2,00	74,5	8,21	41,37	58,63			
1,00	71,9	7,92	49,28	50,72			
0,425	71,2	7,84	57,13	42,87			
0,180	54,9	6,05	63,18	36,82			
0,063	91,3	10,06	73,24	26,76			
fondo	242,9	26,76	100,00	-			

ANALISI CON L'AEROMETRO:		Peso secco terreno analizzato (g): 50,00				Peso specifico granuli stimato (g/cm ³): 2,70		
tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	24,3	1,0305	31,000	28,075	8,741	0,0534	89,18	23,87
1	24,3	1,0270	27,500	24,575	9,581	0,0396	78,06	20,89
2	24,3	1,0245	25,000	22,075	10,181	0,0288	70,12	18,77
4	24,3	1,0220	22,500	19,575	10,781	0,0210	62,18	16,64
8	24,3	1,0180	18,500	15,575	11,741	0,0155	49,47	13,24
15	24,3	1,0140	14,500	11,575	12,701	0,0118	36,77	9,84
30	24,3	1,0110	11,500	8,575	13,421	0,0085	27,24	7,29
60	24,4	1,0095	10,000	7,100	13,781	0,0061	22,55	6,04
120	24,5	1,0080	8,500	5,625	14,141	0,0044	17,87	4,78
240	25,2	1,0060	6,500	3,800	14,621	0,0031	12,07	3,23
480	25,5	1,0050	5,500	2,875	14,861	0,0022	9,13	2,44
1440	24,0	1,0040	4,500	1,500	15,101	0,0013	4,76	1,28

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa) 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 

PAGINA: 1/2

gd test srl

Società unipersonale | Corso Casale 239 | 10132 TORINO Italia
Tel. +39.011 58.08.406 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
Capitale sociale: 100.000 euro | P.IVA e C.F.: 08207640015
PEC: gdtest@legalmail.it | Fattura elettronica: [faelettronica@pec.it](mailto:faellettronica@pec.it)

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06280/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

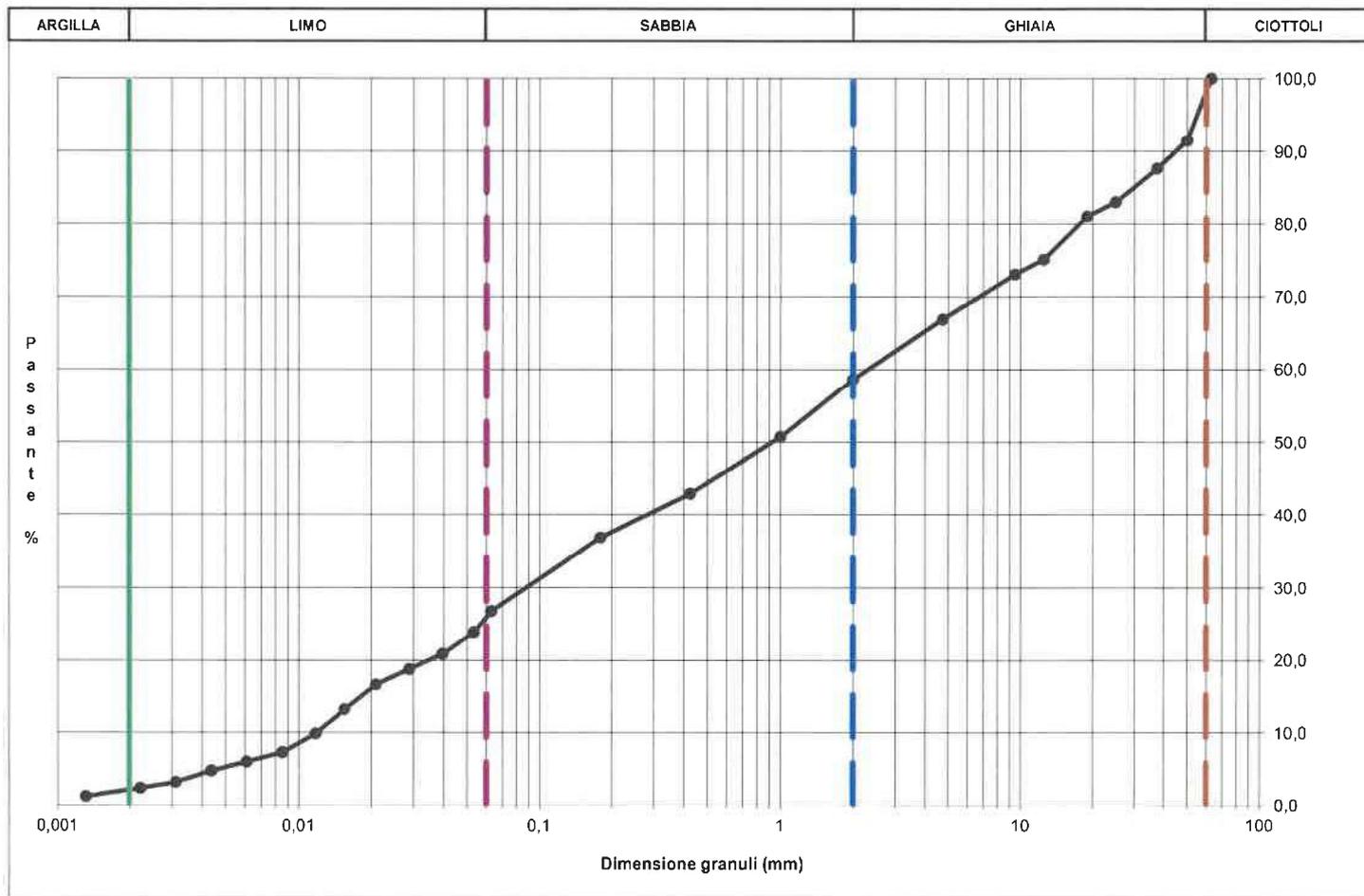
Committente: **Geoalpi Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:		Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S1	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione:	C3	Ricevuto il:	08/09/23	Forno elettrico
Profondità (m):	7,80-8,20	Aperto il:	13/09/23	Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova:	15/09/23			Termometro digitale

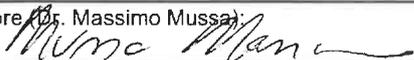
Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA

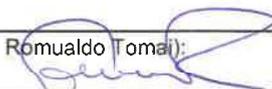


NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Toma):



PAGINA:

2/2

gd test srl

Società unipersonale | Corso Casale 239 | 10132 TORINO Italia
Tel. +39.011 58 08 406 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
Capitale sociale: 100 000 euro | P.IVA e C.F.: 08207640015
PEC: gdtest@legalmail.it | Fattura elettronica: fae@legalmail.it



Certificato N° 12-E-0206551-TIC

Certificato N° 12-Q-0206551-TIC

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06281/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

Committente: **Geolpi Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:		Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio:	S1	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione:	C4	Ricevuto il: 08/09/23	Forno elettrico
Profondità (m):	9,80-10,00	Aperto il: 13/09/23	Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova:	15/09/23		Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **1512,0**

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 740,0				PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)
90,00	0,0	0,00	0,00	100,00	0,0	52,0	27,5
75,00	0,0	0,00	0,00	100,00			19,3
63,00	0,0	0,00	0,00	100,00			1,2
50,00	0,0	0,00	0,00	100,00			
37,50	0,0	0,00	0,00	100,00			
25,00	131,6	17,78	17,78	82,22			
19,00	41,6	5,62	23,41	76,59			
12,50	55,8	7,54	30,94	69,06			
9,50	32,4	4,38	35,33	64,67			
4,75	51,6	6,98	42,30	57,70			
2,00	71,5	9,66	51,96	48,04			
1,00	51,2	6,92	58,88	41,12			
0,425	58,5	7,90	66,79	33,21			
0,180	41,8	5,64	72,43	27,57			
0,063	52,4	7,08	79,51	20,49			
fondo	151,7	20,49	100,00	-			

ANALISI CON L'AEROMETRO:		Peso secco terreno analizzato (g): 50,00				Peso specifico granuli stimato (g/cm ³): 2,70			
tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale	
0,5	24,3	1,0300	30,500	27,575	8,861	0,0538	87,59	17,95	
1	24,3	1,0270	27,500	24,575	9,581	0,0396	78,06	16,00	
2	24,3	1,0240	24,500	21,575	10,301	0,0290	68,53	14,05	
4	24,3	1,0220	22,500	19,575	10,781	0,0210	62,18	12,74	
8	24,3	1,0165	17,000	14,075	12,101	0,0157	44,71	9,16	
15	24,3	1,0130	13,500	10,575	12,941	0,0119	33,59	6,88	
30	24,3	1,0105	11,000	8,075	13,541	0,0086	25,65	5,26	
60	24,4	1,0085	9,000	6,100	14,021	0,0062	19,38	3,97	
120	24,5	1,0065	7,000	4,125	14,501	0,0044	13,10	2,69	
240	25,2	1,0050	5,500	2,800	14,861	0,0031	8,89	1,82	
480	25,5	1,0040	4,500	1,875	15,101	0,0022	5,96	1,22	
1440	24,0	1,0035	4,000	1,000	15,221	0,0013	3,18	0,65	

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa)

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai)

PAGINA:

1/2

gd test srl

Società unipersonale | Corso Casale 239 | 10132 TORINO Italia
Tel. +39.011.58.08.406 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
Capitale sociale: 100.000 euro | P.IVA e C.F.: 08207640015
P.E.C.: gdtest@legalmail.it | Fattura elettronica: faelettronica@pec.it

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Certificato n. **06281/2792** Data emissione: **15/09/23** Archivio n.: **2792**

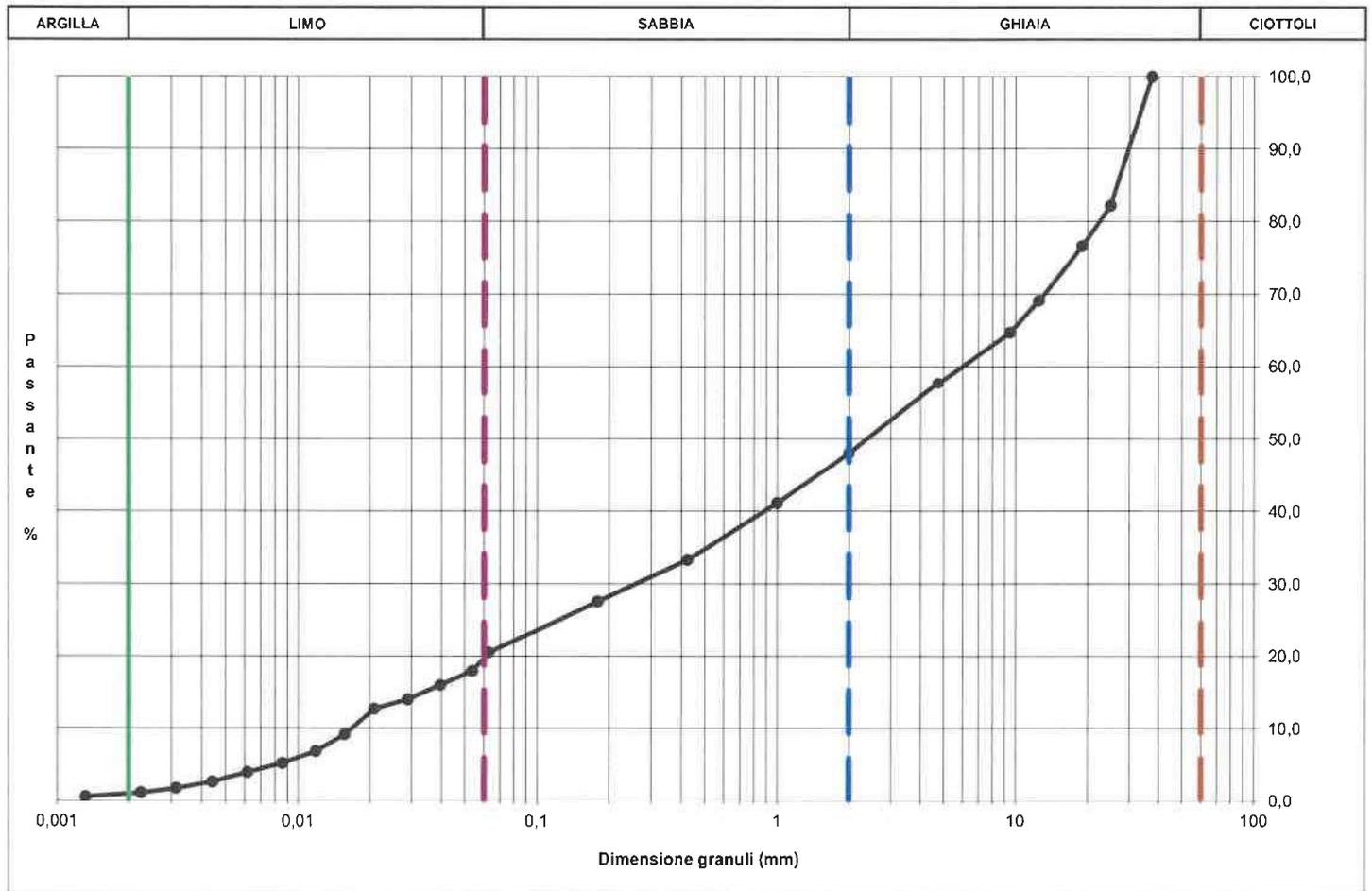
Committente: **Geoalpi Consulting**

Lavoro: **Cantiere ICR Costruzioni - "PEC Area F5" - Pinerolo**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE:		Grado di qualità (AGI): Q2	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1	Codice provino: \	Ricevuto il: 08/09/23	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione: C4	Ricevuto il: 08/09/23	Aperto il: 13/09/23	Forno elettrico
Profondità (m): 9,80-10,00	Aperto il: 13/09/23		Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova: 15/09/23			Termometro digitale

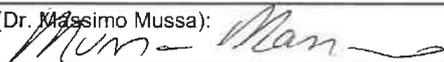
Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA

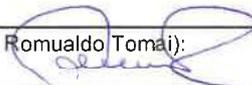


NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomaj):



PAGINA:

2/2

gd test srl

Società unipersonale | Corso Casale 239 | 10132 TORINO Italia
Tel. +39 011 58 08.406 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
Capitale sociale: 100 000 euro | P.IVA e C.F.: 08207640015
PEC: gdtest@legalmail.it | Fattura elettronica: faelettronica@pec.it

Allegato 5

Verifiche geotecniche: tabulati

Fondazione nastriforme larghezza $B = 0,70 \text{ m}$ – Condizioni statiche

Formula generale di Brinch-Hansen (1970)

Verifica fondazioni dirette secondo il D.M. 17 gennaio 2018 - Approccio DA2 - CONDIZIONI STATICHE

Analisi dei carichi		
Tensione [t/m ²]	Attrito [t/m ²]	Carico limite [t/m ²]
23.519104	15.687843	39.206947

$$q_{lim} = 39,207 \quad \text{t/m}^2$$

$$q_{lim,d} = 17,046 \quad \text{t/m}^2$$

Parametri Geotecnici

c' [t/m ²]	γ [t/m ³]	φ' [°]	Fattori di capacità portante	
			N _q	N _c
0	1,9	31	20.630793	32.67113
Peso di volume saturo γ _{sat} [t/m ³] 2,4				

Dimensioni della fondazione

Eccentricità [m] : 0,00		Tipologia: nastriforme		
Br [m]	Lr [m]	B eff. [m]	Sq	Sc
0,7	1E+51	0,7	1,00	1,00
			Sy	Sy
			1,00	1,00

q' [t/m ²]	z (rinterro) [m]	D/B [-]	Fattori di correzione	
			dq	dc
0,95	0,5	0,71	1,20	1,21
			<1	>1
			1,18	

Carichi Verticali [t]	Inclinati [t]	m= 2	Fattori di correzione		φ' [r]	Funzioni trigonometriche
			iq	ic		
0,95	0	1,00	1,00	1,00	0,5410521	sen
			1,00	1,00	0,857167	cos
					0,600861	tan

Piano campagna inclinato			
ω [°]	Fattori di correzione		Fondazione con base inclinata
	gq	gc	α [°]
0	1,00	1,00	0
			Fattori di correzione
			bq
			bc
			bγ
			1,00

Effetti inerziali dovuti al sisma	
Zona sismica	3s
Accelerazione orizzontale massima	0
Accelerazione di picco al suolo	0
Fattore S _s	1
Fattore S _T	1
Coefficiente sismico pseudostatico K _h	0

z _q	1
z _γ	1
z _c	1

Coefficiente parziale γ _R	2,3
--------------------------------------	-----

Fondazione nastriforme larghezza $B = 0,70 \text{ m}$ – Condizioni dinamiche

Formula generale di Brinch-Hansen (1970)

Verifica fondazioni dirette secondo il D.M. 17 gennaio 2018 - Approccio DA2 CONDIZIONI DINAMICHE

Analisi dei carichi		
Tensione [t/m ²]	Atrito [t/m ²]	Carico limite [t/m ²]
21,150361	14,10783	35,258191

$q_{lim} =$	35,258	t/m²
$q_{lim,d} =$	15,330	t/m²

Parametri Geotecnici

c' [t/m ²]	γ [t/m ³]	φ' [°]	Fattori di capacità portante	
			Nq	Ny
0	1,9	31	20,630793	32,67113
Peso di volume saturo γ _{sat} [t/m ³]			2,4	

Dimensioni della fondazione

Eccentricità [m] : 0,00		B eff. [m]		Fattori di forma	
Br [m]	Lr [m]	Sq	Sc	Sy	Sγ
0,7	1E+51	0,7	1,00	1,00	1,00

q' [t/m ²]	z (rinterro) [m]	D/B [-]	Fattori di correzione	
			dq	dc
0,95	0,5	0,71	1,20	1,21
			<1	>1

Carichi Verticali [t]	Inclinati [t]	0	Fattori di correzione		φ' [r]	Funzioni trigonometriche
			iq	ic		
0,95	0	1,00	1,00	1,00	0,5410521	sen 0,515038 cos 0,857167 tan 0,600861

Piano campagna inclinato				Fondazione con base inclinata	
ω [°]	Fattori di correzione		α [°]	Fattori di correzione	
	gq	gc		bq	bc
0	1,00	1,00	0	1,00	1,00

Effetti inerziali dovuti al sisma	
Zona sismica	3s
Accelerazione orizzontale massima	0,131
Accelerazione di picco al suolo	0,1572
Fattore S _s	1,2
Fattore S _T	1
Coefficiente sismico pseudostatico K _h	0,1572

z _q	0,8992843
z _γ	0,8992843
z _c	0,949696

Coefficiente parziale γ _R	2,3
--------------------------------------	-----