

INDICE

- 1 PREMESSA
- 2 NORME GEOLOGICHE D'USO DEI SUOLI
- 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO
 - 3.1 Assetto geologico locale
 - 3.2 Assetto geomorfologico locale
- 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE
 - 4.1 Sondaggi a carotaggio continuo (CAR)
 - 4.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
 - 4.3 Indagine geofisica (MASW)
 - 4.4 Indagine geofisica (HVSr)
 - 4.5 Analisi e prove di laboratorio geotecnico)
 - 4.6 Misure piezometriche
 - 4.7 Indagini geognostiche pregresse (Banca Dati ARPA Piemonte)
- 5 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO
 - 5.1 Considerazioni generali
 - 5.2 Assetto litostratigrafico locale
- 6 ASSETTO IDROGEOLOGICO
- 7 SISMICITA
- 8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

ALLEGATI

Allegato 1 – Ubicazione indagini geognostiche

Allegato 2 – Note Tecnico-Esecutive indagine geognostica

Allegato 3 – Sezione litostratigrafica

1 PREMESSA

La presente relazione geologica è realizzata a supporto e indirizzo della progettazione esecutiva per conto della Città di Torino – Dipartimento Manutenzioni e Servizi Tecnici – Divisione Manutenzioni – Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport nell’ambito del P.N.R.R. – Missione 5 – Componente 2 – Misura 3 – Investimento 3.1 “Sport e inclusione sociale”, di un progetto denominato “Parco dello Sport e dell’Educazione Ambientale”, composto da due Cluster, di cui il presente lavoro è riferito al “Cluster 1 – Cittadella dello Sport”.

In particolare il “Cluster 1” è riferito a un’area compresa tra la Borgata Sassi e le rive del Fiume Po, su entrambi i lati di via Don Luigi Sturzo, e comprende lavori di miglioramento boschivo, realizzazione di segnaletica digitale, interventi migliorativi e di rinaturalizzazione delle aree verdi e delle aree umide, realizzazione di aree gioco e fitness, ristrutturazione di una tettoia, realizzazione di una passerella ciclopedonale di attraversamento di via Don Luigi Sturzo e di un percorso pedonale.

Per la localizzazione e la descrizione di dettaglio delle opere e degli interventi si faccia riferimento agli elaborati progettuali.

Nel dettaglio la presente Relazione si riferisce alle opere d’arte connesse con la passerella e il percorso ciclopedonale in progetto: la presente relazione ha quindi lo scopo di fornire una descrizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche e litotecniche dell’area di intervento.

L’area in esame occupa un settore pianeggiante - subpianeggiante nella parte nordorientale del territorio comunale di Torino, inserito all’interno della sezione n° 155160 della C.T.R. / BDTRE a quote comprese indicativamente tra ca. 210 m e ca. 215 m s.l.m.

In Figura 1-1 si riporta l’ubicazione su BDTRE alla scala 1:10’000 dell’area in cui si inseriscono le opere del Cluster 1 e in particolare l’ubicazione della passerella ciclopedonale in progetto.

In figura 1-2 si riporta l’ubicazione su ortofoto dell’area in esame.

Lo studio è stato realizzato in ottemperanza e secondo quanto previsto dalle seguenti normative:

- D.M. 11/03/1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate ...”;
- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- N.U.E.A. del PRG vigente della Città di Torino.

In particolare la presente relazione compendia al suo interno i contenuti degli elaborati così come definiti dal D.M. 17/01/2018 (cd NTC 2018) ai seguenti punti:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito di cui al punto 6.2.1 NTC 2018;
- Descrizione del programma e risultanze delle indagini e delle prove geotecniche definito su indicazione del progettista strutturale di cui a parte del p.to 6.2.2 NTC 2018;
- Indagini propedeutiche alla definizione dell’azione sismica di progetto (categorie di sottosuolo e condizioni topografiche) di cui al punto 3.2.2 NTC 2018

La presente relazione ha quindi lo scopo di fornire una descrizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche e litotecniche dell’area di intervento.

Si precisa che la presente relazione comprende solo parte dei contenuti di cui al punto 6.2.2 NTC 2018 e non comprende i contenuti di cui ai punti dal 6.2.3 al 6.2.6 delle NTC 2018 (ed in particolare il punto 6.2.4 inerente le “verifiche della sicurezza e delle prestazioni”) ovvero “le analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere” la cui esecuzione e responsabilità progettuale rimane in capo al progettista strutturale delle opere; tali punti dovranno essere oggetto d’esame all’interno di apposita Relazione Geotecnica e di Calcolo da predisporre a cura del progettista strutturale nell’ambito della progettazione geotecnico-strutturale dell’opera in progetto.

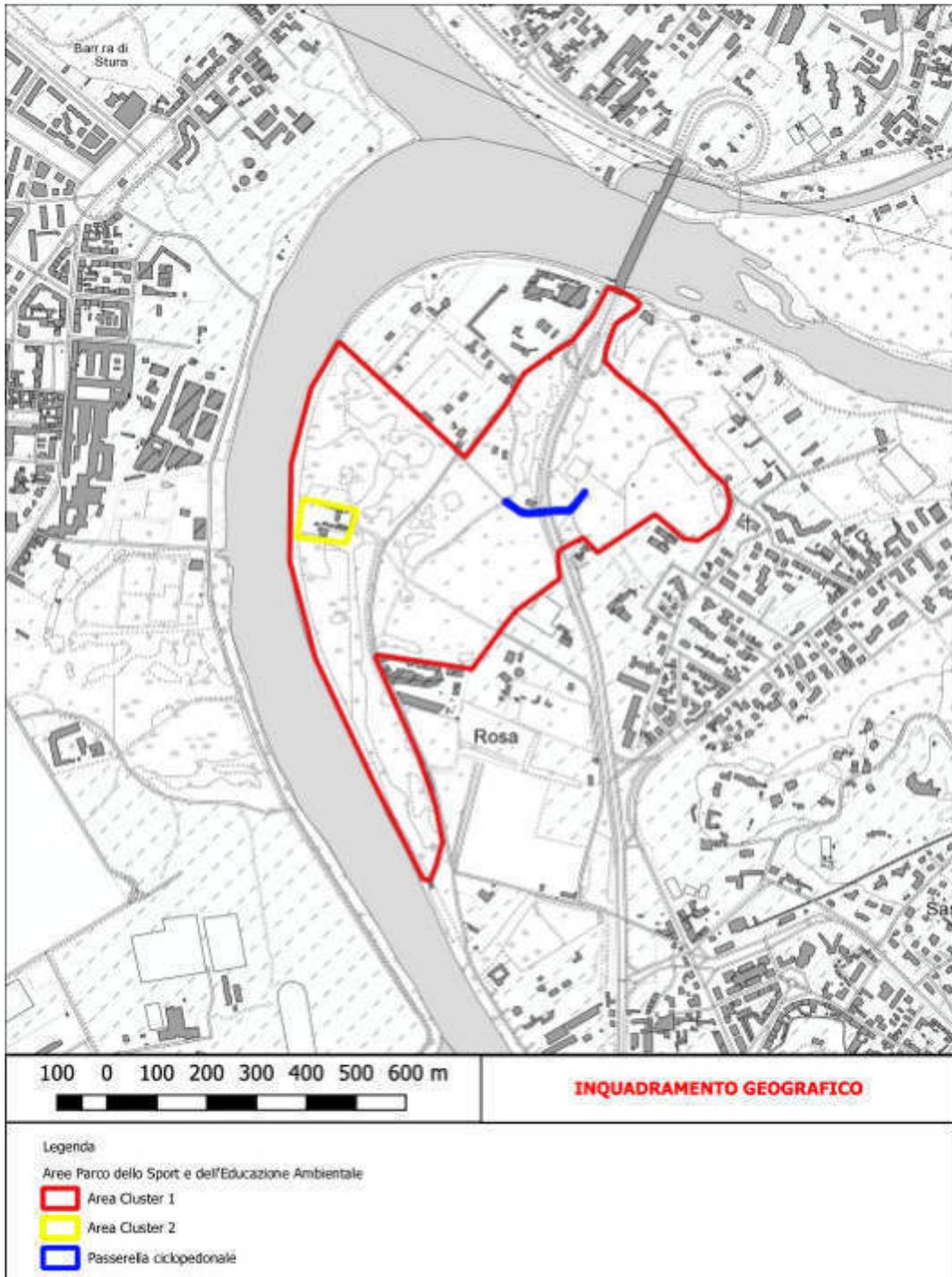


Figura 1-1: Inquadramento dell'area su estratto di cartografia BDTRE



Figura 1-2: Inquadramento dell'area di intervento su immagine satellitare GoogleSatellite®

La presente relazione si basa, tra l'altro, sulle risultanze della consultazione ed esame dei dati bibliografici ad oggi esistenti e disponibili tra cui si citano:

- gli elaborati geologici del P.R.G.C. della Città di Torino, in particolare la variante geologica n. 100;
- le banche dati di Regione Piemonte ed ARPA Piemonte;
- il Foglio "Torino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000;
- il Foglio "Torino Est" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000;
- l'allegato 2 al Piano Assetto Idrogeologico (PAI);
- l'Inventario Fenomeni Franosi d'Italia (IFFI);
- il Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFRAP) e della Rete Regionale Controllo Movimenti Franosi (RERCOMF).

La ditta Sondeco s.r.l. di Torino è stata incaricata dell'esecuzione di una indagine geognostica a fini geologico-geotecnici-geofisici.

La campagna di indagine geognostica con fini geologici, geotecnici e geofisici, così come dettagliata al paragrafo 5, è stata eseguita dalla ditta Sondeco srl di Torino sotto la D.L. dello scrivente ed è consistita nelle seguenti attività:

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo;
- n° 5 prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPSH;
- caratterizzazione geofisica di tipo sismico mediante la realizzazione di n° 2 stendimenti MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e n° 2 prove HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio).
- analisi e prove geotecniche di laboratorio su n° 10 campioni rimaneggiati di terreno prelevati durante l'indagine; analisi effettuate dalla ditta GD Test s.r.l. di Torino (Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto n° 97 del 10/03/2023 e n° 2015 del 15/03/2013 e successivi rinnovi per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e rocce ai sensi Circ. n. 7618/STC 2010, D.P.R. n° 380 del 06/06/2001).

In Allegato 1 a fondo testo si fornisce l'ubicazione delle indagini eseguite su stralcio di elaborato progettuale come individuate su indicazione del progettista strutturale.

In Allegato 2 fuori testo si forniscono le Note tecnico-esecutive della campagna di indagini geognostiche così come predisposta dalla ditta incaricata (Sondeco s.r.l.).

2 NORME GEOLOGICHE D'USO DEI SUOLI

Il PRGC vigente è stato approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 3 – 45091 del 21 Aprile 1995 pubblicata sul B.U.R. n. 21 del 24 maggio 1995; lo strumento urbanistico è stato integrato e modificato, tra l'altro, con la Variante Generale n.100 adottata il 12/04/2006 ed approvata dalla Regione Piemonte con D.G.R. N. 21-9903 del 27/10/2008.

L' ALLEGATO B (NORME SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO E DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.) relativo alle NORME URBANISTICO - EDILIZIE DI ATTUAZIONE (Testo coordinato al 30 giugno 2006, integrato con le modifiche introdotte dalla variante n. 100 al P.R.G. adottata con D.C.C. n. 147 del 12/04/2006) indica che l'area in esame, con particolare riferimento al sito di realizzazione della passerella ciclopedonale ricade in Classe IIIb4 (P) e in Classe IIIb4a (P) di pericolosità geomorfologica. Si tratta di aree di pianura definite al Par. 2.1.1 dell'Allegato B alle N.U.E.A. come:

"Sottoclasse IIIb4 (P) 11. Comprende aree edificate, appartenenti alla Fascia B, che sono state parzialmente inondate e sono considerate attualmente inondabili. Il grado di pericolosità è da considerarsi elevato.

"Sottoclasse IIIb4a (P) 12. Comprende aree inondabili di preminente interesse ambientale (Parco del Valentino, Parco Michelotti, Parco del Meisino), ad eccezione della porzione marginale esterna alla fascia C del Parco del Valentino."

A livello normativo si tratta di:

"Sottoclasse IIIb4 (P)

62. Comprende aree collocate prevalentemente all'esterno del perimetro del centro abitato, ai sensi dell'art. 81 della L.R. 56/77 e s.m.i., comprese nei territori della fascia B. Interventi ammessi prima e dopo la realizzazione delle opere di riassetto territoriale di tipo strutturale a difesa dell'abitato Opere pubbliche e di interesse pubblico e private

63. Sull'esistente sono consentiti interventi fino al restauro e risanamento conservativo senza cambio di destinazione d'uso.

63bis. Per gli edifici pubblici o di interesse pubblico, esistenti alla data della presa d'atto degli studi idrogeomorfologici del 27.5.2003, il cambio di destinazione d'uso è ammesso subordinatamente a specifica verifica idraulica dalla quale risulti che non vi sono criticità tali da impedire il mantenimento degli stessi, evidenziando altresì la quota di sicurezza, gli interventi e le cautele da adottare; deve essere inoltre previsto un piano di emergenza. Le attività comportanti la presenza continuativa di persone dovranno in ogni caso essere collocate al di sopra della quota di sicurezza.

64. Per le attività esistenti, con presenza continuativa di persone, poste al di sotto della quota di riferimento - potenzialmente allagabili - la relativa SLP può essere trasferita al di sopra di tale quota mediante interventi di ristrutturazione edilizia anche comportanti sopraelevazione. In tal caso la SLP posta al di sotto della quota, dovrà essere contestualmente dismessa dall'uso. Al progetto dovrà essere allegata apposita dichiarazione da parte di professionista abilitato. Gli interventi di cui sopra sono in ogni caso subordinati a specifico Studio di valutazione dell'ambiente circostante, finalizzato a garantirne il corretto inserimento nel contesto architettonico ambientale.

65. Gli interventi di cui al comma precedente sono soggetti al rispetto dei parametri edilizi lettere a) e b) e urbanistici lettera d) di cui all'art. 2 punto 34 delle N.U.E.A.

66. Per le opere infrastrutturali pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali, non altrimenti localizzabili, vale quanto indicato all'art. 38 delle N.d.A. del PAI e all'art. 31 della L.R. 56/77 e s.m.i. Prescrizioni derivanti dalla variante alle Fasce Fluviali del fiume Dora Riparia. Nelle "aree inondabili" presenti nei territori della fascia C situati a tergo della delimitazione definita cartograficamente "limite di progetto tra la fascia B e C", individuate con apposito segno grafico nella "Carta di Sintesi", fino alla avvenuta realizzazione e collaudo delle opere previste nella Variante al P.A.I. del Fiume Dora Riparia, il rilascio dei titoli abilitativi edilizi è subordinato alla sottoscrizione di apposito atto liberatorio, di cui al capitolo 1 comma 8 del presente allegato, ed alla presentazione di apposita relazione, da redigersi a cura di tecnico competente incaricato dalla proprietà. Tale documentazione dovrà dimostrare la compatibilità degli interventi previsti con le condizioni di dissesto e con il livello di rischio esistente, anche in funzione della possibilità di mitigazione, in modo da garantirne la sicurezza. Sono comunque fatte salve le ulteriori disposizioni del presente allegato più restrittive.

Sottoclasse IIIb4a (P)

67. Comprende aree di preminente interesse ambientale inserite in fascia C ad eccezione della porzione marginale esterna della fascia C del Parco del Valentino.

68. Sono consentiti tutti gli interventi previsti dal P.R.G. con le ulteriori e prevalenti prescrizioni introdotte dai rispettivi Piani d'Area.

68bis. Per gli edifici pubblici o di interesse pubblico, esistenti alla data della presa d'atto degli studi idrogeomorfologici del 27.5.2003, il cambio di destinazione d'uso è ammesso subordinatamente a specifica verifica idraulica dalla quale risulti che non vi sono criticità tali da impedire il mantenimento degli stessi, evidenziando altresì la quota di sicurezza, gli interventi e le cautele da adottare; deve essere inoltre previsto un piano di emergenza. Le attività comportanti la presenza continuativa di persone dovranno in ogni caso essere collocate al di sopra della quota di sicurezza.

68ter. Per le opere infrastrutturali pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali, non altrimenti localizzabili, vale quanto indicato all'art. 38 delle N.d.A. del PAI e all'art. 31 della L.R. 56/77 e s.m.i."

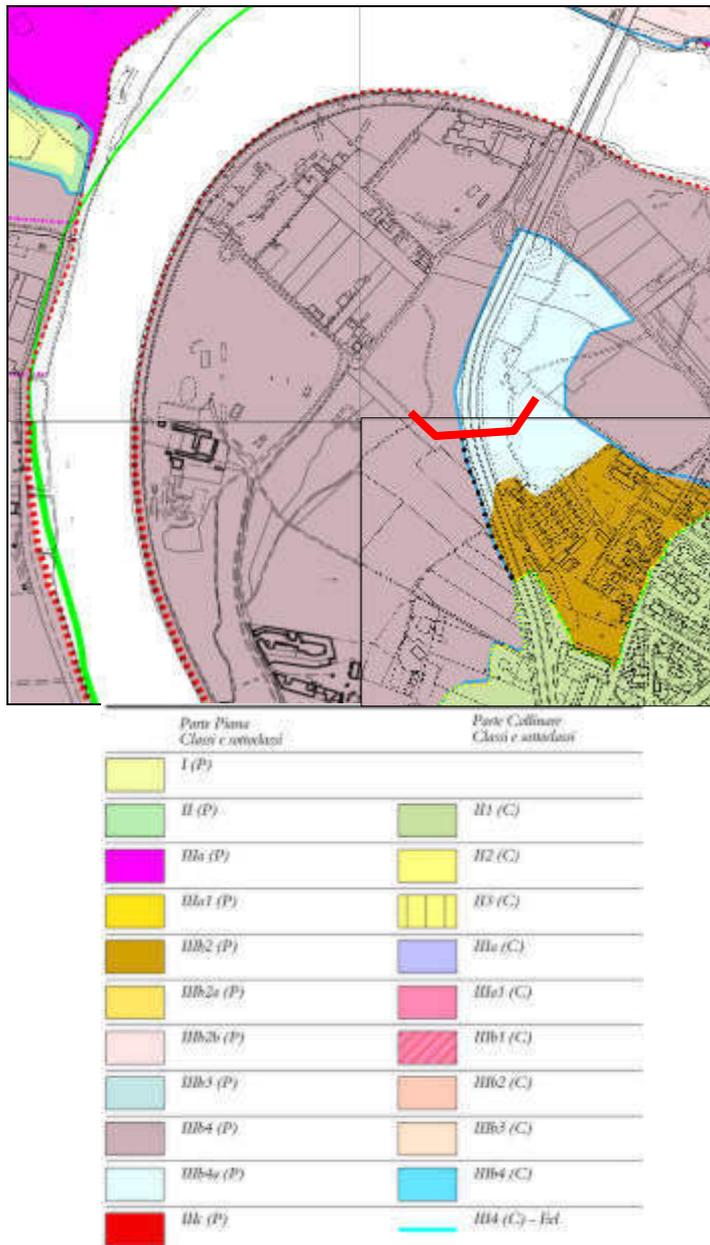


Figura 2-1: Progetto Definitivo di Variante Generale al PRG (variante n° 100 Geologica): Stralcio della "Carta di sintesi della pericolosità geologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (su base CTC)", (tavole 5b, 6, 9b, 10a); in rosso lo sviluppo lineare della passerella.

Il sito in oggetto non risulta interessato dal Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1924 e non è pertanto soggetto ai disposti della legge regionale 45/1989. L'area del Parco del Meisino, comprendente anche la passerella ciclopedonale in progetto, è ricompresa all'interno delle aree protette afferenti alla ZPS e Parco Naturale (regionale) del Po piemontese, in particolare nella "Riserva naturale del Meisino e dell'Isolone di Bertolla".

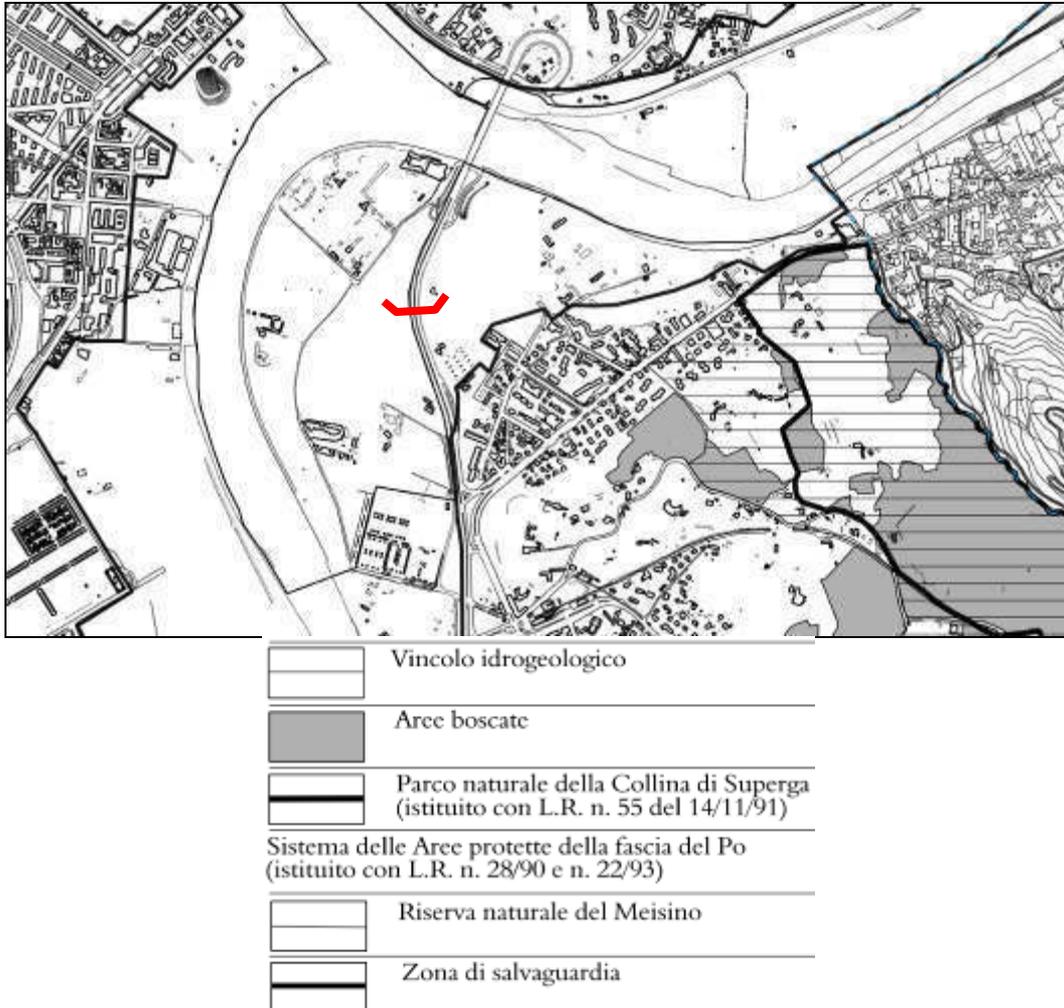


Figura 2-2: Stralcio dell'Allegato 6 al nuovo PRG – "Boschi e vincolo idrogeologico. Parchi regionali" e relativa Legenda.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Secondo l'interpretazione concorde riportata nelle fonti bibliografiche, la superficie su cui sorge il settore di pianura della Città di Torino rappresenta la parte distale del grande conoide fluvioglaciale che prende origine dall'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana: l'esteso corpo sedimentario è costituito dal complesso di sedimenti depositati dal corso d'acqua che è defluito costantemente dal fronte del ghiacciaio della Valle di Susa nel corso delle sue ripetute fasi di avanzata, fino allo sbocco vallivo, e di ritiro. I sedimenti sono prevalentemente ghiaiosi, a matrice sabbiosa grossolana, ed appaiono coperti localmente da una coltre metrica di limi giallastri, interpretati come il prodotto di decantazione da parte del vento (loess eolico).

La superficie è smembrata dalle tre incisioni, con andamento radiale rispetto al conoide, del T. Sangone, della Dora Riparia e della Stura di Lanzo ed è delimitata verso valle da quella del F. Po, a decorso frontale, sempre nei confronti del conoide. La Dora Riparia costituisce l'attuale collettore della Valle di Susa, collettore che durante il Pleistocene ($\cong 1.000.000 \div 10.000$ anni dal Presente) era invece rappresentato in prevalenza da un ghiacciaio ("Ghiacciaio Segusino"): con le sue già citate, ripetute oscillazioni, quest'ultimo ha costruito l'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana.

Il T. Sangone e la Stura di Lanzo drenano i due bacini contigui a quello della Valle di Susa: i prodotti (depositi e forme) dell'evoluzione quaternaria di questi due corsi d'acqua si interdigitano, perciò, nella zona di pianura, con quelli fluvioglaciali dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana.

L'incisione del F. Po ha assunto la sua posizione attuale, al margine nordoccidentale della Collina di Torino, solo in epoca recente (fine del Pleistocene superiore): precedentemente il corso d'acqua che raccoglie il drenaggio dell'intera Pianura Piemontese Meridionale defluiva a Sud del rilievo collinare, lungo l'asse dell'attuale Altopiano di Poirino e raggiungeva la Pianura Padana scorrendo lungo la direttrice Asti - Alessandria - Mortara. L'alveo attuale del Po risulta pertanto "incastrato" nei depositi del conoide fluvioglaciale dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana; gli unici lembi costituiti in parte da sedimenti del Po, più antichi di quelli che ne formano il letto attuale, sono quelli che costituiscono il basso terrazzo delle Vallere, all'estremità meridionale del territorio comunale e di parte del parco del Meisino, nel settore nordoccidentale, in prossimità della confluenza Stura di Lanzo - Po. L'età dei depositi del F. Po è Olocene-Attuale.

Con riferimento alla cartografia geologica ufficiale, il territorio della Città di Torino, per quanto riguarda il settore di pianura, è rappresentato per la maggior parte da una superficie terrazzata sub pianeggiante costituita da depositi fluviali e fluvioglaciali indicati come "Fluviale e Fluvioglaciale Riss" dal Foglio n°56 "Torino" della CGI alla scala 1:100'000. al di sopra di questi depositi, in molti settori della pianura torinese, si trova una coltre di depositi fini (limosi) di origine eolica ("loess"), con potenza variabile tra pochi decimetri e (localmente) qualche metro.

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali (F. Po, F. Dora Riparia e T. Sangone), la superficie terrazzata rissiana è incisa e si rinvengono, nei lembi di terrazzo posti a quote inferiori, depositi alluvionali olocenici (Alluvioni antiche, Alluvioni medio-recenti, Alluvioni attuali).

Per quanto concerne il settore collinare della Città di Torino, la Collina di Torino è considerata come il lembo posto all'estremità nordoccidentale dei rilievi del Basso Monferrato.

I risultati di recenti ricerche consentono di ipotizzare l'evoluzione tettonico-sedimentaria del Monferrato che consiste nella saldatura di blocchi precedentemente svincolati e caratterizzati da un'evoluzione indipendente. Non è ancora chiaro se questi "blocchi" rappresentino piccoli bacini separati o porzioni di un unico ampio bacino intensamente raccorciato. La giunzione dei diversi blocchi sembra essersi realizzata prima del Langhiano per quello che riguarda il Monferrato, come testimoniato dalla uniforme deposizione di sedimenti calcarenitici discordanti sui depositi più antichi. La saldatura tra Collina di Torino ed il sistema composito del Monferrato sembra invece essersi realizzata più tardi, nel Messiniano, quando in entrambi i domini si deposero le evaporiti ed i sedimenti lagunari della Formazione gessoso-solfifera (Clari et al., 1994).

La successione stratigrafica della Collina di Torino copre un intervallo crono-stratigrafico che va dall'Eocene superiore al Messiniano; la Struttura della Collina di Torino è caratterizzata da anticlinali asimmetriche vergenti verso NW; la deformazione ha un'età prevalentemente post-messiniana.

La successione stratigrafica ha una potenza maggiore di quella del Monferrato; in particolare nel dominio della Collina di Torino non sono riconoscibili i depositi Burdigaliano-Serravalliani di piattaforma esterna definiti come Pietra da Cantoni nel Monferrato Orientale; il coevo intervallo stratigrafico risulta invece costituito da una successione terrigena grossolana assai potente (Complesso di Termofourà e Complesso di Baldissero).

L'area in esame è localizzata in corrispondenza di un terrazzo costituito da depositi fluviali appena oltre il margine nordoccidentale del settore più occidentale della struttura anticlinale geograficamente identificabile con il toponimo di "Collina di Torino"; nei versanti posti poco a Sud del sito affiorano le formazioni di Antognola e delle Marne a Pteropodi inferiori.

3.1 Assetto geologico locale

In base alla seconda edizione del Foglio 56 – "Torino", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Bortolami et al., 1969) l'area di interesse è impostata quindi all'interno dei depositi **alluvionali medio-recenti (a²)**, definiti come "Depositati ghiaiosi con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua, talora debolmente terrazzati, anche attualmente inondabili (Alluvioni medio-recenti)"; le Alluvioni medio-recenti, tuttora esondabili, anche se fissate e coltivate, con insediamento umano, formano praticamente la fascia di transizione tra l'alveo del corso d'acqua propriamente detto (Alluvioni Attuali) e le Alluvioni Antiche. Circa 500 m a SE dell'area di studio si individuano i litotipi oligo-miocenici riferiti alle **Formazione di Termo Fôrà (M²-M¹_{II})**, **delle Marne a Pteropodi inferiori (M¹)** e **di Antognola (M¹-O³)**. Si tratta in linea generale di formazioni rappresentate da alternanze di silti e calcari marnoso-silicei e orizzonti arenaceo-conglomeratici.

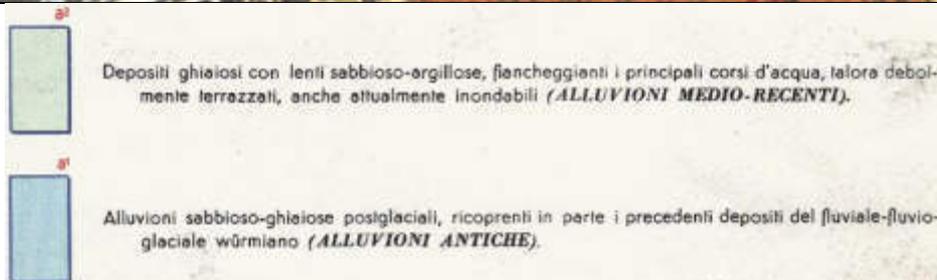
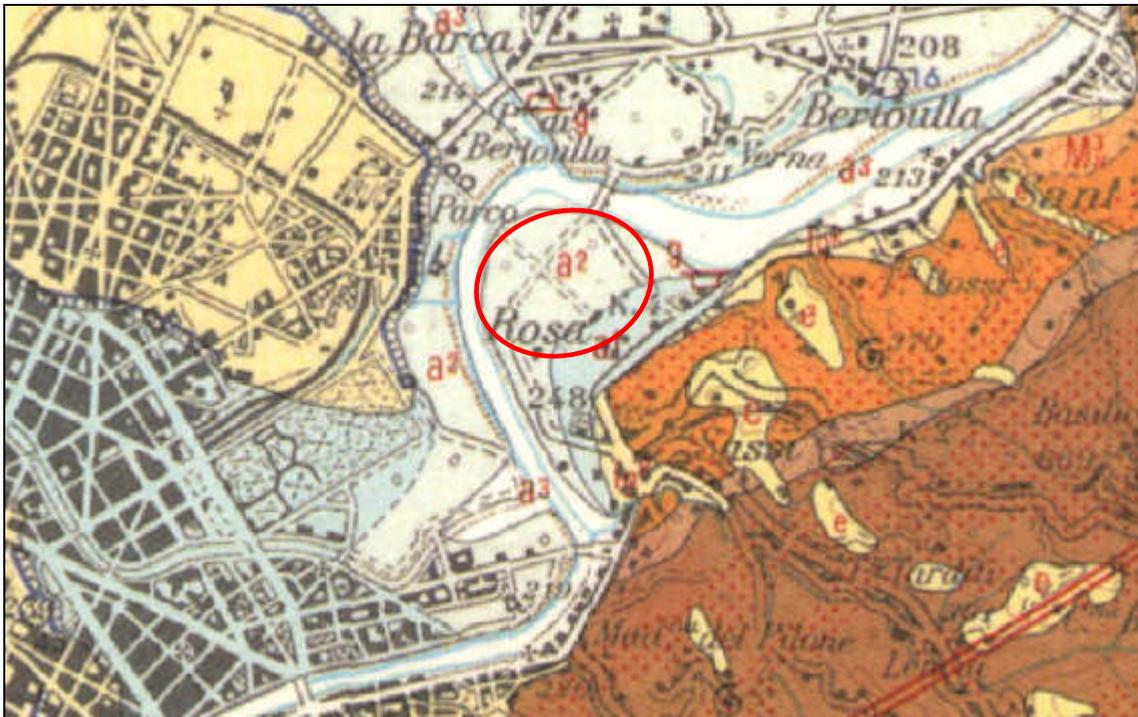


Figura 3.1-1: Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 56 "TORINO"; cerchiata in rosso l'area di studio.

La più recente carta geologica d'Italia in scala 1:50'000 (progetto CARG, Foglio 156 "TORINO EST"), ha portato a una nuova definizione e caratterizzazione stratigrafica delle formazioni affioranti e inserisce i terreni affioranti nell'area ai depositi del Sintema di Palazzolo, **Subsintema di Ghiaia Grande ("CSN_{3b}")** definito come: "Ghiaie e ghiaie sabbiose inalterate o poco alterate (25Y – 10R)

con locali intercalazioni sabbiose, coperte in modo generalizzato da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose inalterate (2,5Y). (...) (depositi fluviali) OLOCENE-ATTUALE”, La superficie sommitale di questa unità è sospesa di pochi metri sull’attuale alveo del F. Po. I depositi sono separati dalle unità più antiche da una scarpata con altezza di 2-5 m in sinistra idrografica e di 5-10 m in destra.

I rilievi collinari più prossimi, individuati circa 500 m a SE, sono costituiti nella fascia basale dei rilievi dai litotipi della **Formazione di Termofourà – Membro siltoso-conglomeratico (TFO₁)**: “*Marne siltose e siltiti a foraminiferi planctonici (Catapsydrax dissimilis, Globigerinoides bisphericus) con intercalazioni di litoareniti a granuli prevalentemente serpentinitici e di livelli conglomeratici (TFO_{1a}) a geometria lenticolare con clasti prevalentemente ofiolitici. Localmente (Tetti Civera) è presente nei conglomerati una ricca associazione fossilifera a molluschi, coralli e macroforaminiferi (Burdigaliano sup.)*”.

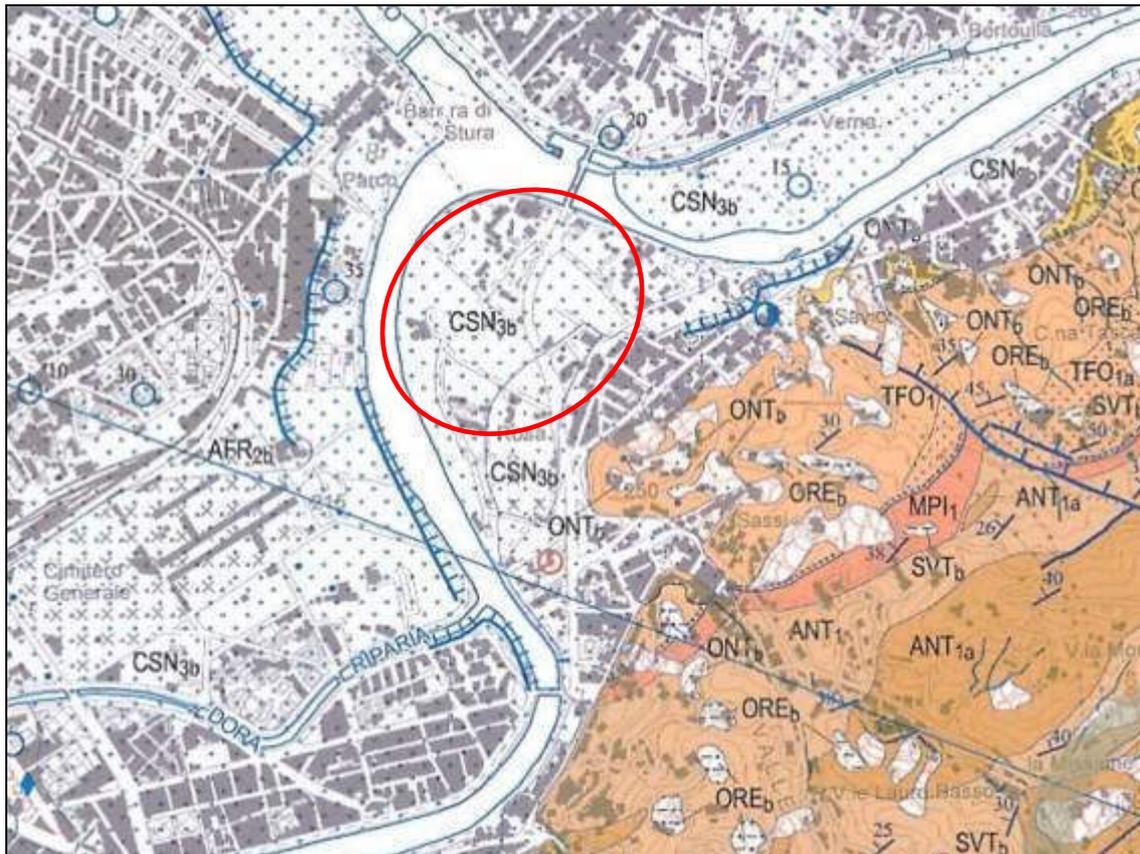


Figura 3.1-2: Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 - PROGETTO CARG, Foglio 156 "TORINO EST"; cerchiata in rosso l'area di studio.

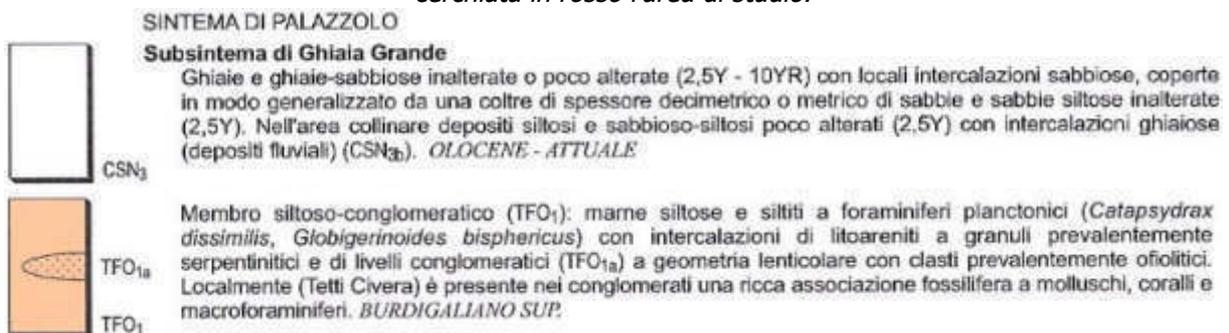


Figura 3.1-3: Estratto della Legenda della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – PROGETTO CARG, Foglio 156 "TORINO EST".

Recentemente alcuni studi sviluppati da Forno et. al. 2018 ⁽¹⁾, 2020 ⁽²⁾, 2022 ⁽³⁾ hanno indagato in modo più approfondito l'assetto geomorfologico, stratigrafico e idrogeologico del settore di pianura della città di Torino; si evidenzia come l'area di pianura della città di Torino, in particolare nel settore in sinistra Po, tra il T. Sangone e la Stura di Lanzo, sia ubicato in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali (pleistocene medio-sup.), indicati come depositi fluvioglaciali rissiani dalla CGI (fg^R) e come depositi glaciali del Sintema di Frassinere (AFR₁, AFR₂) dalla CARG – Foglio Torino Est, derivanti dallo smantellamento degli apparati glaciali posti allo sbocco delle valli alpine torinesi e sono costituiti in prevalenza da ghiaie con ciottoli e sabbie, con subordinati livelli limoso-argillosi ed estesi orizzonti cementati, presenti in modo più o meno continuo su gran parte del sottosuolo urbano di Torino. Tali depositi, nella parte orientale del nucleo urbano di Torino, sono stati erosi dall'azione di Po, che ha assunto la posizione di scorrimento attuale in tempi relativamente recenti, presumibilmente nel Tardoglaciale superiore (Forno et al., 2018, 2020, 2022).

Successivamente a tale evento si sono verificate varie fasi erosionali e deposizionali, che hanno portato alla sedimentazione, nei terrazzi più ribassati e più recenti, di due unità di depositi del Po, identificate come Unità delle Vallere (Olocene) e Unità del Meisino (Olocene-Attuale) che possono corrispondere grossomodo ai depositi fluviali del Subsintema di Ghiaia Grande dal Foglio "Torino Est" della CARG, mentre è superata l'attribuzione alle Alluvioni antiche e medio-recenti rispettivamente del Foglio Torino della CGI (cfr. Figg. 3.1-4 e 3.2-7).

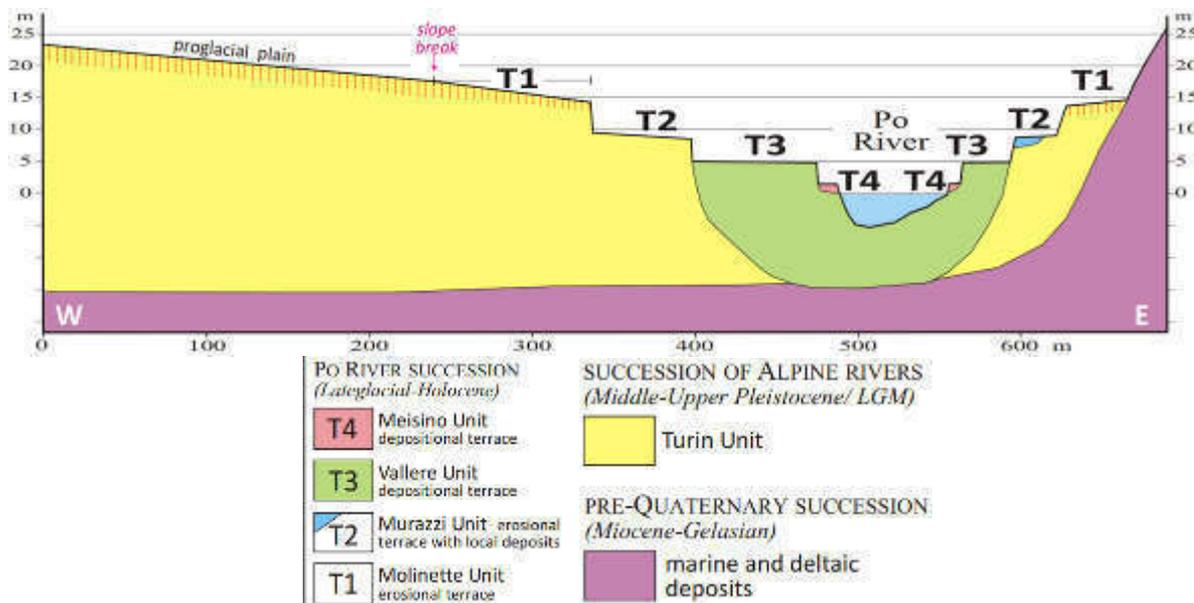


Figura 3.1-4: Sezione litostratigrafica schematica tratta da Forno et al. 2022, che illustra l'assetto litostratigrafico di massima del settore orientale della città di Torino. Legenda.

3.2 Assetto geomorfologico locale

L'area in cui sono ubicati gli interventi in progetto relativi al Cluster 1 – Cittadella dello Sport si inserisce in destra idrografica rispetto all'alveo di piena ordinaria del Fiume Po, all'interno del "Parco del Meisino", un ampio areale a parco urbano, attiguo all'alveo di piena ordinaria; le uniche opere d'arte in progetto, costituite da una passerella ciclopedonale che attraversa in sopraelevata le carreggiate di via don L. Sturzo, sono individuate a una distanza minima di circa 400 m dalla sponda destra del F. Po stesso.

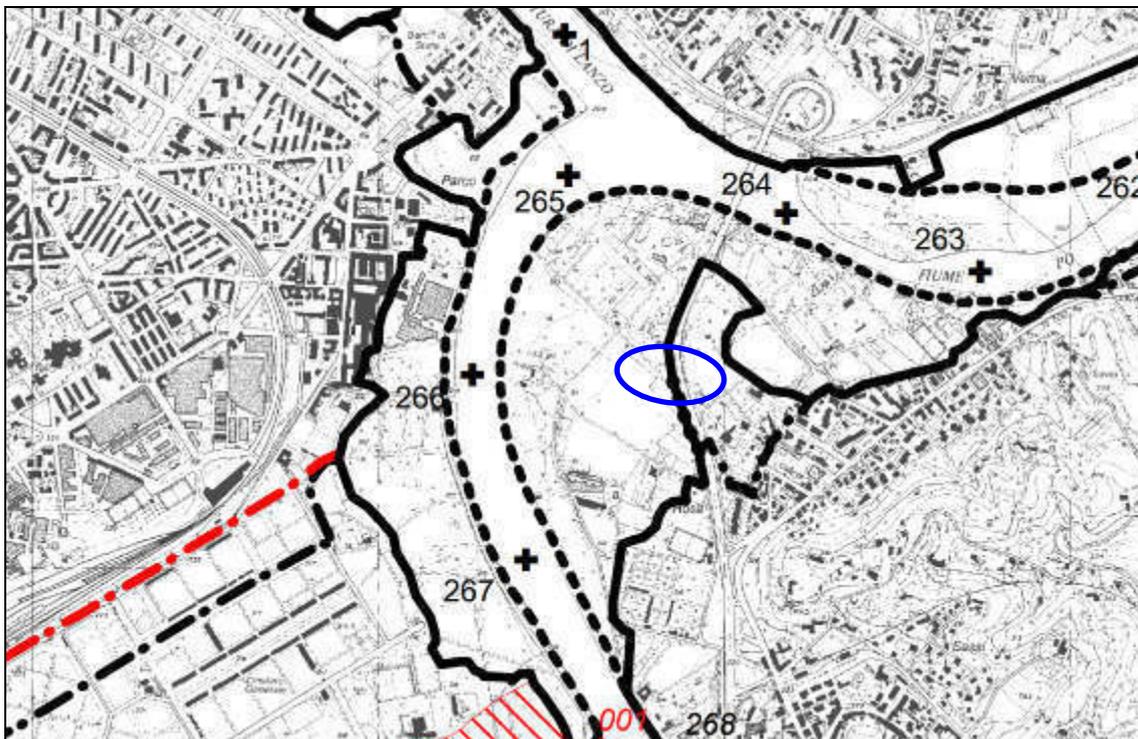
¹ Forno M.G., De Luca D.A., Bonasera M., Bucci A., Gianotti F., Lasagna M., Lucchesi S., Pelizza S., Piana F., Taddia G. (2018), *Synthesis on the Turin subsoil stratigraphy and hydrogeology (NW Italy)*, Alpine and Mediterranean Quaternary, 31 (2), 2018, 147 – 170.

² Forno M.G., Gianotti F. (2020), *The Turin fluvial terraces as evidence of the new Holocene setting of the Po River*, Journal of Maps, DOI: 10.1080/17445647.2020.1768447

³ Forno M.G., Gianotti F., Storti U. (2022), *Geomorphology of the Po Fluvial Terraces in Turin Deduced by New Subsoil Data (NW Italy)*. Water 2022, 14, 2872. <https://doi.org/10.3390/w14182872>

L'area d'intervento è ubicata in destra idrografica posto tra la confluenza delle Dora Riparia fino a poco oltre la confluenza della Stura di Lanzo (tali confluenze si trovano in sponda sinistra del F. Po). Tale tratto di pianura risulta caratterizzato da una superficie topografica da subpianeggiante a debolmente ondulata posta quota variabili tra ca. 210 m e ca. 215 m s.l.m., rappresentante una fascia golenale relativamente depressa posta all'interno di un'ansa del Fiume Po, ribassata di circa 5 m sui settori di pianura più distali, posti alla base della Collina di Torino, dove sorgono le edificazioni della borgata Rosa, e di circa 10-15 rispetto alla superficie principale terrazzata del centro urbano di Torino posta in sinistra Po.

Il Piano Assetto Idrogeologico e la cartografia di PRGC; di cui si riportano estratti in seguito (cfr. fig. 3.2-1), inseriscono l'area in esame in parte in Fascia B e in parte in Fascia C; la Carta di Sintesi la inserisce in parte in Sottoclasse IIIb4 (P) che "comprende aree edificate, appartenenti alla Fascia B, che sono state parzialmente inondate e sono considerate attualmente inondabili. Il grado di pericolosità è da considerarsi elevato", e in parte in Sottoclasse IIIb4a (P) che "comprende aree inondabili di preminente interesse ambientale (Parco del Valentino, Parco Michelotti, Parco del Meisino), ad eccezione della porzione marginale esterna alla fascia C del Parco del Valentino."



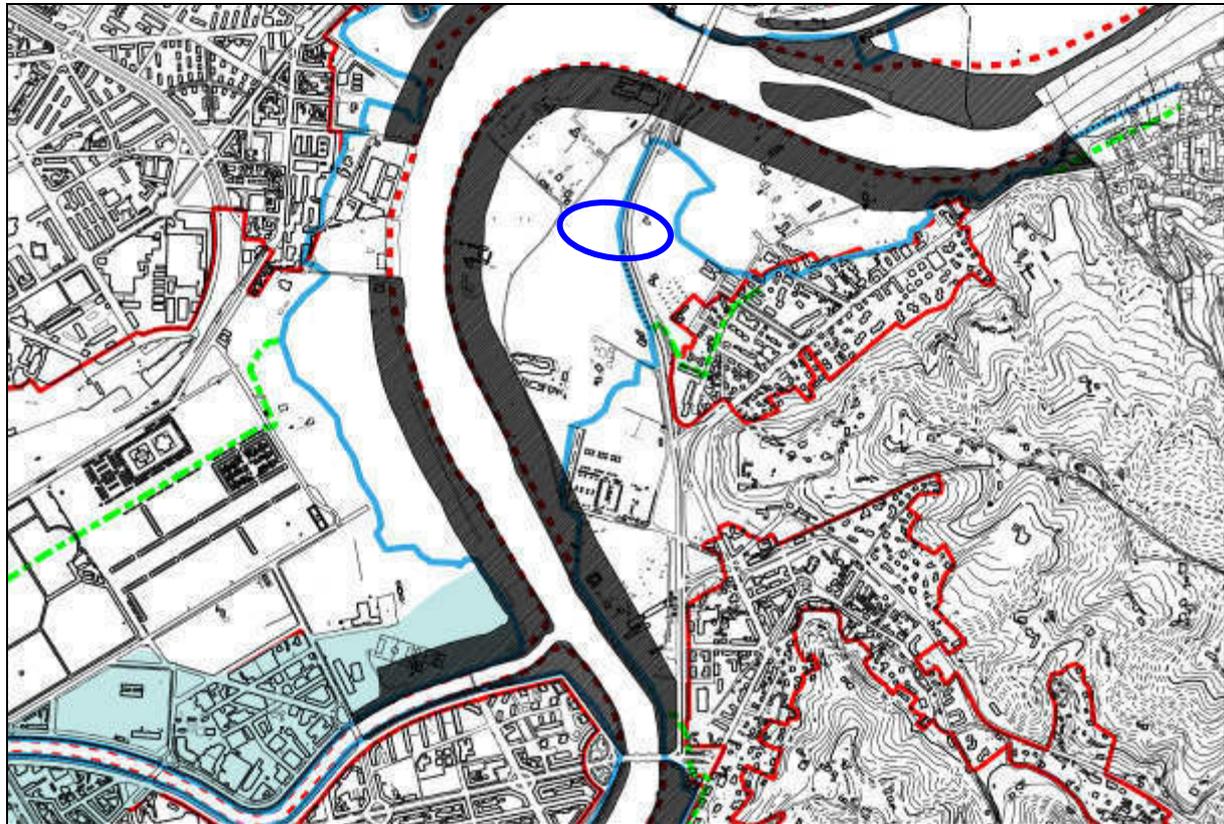
LEGENDA

| Delimitazione del PAI | | Modifiche e integrazioni del Progetto di variante |
|-----------------------|--|---|
| | limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B | |
| | limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C | |
| | limite (*) esterno della Fascia C | |
| | limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C | |

| Elementi conoscitivi | | Modifiche e integrazioni del Progetto di variante |
|----------------------|--|---|
| | area inondabile per eventi della piena di riferimento in assenza dell'intervento di realizzazione del limite del progetto <small>(solo per i casi d'acqua per i quali è disponibile lo specifico approfondimento)</small> | |

Figura 3.2-1: Estratto della Tavola 156 n. 3 relativa alla Variante delle fasce fluviali del fiume Dora Riparia ai sensi dell'art. 17, comma 6ter e art. 18, comma 10 della Legge 18/5/89 n. 183", indicata agli elaborati della Variante n°100 al PRGC - Comparto Geologico

Nella Tavola 7bis/Dora (stralcio in fig. 3.2-2) riportata negli Allegati Tecnici allegati al PRG vigente della Città di Torino il sito in esame non risulta inserito all'interno delle "Aree inondabili" indicate dall'AdBPo con delibera 9/07 del 19/07/2007 in sede di variante alle Fasce Fluviali della Dora Riparia, e risulta ESTERNA alle fasce di rispetto fluviali ai sensi art. 29, L.R. 56/1977.



Legenda

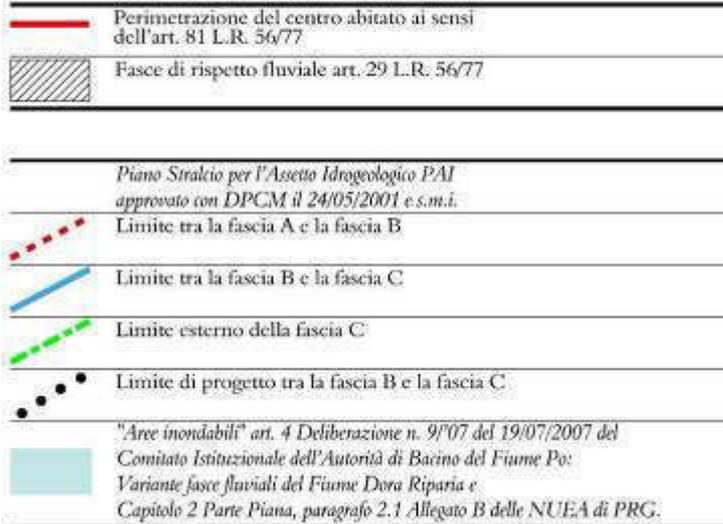


Figura 3.2-2: Estratto della Tavola n.7 Bis/DORA riportata dagli elaborati tecnici allegati al PRGC di Torino con legenda. Cerchiata in blu l'area di ubicazione della passerella in progetto.

Dall'esame della cartografia geomorfologica bibliografica reperita, tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte, contenente le banche dati BDGeo100 (Aree inondabili) e le cartografie relative all'Evento Alluvionale 1994, Evento Alluvionale 2000, ed Evento alluvionale 2016 (tali eventi sono i principali che abbiano interessato il concentrico di Torino) si denota come l'area in oggetto sia stata inondata in parte in occasione dell'Alluvione del 5-6 novembre 1994 (cfr. fig. 3.2-3), in modo più diffuso in

occasione dell'Alluvione del 13-16 ottobre 2000 (cfr. fig. 3.2-4) e in parte dall'Alluvione del 21-25 novembre 2016 (cfr. fig. 3.2-5), mentre non risulta interessata in occasione degli altri principali eventi alluvionali del recente passato.

In occasione dell'Evento alluvionale del 1994 le aree inondate sono rimaste contenute nelle fasce più prossimali in destra Po, in particolare a valle del sito e non hanno coinvolto l'area in cui è prevista la realizzazione della passerella ciclopedonale in progetto.

In occasione dell'Alluvione 2000 il sito in oggetto è stato interessato nel settore a W di via don L. Sturzo da acque di esondazione "con deposito non classificato", mentre a E della viabilità citata è segnalata un'"Area inondata/allagata"; le altezze dei battenti idrici segnalati nell'area del Parco del Meisino sono comprese tra 0,8 m e 2 m.

In occasione dell'Evento alluvionale del 2016 le aree inondate sono rimaste contenute nelle fasce più prossimali in destra Po, e non hanno coinvolto l'area in cui è prevista la realizzazione della passerella ciclopedonale in progetto.

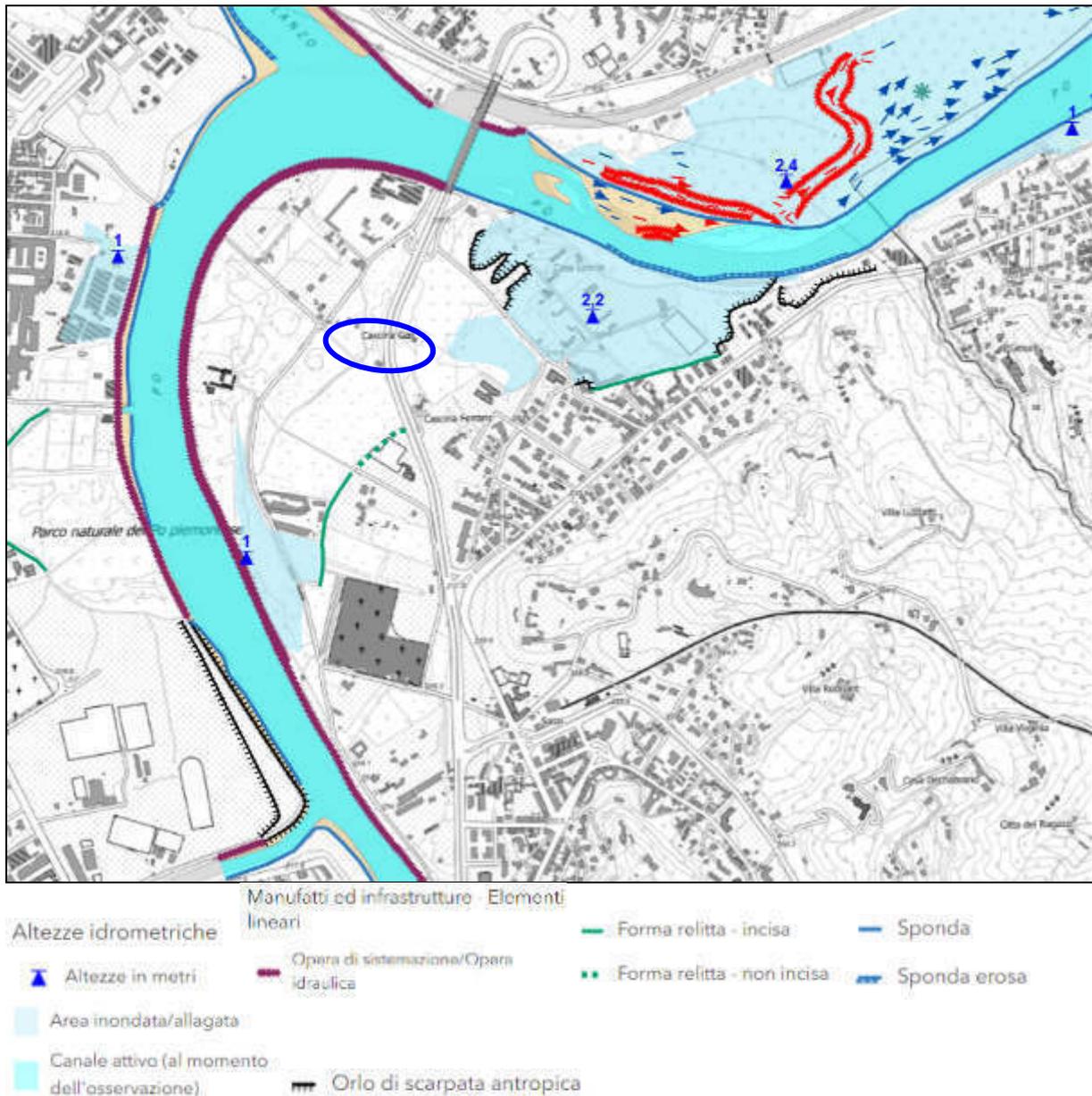


Figura 3.2-3: Cartografia geomorfologica con la banca dati dell'Alluvione 1994 che ha interessato in parte l'area di studio (tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte). Estratto della Legenda.

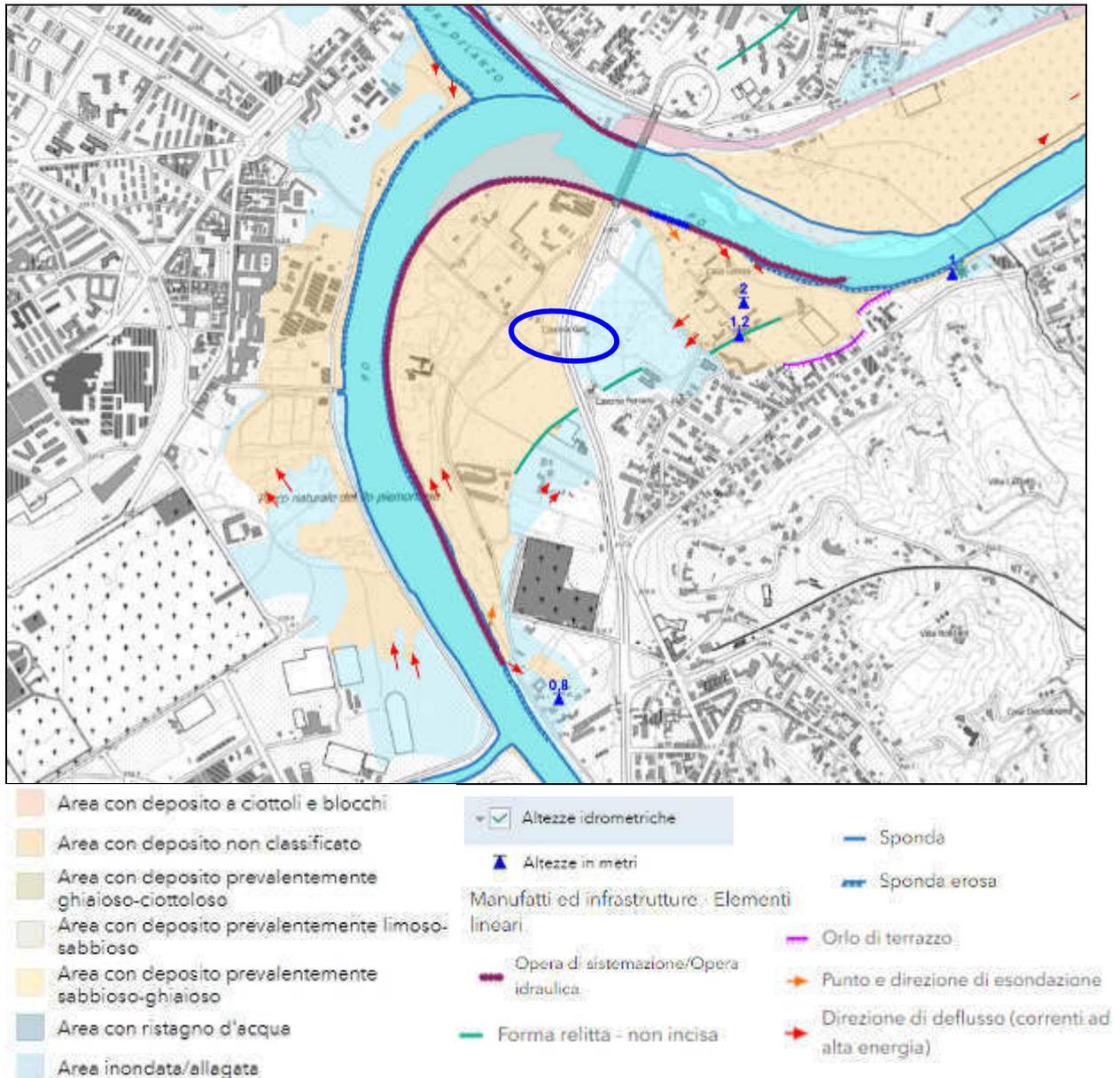


Figura 3.2-4: Cartografia geomorfologica con la banca dati dell'Alluvione 2000 che ha interessato l'area di studio (tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte). Estratto della Legenda.

In Fig. 3.2-6 si riporta la cartografia delle "Aree inondabili" in base alla banca dati regionale BDGeo100, tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte, in cui si evidenzia come l'area del Parco del Meisino, compreso il sito di ubicazione della passerella ciclopedonale in progetto, sia interessata da aree potenzialmente inondabili da "Eventi di piena con tempi di ritorno compresi tra 25 e 50 anni" e con depositi di "materiale prevalentemente sabbioso".

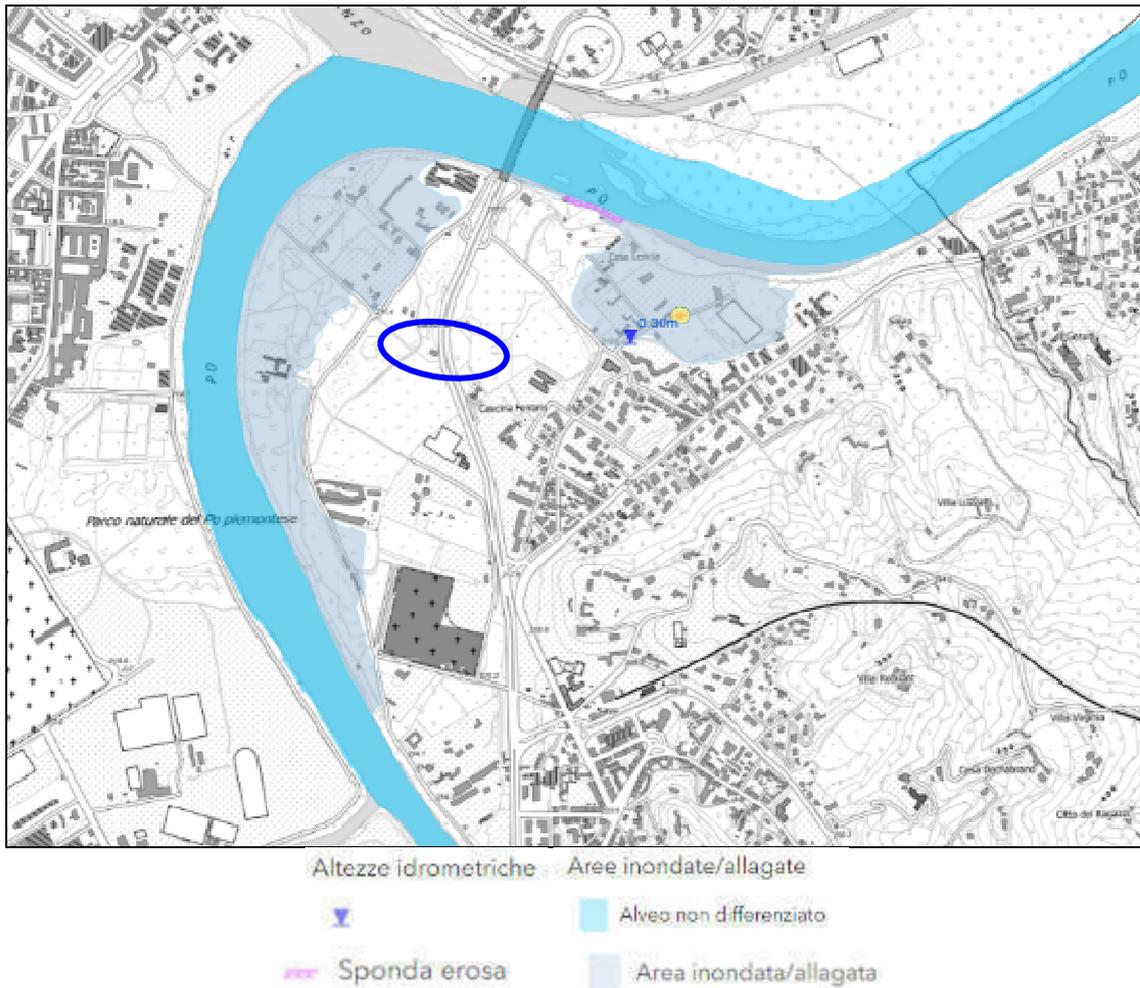


Figura 3.2-5: Cartografia geomorfologica con la banca dati dell'Alluvione 2016 che ha interessato in parte l'area di studio (tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte). Estratto della Legenda.



Figura 3.2-6: Cartografia Aree inondabili da banca dati BDGeo100 (tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte). Estratto della Legenda.

Studi recenti da parte di Forno M.G. et al. (2022) riguardanti la geomorfologia di dettaglio dei terrazzi fluviali del F. Po presso la città di Torino, indicano per l'area in esame la presenza in superficie di depositi attribuiti all'Unità del Meisino; si tratta di depositi fluviali prevalentemente sabbiosi, attribuiti al Fiume Po, con età deposizionale Olocene-Attuale, che sono indicate a una quota di circa 2-3 m rispetto al livello medio del F. Po, e che incide ed è separata da una scarpata di terrazzo dall'Unità Olocenica, di età leggermente antecedente, dell'Unità delle Vallere).

È segnalata la presenza di depositi antropici, indicati come "mound and landfill" (riempimento e "deposito" di inerti), individuati in alcune perforazioni nell'area centrale del Parco del Meisino.

In fig. 3.2-7 si riporta uno stralcio delle Tavola allegata allo studio citato con ubicazione dell'area di ubicazione della passerella ciclopedonale in progetto.

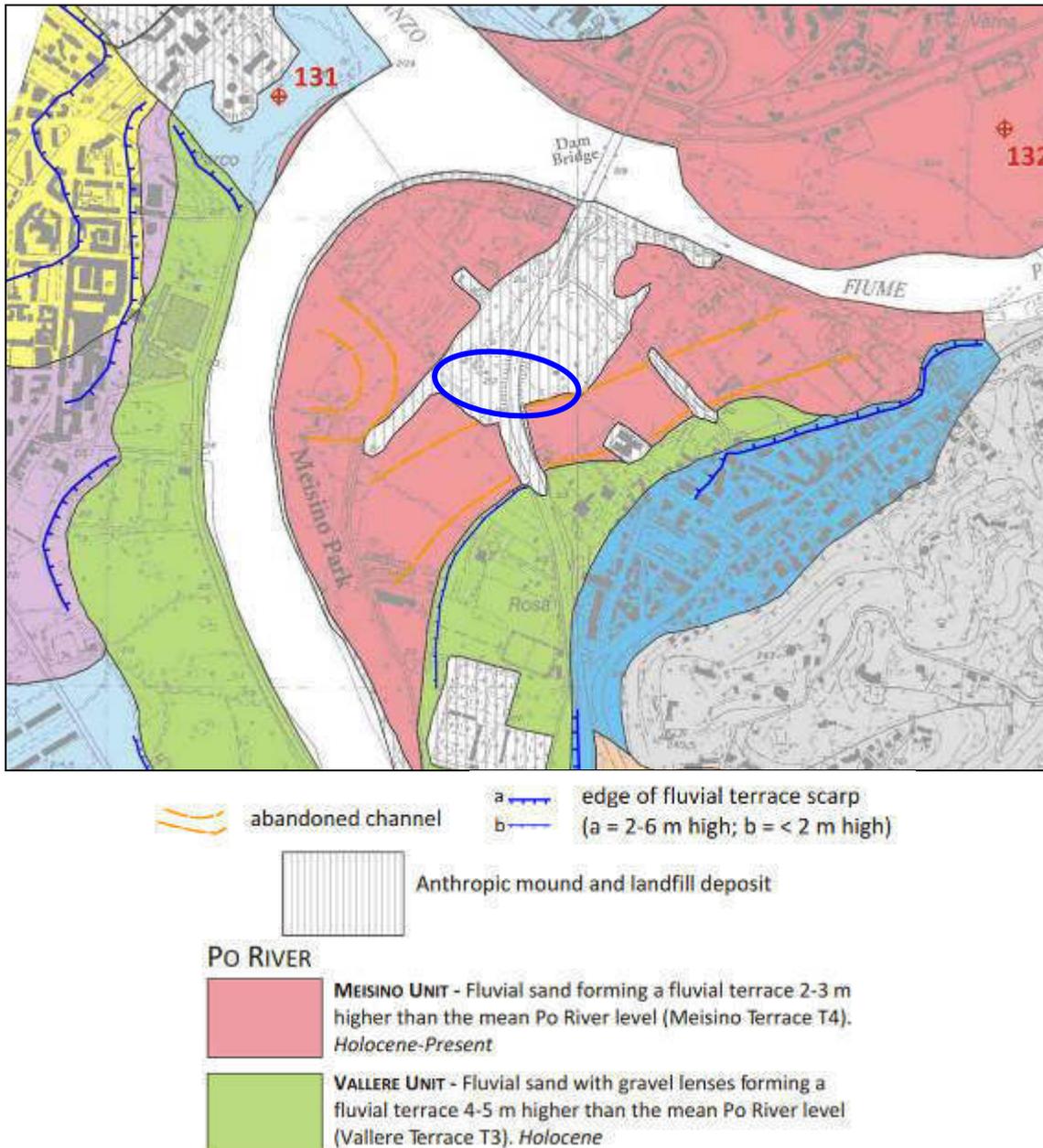


Figura 3.2-7: Stralcio della cartografia "Geology of the Po River terraces in the Turin town (Forno & Gianotti, 2019). Estratto della Legenda

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna di indagini geognostiche realizzata dalla ditta Sondeco s.r.l. di Torino sotto la D.L. dello scrivente, è consistita nella realizzazione delle seguenti indagini, prove e rilievi:

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo (CAR1 o S1, CAR2 o S2), spinti fino a 15 m dal p.c.;
- n° 6 prove penetrometriche dinamiche continue super-pesanti (DPSH1, DPSH2, DPSH3, DPSH4, DPSH5, DPSH6);
- caratterizzazione geofisica di tipo sismico mediante la realizzazione di n° 2 stendimenti MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW1 e MASW2) e di n° 2 acquisizioni HVSR - Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSR3 e HVSR4);
- analisi e prove geotecniche di laboratorio su n°10 campioni rimaneggiati di terreno prelevati durante l'indagine (CAR1: S1C1, S1C2, S1C3, S1C4, S1C5; CAR2: S2C1, S2C2, S2C3, S2C4, S2C5), effettuate dalla ditta GD Test s.r.l. di Torino su incarico della affidataria;
- campagne di misure piezometriche sulla strumentazione piezometrica installata.

Le risultanze delle indagini geognostica sono state illustrate e compendiate dalla ditta Sondeco srl nell'allegato fuori testo a titolo "Indagini Geognostiche - Note Tecnico-esecutive", predisposto in data 07/03/2024, contenente a sua volta in allegato i certificati delle analisi e prove di laboratorio geotecnico effettuate dalla ditta Servizi Geotecnici Liguri srl.

Gli allegati forniti a fondo testo sono i seguenti:

- la planimetria in scala 1:1000 con ubicazione delle indagini geognostiche (geologiche, geotecniche e geofisiche) e la traccia della sezione geologica interpretativa (Allegato 1);
- Indagine geognostica - Note tecnico esecutive (Allegato 2);
- la sezione geologica Sez. 1 ricostruite sulla base delle risultanze delle indagini (Allegato 3);

4.1 Sondaggi a carotaggio continuo (CAR)

Nelle date comprese tra il 08 e il 15 gennaio 2024 la ditta Sondeco s.r.l. di Torino ha proceduto alla realizzazione di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo.

I sondaggi sono stati eseguiti utilizzando una sonda idraulica tipo CMV "MK 900 GL" montata su trattore gommato a trazione integrale; per tutta la lunghezza si sono utilizzati carotieri semplici aventi diam. 127 mm e 101 mm. Per stabilizzare in corso d'opera le pareti del foro sono stati impiegati rivestimenti metallici provvisori diam. 127 mm.

La verticale CAR1 è poi stata attrezzata a piezometro a tubo aperto in PVC con $\varnothing = 2"$. La percentuale di recupero è risultata essere circa pari al 90%; i campioni prelevati sono stati posizionati in cassette catalogatrici, opportunamente classificate e ricoverate presso deposito aziendale a disposizione della Committenza.

Si riportano nella seguente tabella le caratteristiche tecnico-costruttive dei sondaggi in questione; tabella reperita dalle Note tecnico-esecutive dell'indagine predisposte dalla ditta realizzatrice e riportate interamente in allegato fuori testo. Si precisa che le coordinate indicate sono approssimative, in quanto non estratte dal rilievo topografico di dettaglio eseguito in sito.

| Sondaggio n° | Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali) | Metodologia di perforazione | Inclinazione | Profondità (m) | N° prove SPT | Campioni prelevati (Profondità – m) | Tipo di strumentazione |
|--------------|---|-----------------------------|--------------|----------------|--------------|--|---|
| CAR1 | 45.088300, 7.726850 | Carotaggio continuo | Verticale | 15.00 | 10 | C1 (3.00-3.50) C2 (6.00-6.50) C3 (7.50-8.00) C4 (10.50-11.00) C5 (13.50-14.00) | Piezometro a tubo aperto diam 2" in PVC |
| CAR2 | 45.088550, 7.728250 | Carotaggio continuo | Verticale | 15.00 | 10 | C1 (1.50-2.00) C2 (4.50-5.00) C3 (7.50-8.00) C4 (10.50-11.00) C5 (13.50-14.00) | - |

Sono state eseguite in totale n° 20 prove SPT, eseguite con Campionatore Raymond con punta aperta o conica, che hanno fornito i risultati riportati nella tabella seguente.

| Sondaggio | Prova | Profondità | Punta | N _{spt} |
|-------------|--------|------------|--------------|------------------|
| CAR1 | SPT 1 | 1.50 | punta conica | (3) – 4 – 9 |
| CAR1 | SPT 2 | 3.00 | punta aperta | (3) – 4 – 4 |
| CAR1 | SPT 3 | 4.50 | p.a. | (5) – 11 – 15 |
| CAR1 | SPT 4 | 6.00 | p.c. | (17) – 8 – 8 |
| CAR1 | SPT 5 | 7.50 | p.c. | (18) – 16 – 13 |
| CAR1 | SPT 6 | 9.00 | p.c. | (22) – R |
| CAR1 | SPT 7 | 10.50 | p.c. | R |
| CAR1 | SPT 8 | 12.00 | p.c. | (3) – 10 – 39 |
| CAR1 | SPT 9 | 13.50 | p.c. | (27) – 24 – 13 |
| CAR1 | SPT 10 | 15.00 | p.c. | (20) – 28 – 26 |
| CAR2 | SPT 1 | 1.50 | p.a. | (2) – 3 – 5 |
| CAR2 | SPT 2 | 3.00 | p.c. | (20) – R |
| CAR2 | SPT 3 | 4.50 | p.c. | (28) – R |
| CAR2 | SPT 4 | 6.00 | p.c. | p.c. (37) – R |
| CAR2 | SPT 5 | 7.50 | p.c. | (18) – 48 – R |
| CAR2 | SPT 6 | 9.00 | p.c. | (27) – 32 – R |
| CAR2 | SPT 7 | 10.50 | p.c. | R |
| CAR2 | SPT 8 | 12.00 | p.c. | R |
| CAR2 | SPT 9 | 13.50 | p.c. | R |
| CAR2 | SPT 10 | 15.00 | p.c. | (21) – R |

Durante le fasi di perforazione si è proceduto a prelevare n° 10 campioni rimaneggiati (C) che sono stati inviati al laboratorio terre (GD Test s.r.l.) per la realizzazione delle analisi e prove geotecniche di laboratorio; nella tabella successiva sono indicate le profondità di prelievo:

| Sondaggio n° | Campione Rimaneggiato | Granulometria | Aerometria | Limiti di Atterberg |
|--------------|-----------------------|---------------|------------|---------------------|
| CAR1 | C1 (3.00-3.50) | X | | X |
| CAR1 | C2 (6.00-6.50) | X | | |
| CAR1 | C3 (7.50-8.00) | X | | |
| CAR1 | C4 (10.50-11.00) | X | | |
| CAR1 | C5 (13.50-14.00) | X | | |
| CAR2 | C1 (1.50-2.00) | X | | X |
| CAR2 | C2 (4.50-5.00) | X | | |
| CAR2 | C3 (7.50-8.00) | X | | |
| CAR2 | C4 (10.50-11.00) | X | | |
| CAR2 | C5 (13.50-14.00) | X | | |

In merito ai sondaggi geognostici realizzati, in allegato fuori testo nelle Note tecnico-esecutive dell'indagine, sono riportati tra l'altro:

- le schede stratigrafiche relative ai sondaggi, alle prove SPT, alla profondità dei campioni prelevati ed alle modalità di completamento del piezometro;
- le fotografie delle cassette catalogatrici e dei siti di indagine;
- l'ubicazione delle indagini.

4.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

in data n° 6 prove penetrometriche realizzata con un penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) modello Pagani TG 63/100 in configurazione ISSMFE.

L'ubicazione delle prove è riporta nell'Allegato 1.

Caratteristiche dell'attrezzatura penetrometrica

La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63.5 kg, da un'altezza di 750 mm su una testa di battuta fissata alla sommità della batteria di aste alla cui estremità è fissata una punta conica con angolo di apertura di 90° e diametro di 51 mm normalizzata. Il numero di colpi per ottenere la penetrazione della punta nel terreno di 30 cm è assunto come indice della resistenza alla penetrazione. La prova consente di determinare sulla base di dati di letteratura, le caratteristiche meccaniche del terreno tramite correlazioni con la resistenza che questo oppone alla penetrazione. Preventivamente risulta necessario trasformare i valori di N_{30} in N_{spt} .

| DATI TECNICI | | | CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO "PAGANI 63/100" | |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------|---|------------|
| Motore | Tipo | Benzina; 2 cil.; V | | |
| | Potenza [HP (kW) - RPM] | 16 (12) - 3600 | | |
| | Raffreddamento | Aria | | |
| Traslazione | Cingolato a trasmissione idrostatica | Cingolato Gommato | | |
| | Velocità di traslazione [km/h] | 0 ÷ 1.8 | Peso massa battente | 63.5 kg |
| | Pendenza Max % | 25 | Altezza di caduta libera | 0.75 m |
| Pompa Idraulica | Numero di Pompe | 2 | Diametro punta conica | 51,00 mm |
| | Max. pressione operativa [bar] | 245 | Angolo di apertura della punta | 90° |
| Stabilizzatori | Numero | 3 | Lunghezza delle aste | 1.00 m |
| | Tipo | Idraulico | Peso di 1 asta | 6.31 Kg/m |
| | | | Avanzamento punta | 0,30 m |
| | | | Numero colpi | $N_{(30)}$ |

I valori di N_{30} misurati dal penetrometro sono stati diagrammati e forniti nelle Note tecnico-esecutive dell'indagine geognostica in Allegato 2.



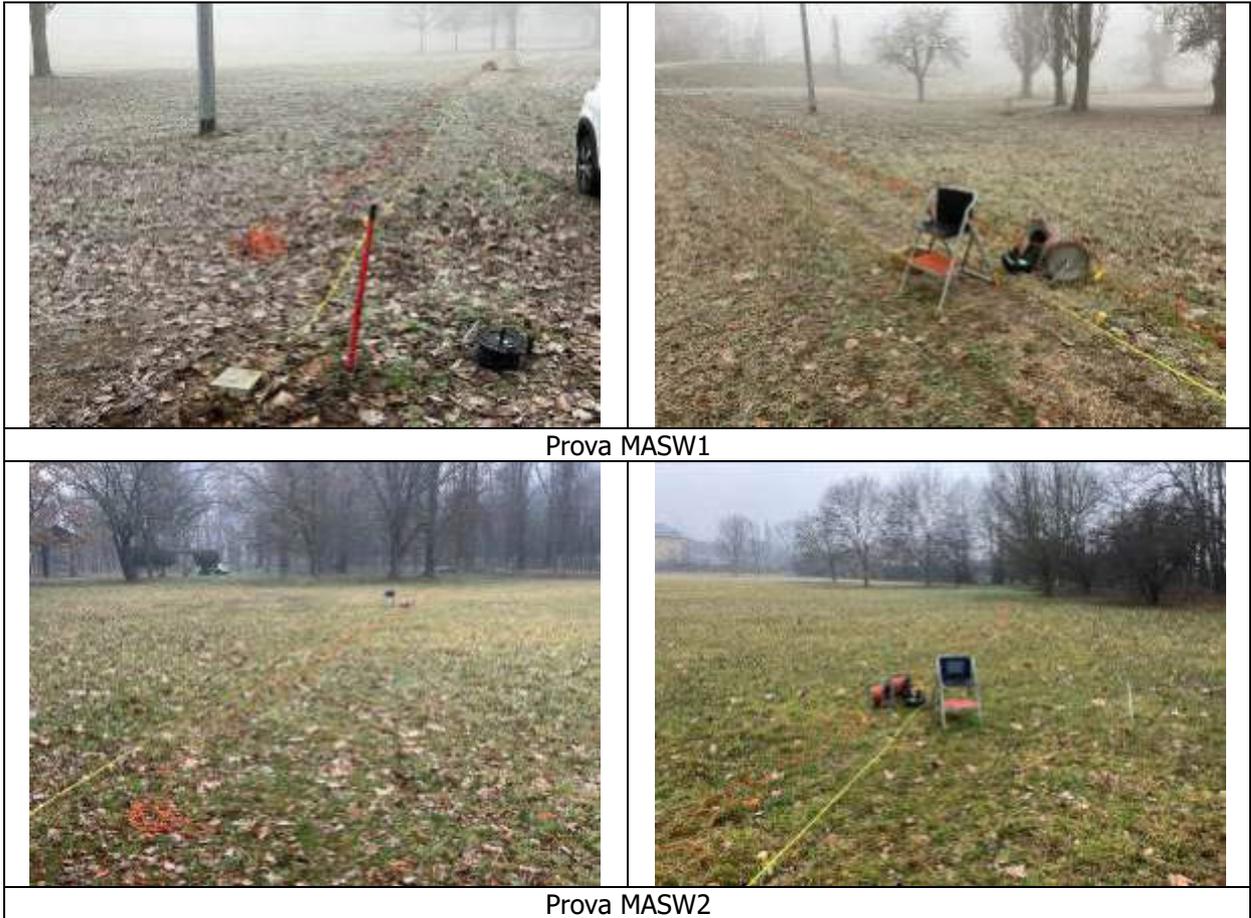
Documentazione fotografica delle prove penetrometriche eseguite.

4.3 Indagine geofisica (MASW)

Un'indagine geofisica è stata realizzata in data 16 gennaio 2024 con tecnica dell'Analisi Multicanale di Onde di Superficie (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) su un profilo sismico; di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa all'indagine sismica eseguita.

I segnali sono stati registrati con un sismografo digitale modello PASI modello GEA 24 con alimentazione esterna costituita da batteria 12V, collegato a 24 geofoni con una frequenza di 4.5 Hz, verticali per lo studio delle onde P, orizzontali per le S; per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 10 kg, con tre energizzazioni per lato e tempo di acquisizione di 2000 millisecondi.

Si rimanda al Cap. 8 e all'export del software interpretativo per quanto riguarda i risultati e la definizione della categoria di sottosuolo.



4.4 Indagine geofisica (HVSr)

In data 16 gennaio 2024 è stata eseguita un'indagine geofisica con tecnica del HVSr (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) eseguita su n°2 siti ubicati in prossimità della prova DPH1 e della MASW1 (prova HVSr3) e del Sondaggio CAR2 e della MASW2 (prova HVSr4).

Di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa alle indagini HVSr eseguite. Si rimanda al Cap. 8 ed all'Allegato a fondo testo per i dettagli tecnici dell'indagine.



HVSr3 (in prossimità di MASW1)



HVSr4 (in prossimità di MASW 2 e CAR 2)

4.5 *Analisi e prove di laboratorio geotecnico*

Le analisi e prove geotecniche di laboratorio sono state effettuate dalla ditta GD Test s.r.l.

Le analisi effettuate sui n° 10 campioni rimaneggiati sono le seguenti:

- analisi granulometrica per setacciatura;
- limiti di Atterberg (limitatamente ai campioni CAR1-C1 e CAR2-C1);

| Sondaggio n° | Campione Rimaneggiato | Granulometria | Aerometria | Limiti di Atterberg |
|--------------|-----------------------|---------------|------------|---------------------|
| CAR1 | C1 (3.00-3.50) | X | | X |
| CAR1 | C2 (6.00-6.50) | X | | |
| CAR1 | C3 (7.50-8.00) | X | | |
| CAR1 | C4 (10.50-11.00) | X | | |
| CAR1 | C5 (13.50-14.00) | X | | |
| CAR2 | C1 (1.50-2.00) | X | | X |
| CAR2 | C2 (4.50-5.00) | X | | |
| CAR2 | C3 (7.50-8.00) | X | | |
| CAR2 | C4 (10.50-11.00) | X | | |
| CAR2 | C5 (13.50-14.00) | X | | |

In allegato alle Note tecnico-esecutive dell'indagine geognostica, riportate in Allegato 2 a fondo testo, sono forniti in originale i Certificati di analisi predisposti dalla ditta esecutrice.

4.6 *Misure piezometriche*

La verticale del sondaggio CAR1 è stata strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto di diametro 2" in PVC fenestrato da 4,0 m a 15,0 m da p.c. al fine di poter verificare nel tempo le oscillazioni del livello di falda. Anche la verticale penetrometrica DHPH4 è stata attrezzata con micropiezometro in PVC da ¾"; in data 18/01/2024 il micropiezometro installato in DPSH4 risulta distrutto.

All'interno dei piezometri si sono effettuate tramite freatimetro manuale, misure della soggiacenza statica della falda,

| Codice verticale | Data misura | Quota assoluta p.c. (m s.l.m.) | Soggiacenza falda da p.c. (m) |
|------------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------|
| CAR1 | 10/01/2024 | 211,9 | -4,30 |
| DPSH4 | 11/01/2024 | 209,9 | -2,35 |
| CAR2* | 15/01/2024 | 209,6 | -2,30 |
| CAR1 | 16/01/2024 | 211,9 | -4,02 |
| DPSH4 | 16/01/2024 | 209,9 | -2,33 |
| CAR1 | 04/04/2024 | 211,9 | -3,80 |

* misura effettuata nel foro aperto al termine della perforazione

4.7 Indagini geognostiche pregresse (Banca Dati ARPA Piemonte)

Si è inoltre presa visione dei dati bibliografici tratti dalla banca dati dello scrivente e dalla Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte, individuati nei dintorni del sito in oggetto.

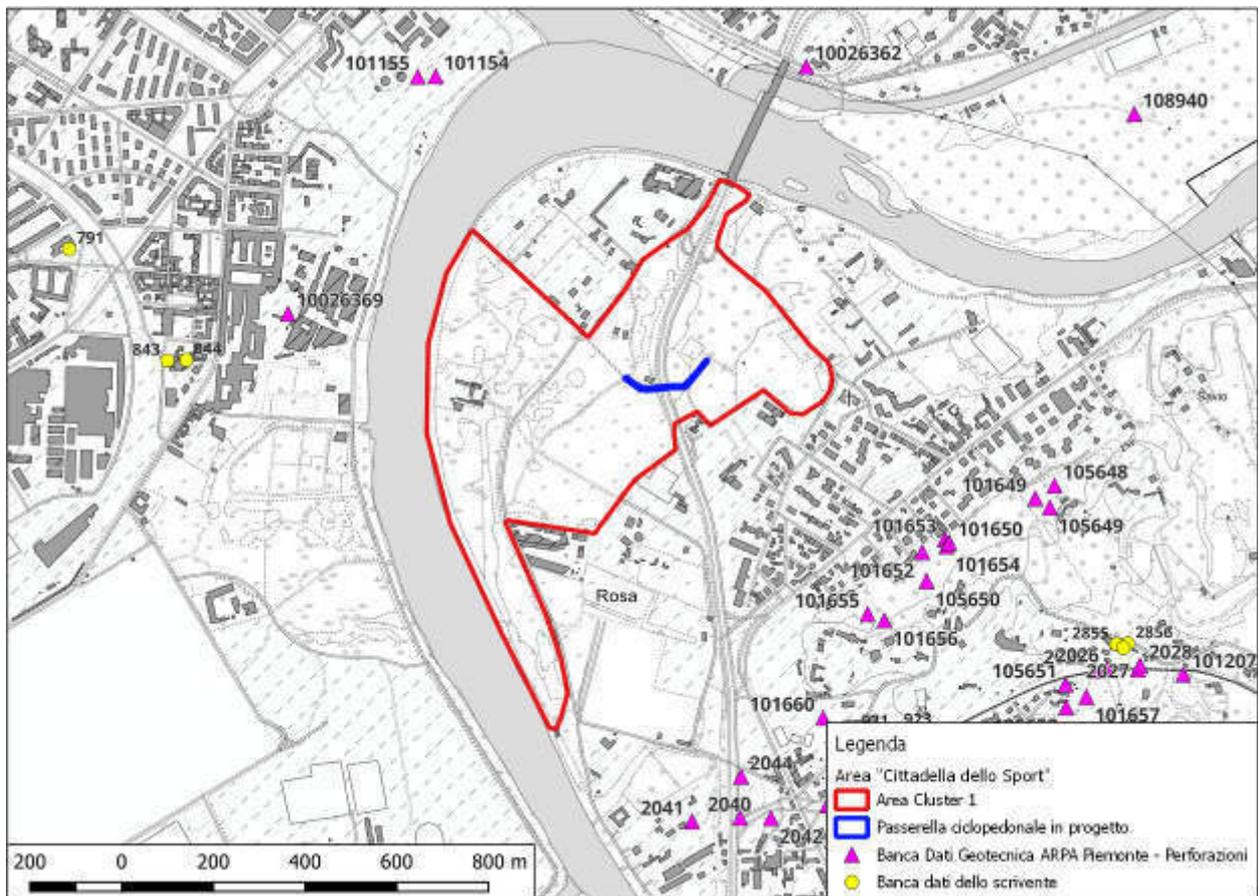


Figura 4.7-1: Ubicazione sondaggi presi in esame (frecche blu) dalla Banca Dati Geotecnica ARPA Piemonte con cerchiata in verde l'area in esame.

| Nome perforazione | Comune | Provincia | Località |
|--------------------------|------------------------|----------------|---|
| 55 | TORINO | TO | Via Aquile Corso Casale |
| Data inizio perforazione | Data fine perforazione | Profondità (m) | Cantiere |
| 0/0/1970 | 0/0/1970 | 29,70 | Viabilità: Svincolo tra la tangenziale est e il trattore Pilo |

| Codice perforazione | Profondità (m) | Descrizione |
|---------------------|----------------|---|
| 2041 | 2,30 | riporto |
| 2041 | 3,00 | argille debolmente sabbiose |
| 2041 | 5,50 | sabbie e conglomerati |
| 2041 | 6,70 | sabbie debolmente argillose con ghiaie e ciottoli |
| 2041 | 7,70 | limo argilloso con sabbie media fine |
| 2041 | 11,30 | sabbie media fine con ghiaie e ciottoli |
| 2041 | 14,20 | argille con livelli di sabbie media fine |
| 2041 | 29,70 | sabbie media fine cementate, ghiaie cementate possente e matrici siltose con livelli di ghiaie in livelli arenosi |

| Nome perforazione | Comune | Provincia | Località |
|--------------------------|------------------------|----------------|--|
| 51 | TORINO | TO | Piazza Italia |
| Data inizio perforazione | Data fine perforazione | Profondità (m) | Cantiere |
| 1/5/1991 | 10/5/1991 | 10,00 | Indagini geognostiche in Torino, Piazza Italia |

| Codice perforazione | Profondità (m) | Descrizione |
|---------------------|----------------|---|
| 101154 | 10,00 | ghiaie eterometriche adatte in matrice sabbioso grossolana abbondante |

| Nome perforazione | Comune | Provincia | Località |
|--------------------------|------------------------|----------------|-------------------------------|
| 95 | TORINO | TO | La Verna - strada del Rescilo |
| Data inizio perforazione | Data fine perforazione | Profondità (m) | Cantiere |
| 0/0/0 | 0/0/0 | 10,70 | |

| Codice perforazione | Profondità (m) | Descrizione |
|---------------------|----------------|------------------------|
| 108940 | 11,00 | ghiaie e sabbie grosse |
| 108940 | 11,80 | conglomerato compatto |
| 108940 | 13,80 | ghiaie e sabbie |
| 108940 | 16,70 | matrici |

| Nome perforazione | Comune | Provincia | Località |
|--------------------------|------------------------|----------------|----------|
| 100001015-MG/2"-SG0 | TORINO | TO | |
| Data inizio perforazione | Data fine perforazione | Profondità (m) | Cantiere |
| | | 21,50 | |

| Codice perforazione | Profondità (m) | Descrizione |
|---------------------|----------------|------------------------------------|
| 10026362 | 1,50 | sabbia torrosa |
| 10026362 | 8,70 | ghiaie e sabbie |
| 10026362 | 12,60 | ghiaie e sabbie con molti ciottoli |
| 10026362 | 15,40 | pudding |
| 10026362 | 16,50 | argilla |
| 10026362 | 21,50 | marna compatta |

Figura 4.7-2: Stratigrafia semplificata sondaggi 2041, 101154, 108940 e 10026362 della Banca Dati ARPA Piemonte ubicati rispettivamente in prossimità del sito in oggetto.

5 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

5.1 Considerazioni generali

La maggior parte del sottosuolo della città di Torino, in particolare nel settore in sinistra Po, tra il T. Sangone e la Stura di Lanzo, è ubicato in corrispondenza dei depositi fluvio-glaciali (pleistocene medio-sup.) derivanti dallo smantellamento degli apparati glaciali posti allo sbocco delle valli alpine torinesi e sono costituiti in prevalenza da ghiaie con ciottoli e sabbie, con interlivelli limoso-argillosi ed estesi orizzonti cementati, presenti in modo più o meno continuo su gran parte del sottosuolo urbano di Torino.

Tali depositi alluvionali-fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi quaternari si presentano in realtà alquanto eterogenei in relazione a tre principali eterogeneità (*Eterogeneità geologico-tecniche del sottosuolo nell'area torinese e riflessi applicativi occasionali, Sebastiano Pelizza, GEAM 2012*):

1) la locale variabilità granulometrica dovuta a casuali intercalazioni di:

- lenti, letti e plaghe siltose di spessore anche plurimetrico;
- piccole lenti metriche di grani appiattiti discoidali centimetrici assolutamente privi di fini;
- locali adunamenti di ciottolame grossolano pluridecimetrico.

2) la disomogenea e discontinua (sia in senso laterale che verticale) cementazione naturale delle alluvioni quaternarie ed il relativo grado della cementazione stessa (in tracce, diffusa, elevata tipo roccia conglomeratica); tale cementazione è dovuta alla precipitazione di carbonati di calcio e magnesio provenienti principalmente dalle acque del F. Dora Riparia.

3) la presenza occasionale e casuale di grandi blocchi, anche metrici, di rocce coerenti all'interno delle alluvioni; si tratta di blocchi rocciosi di tipo morenico distribuiti un po' ovunque ed a varie profondità senza una accertabile regola deposizionale.

Tali depositi, nella parte orientale del nucleo urbano di Torino, sono stati erosi dall'azione del Po, che ha assunto la posizione di scorrimento attuale in tempi relativamente recenti (età presumibilmente Tardoglaciale superiore, attualmente gli autori ritengono che si sia verificato una tracimazione dovuta a fenomeni di sovralluvionamento che ha invaso l'alveo della "Paleo-Dora", indicativamente 11'500 ÷ 14'000 anni BP (Forno et al., 2018, 2020, 2022).

Successivamente a tale evento si sono verificate varie fasi erosionali e deposizionali, che hanno portato alla sedimentazione, nei terrazzi più ribassati e più recenti, di due unità di depositi del Po, identificate come Unità delle Vallere (Olocene) e Unità del Meisino (Olocene-Attuale).

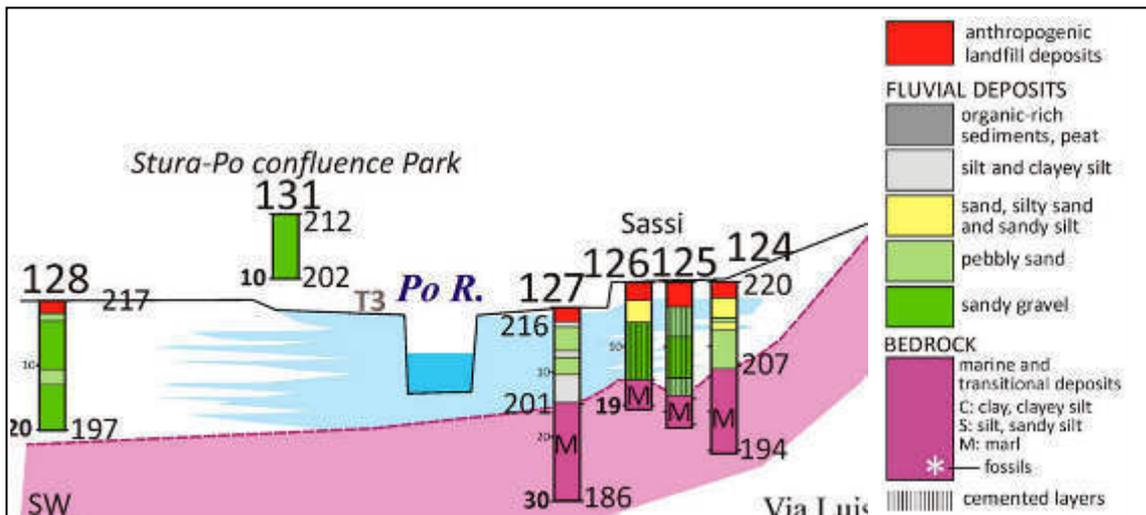


Figura 5.1-1: Sezione litostratigrafica schematica tratta da Forno & Gianotti (2020), che illustra l'assetto litostratigrafico di massima del settore orientale della città di Torino. Legenda.

5.2 Assetto litostratigrafico locale

La ricostruzione litostratigrafica è stata eseguita in base alle risultanze dell'indagine geognostica eseguita, e in particolare in base alla stratigrafia dei sondaggi a carotaggio continuo CAR1 e CAR2 e mediante l'ausilio di dati litostratigrafici-geognostici reperiti in bibliografia e presso l'archivio personale dello scrivente.

Si evidenzia che l'assetto litostratigrafico di seguito descritto (vedasi Allegato 1) è in parte conseguente all'antropizzazione del sito, che ha comportato presumibilmente livellamenti, sbancamenti e riporti connessi con la realizzazione delle aree a verde pubblico e della viabilità esistenti.

L'indagine geognostica (costituita in particolare dai sondaggi a carotaggio e dalle prove penetrometriche), anche sulla scorta dei dati bibliografici, ha evidenziato nella maggior parte dell'area indagata la presenza in superficie, al di sotto di un sottile strato di terreno vegetale, di materiali di riporto costituiti da terreni da sabbioso-limosi a sabbioso-ghiaiosi, contenenti frammenti di laterizi, mattoni e ciottoli, *matrix supported*, da sciolti a mediamente addensati (**Complesso 1**). Tali materiali sono stati rinvenuti a profondità variabili nelle indagini eseguite, tra un minimo di ca. 0,5 m (CAR2, DPSH2, DPSH6) fino a massimi di circa 1,5-2,0 m da p.c. (CAR1, DPSH1), mentre paiono sostanzialmente assenti nella prova DPSH-5.

Al di sotto di tali materiali si rinvengono i depositi alluvionali (fluviali) presumibilmente olocenici-attuali che costituiscono il margine della superficie terrazzata più recente di depositi del F. Po (Unità del Meisino di Forno et al.) rilevata di pochi m sull'alveo attuale, costituiti da sabbie fini o molto fini, con limo o limose, talora argillose/debolmente argillose e debolmente ghiaiose, con grado di addensamento da molto sciolto a sciolto, (**Complesso 2A**), rinvenuti al di sotto del Complesso 1 fino a profondità variabili tra un minimo di circa 2,0 m (CAR2, DPSH6) fino a massimi di circa 4,5-5,0 m da p.c.

Quindi fino alle massime profondità indagate (15,0 m da p.c.) si rinvengono presumibilmente i depositi alluvionali-fluvioglaciali pleistocenici-olocenici, costituiti da ghiaie ciottoloso-sabbiose, ghiaie sabbiose debolmente limose o debolmente limoso-argillose e ghiaie ciottoloso-sabbioso-limoso-argillose ("diamicton"); i ciottoli presentano dimensioni massime in genere 10-15 cm; il grado di addensamento va da mediamente addensato a molto addensato, con frequente rifiuto alla penetrazione dovuto alla presenza di clasti grossolani (**Complesso 2B**).

Non si è rilevata la presenza di livelli cementati duri, pseudolitoidi (conglomerati).

6 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi olocenico-pleistocenici a tessitura sabbioso-ghiaiosa-ciottolosa costituiscono un acquifero superficiale ad elevata conducibilità idraulica e di importanza regionale che ospita una falda freatica in diretta connessione con il reticolo idrografico superficiale. Si presentano alcuni livelli ghiaioso-sabbiosi fortemente cementati (per precipitazione di carbonato di calcio) che formano locali diaframmi impermeabili di spessore plurimetrico in grado di pressurizzare, localmente e parzialmente, le falde e nel contempo garantire una certa protezione nei confronti di eventuali inquinanti.

Dalla carta piezometrica relativa alla Falda Superficiale della pubblicazione del DST dell'Università di Torino (2004), si osserva come, nell'area di studio, la falda superficiale sia indicata ad una quota di circa 205-208 m s.l.m. con una soggiacenza media di circa 3÷5 m dal p.c.

La morfologia della superficie piezometrica sembra essere condizionata dalla topografia data la direzione di deflusso circa SW-NE, con un gradiente idraulico medio pari a circa 0.004; condizione che mostra l'azione drenante che il F. Po e la Stura di Lanzo esercitano nei confronti della falda superficiale.

Si sono eseguite misure piezometriche nel piezometro installato nel sondaggio CAR1 e nella verticale penetrometrica DPSH-4, che hanno mostrato nel periodo 10/01-04/04/2024 soggiacenze di circa 3,8÷4,3 m dal p.c. nel piezometro CAR1 (a W di via Don L. Sturzo) e di circa 2,3÷2,4 m dal p.c. nel micropiezometro DPSH4 (a E di via Don L. Sturzo).

Pertanto in concomitanza con periodi caratterizzati da intensi e/o prolungati apporti meteorici la superficie piezometrica può approssimarsi al p.c.

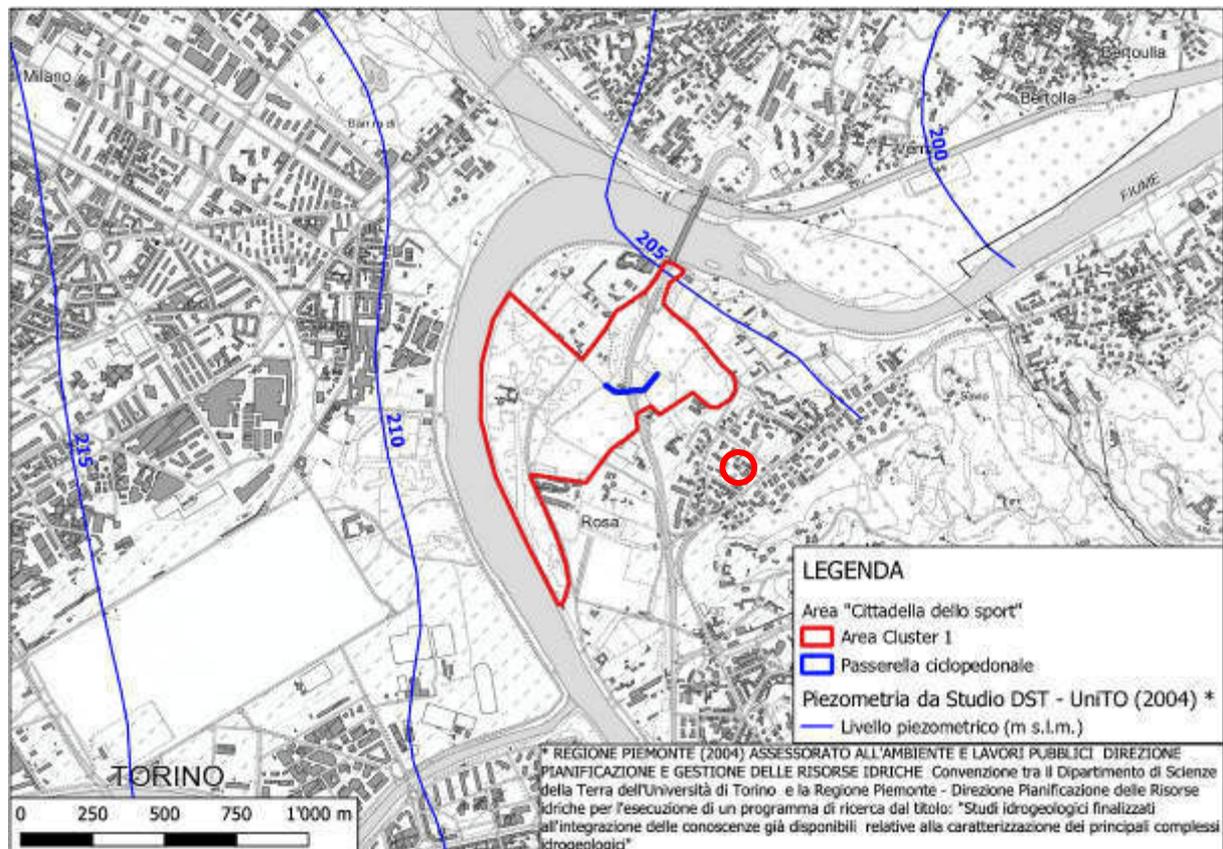


Figura 6-1: Stralcio della carta piezometrica della falda superficiale dello studio DST dell'Università di Torino (2004), in blu le isopieze con valore del relativo livello piezometrico

7 SISMICITÀ

L'area in esame è localizzata nel settore di pianura alluvionale nel settore nord-orientale della città di Torino, in destra idrografica del F. Po in prossimità delle confluenze della Dora Riparia e della Stura di Lanzo.

In base al "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15 - Versione 4.0) si può ottenere una prima valutazione dei terremoti storici che hanno colpito questa porzione di territorio. Tale catalogo fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con finestra temporale compresa tra l'anno 1000-2020 e individua per ogni località gli eventi simili verificati in quell'area ottenendo per ciascuno data, zona epicentrale, magnitudo-momento Mw, intensità macrosismica epicentrale Io ed effetti sulla località in scala MSC (Mercalli-Cancani-Sieberg).

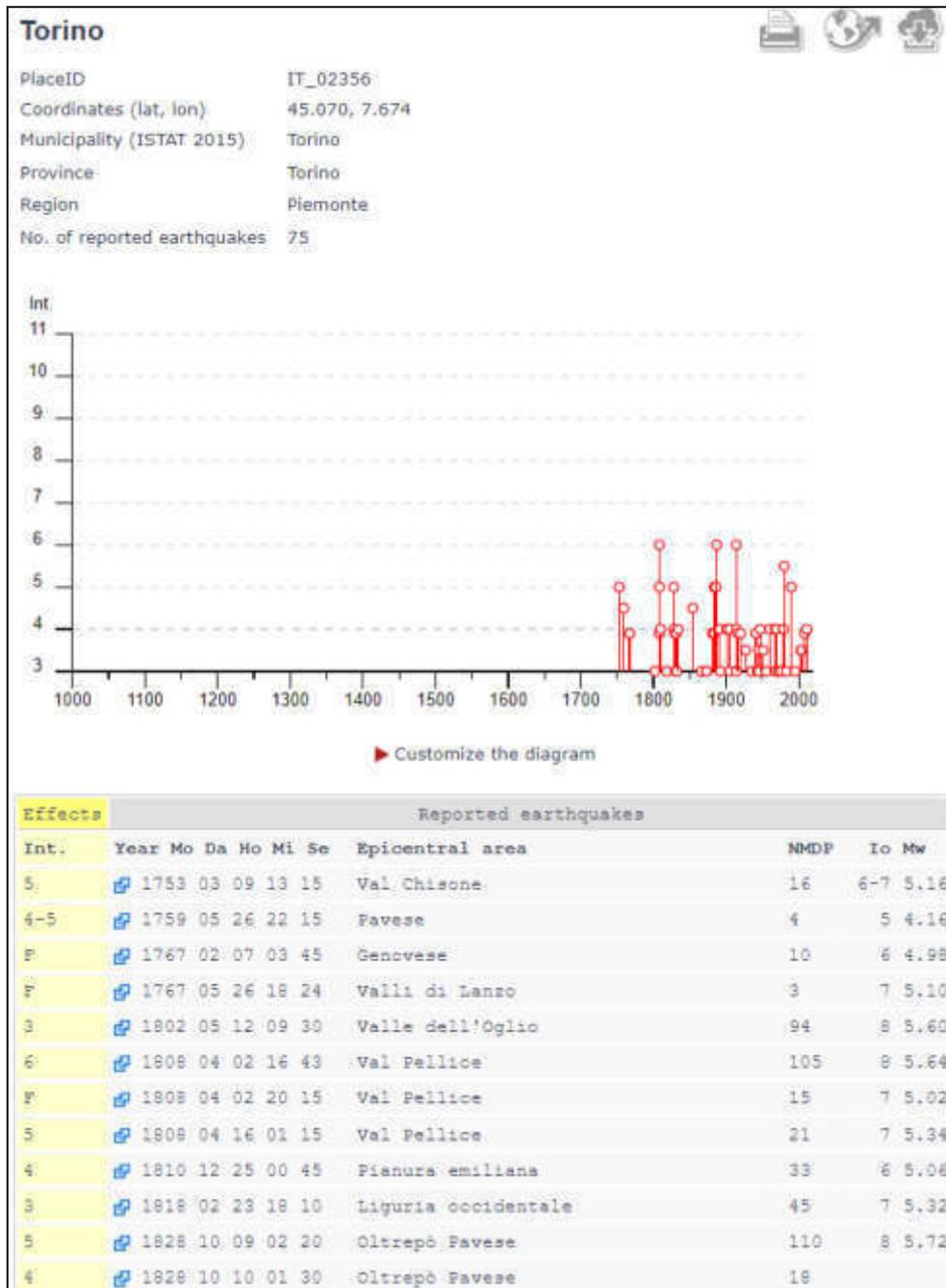


Figura 7-1a: Stralcio "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15 - Versione 4.0) in riferimento a Torino (TO), in cui vengono riportati in ordine cronologico i primi eventi registrati.

| | | | | | | |
|-----|-------------------|--------------------|-----------------------------|------|------|------|
| F | 🔗 | 1830 01 26 04 30 | Alto Reno | 11 | 5 | 4.53 |
| F | 🔗 | 1831 05 26 10 30 | Liguria occidentale | 33 | 8 | 5.56 |
| 3 | 🔗 | 1831 09 11 18 15 | Pianura emiliana | 25 | 7-8 | 5.48 |
| 3 | 🔗 | 1832 03 13 03 30 | Reggiano | 97 | 7-8 | 5.51 |
| 4 | 🔗 | 1834 02 14 13 15 | Val di Taro-Lunigiana | 112 | 9 | 5.96 |
| 4-5 | 🔗 | 1854 12 29 01 45 | Liguria occidentale | 86 | 7-8 | 5.72 |
| 3 | 🔗 | 1866 09 22 14 40 | Piemonte centro-meridionale | 13 | 4-5 | 4.38 |
| 3 | 🔗 | 1873 06 29 03 58 | Alpago Cansiglio | 197 | 9-10 | 6.29 |
| 3 | 🔗 | 1873 09 17 | Appennino tosco-ligure | 64 | 6-7 | 5.26 |
| F | 🔗 | 1881 07 22 02 45 | Belledonne-Pelvoux | 145 | 7 | 5.39 |
| NF | 🔗 | 1884 09 12 07 23 | Pianura lombarda | 34 | 6 | 4.70 |
| F | 🔗 | 1884 11 23 16 15 | Queyras | 20 | 5 | 4.60 |
| 5 | 🔗 | 1884 11 27 22 15 | Alpi Cozie | 63 | 6-7 | 5.17 |
| 5 | 🔗 | 1886 09 05 | Torinese | 101 | 7 | 5.22 |
| 6 | 🔗 | 1887 02 23 05 21 5 | Liguria occidentale | 1511 | 9 | 6.27 |
| 4 | 🔗 | 1891 06 07 01 06 1 | Valle d'Illasi | 403 | 8-9 | 5.87 |
| 3 | 🔗 | 1892 03 05 | Valle d'Aosta | 86 | 7 | 4.98 |
| 4 | 🔗 | 1901 05 25 03 59 2 | Piemonte centro-meridionale | 35 | 5 | 4.50 |
| 4 | 🔗 | 1901 10 30 14 49 5 | Garda occidentale | 289 | 7-8 | 5.44 |
| 4 | 🔗 | 1905 04 29 01 46 4 | Haute-Savoie, Vallorcine | 267 | 7-8 | 5.10 |
| 3 | 🔗 | 1905 05 30 04 55 | Cuneese | 121 | 5-6 | 4.65 |
| NF | 🔗 | 1909 01 13 00 45 | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 6 | 🔗 | 1914 10 26 03 43 2 | Torinese | 63 | 7 | 5.24 |
| 3 | 🔗 | 1914 10 26 16 22 | Torinese | 4 | 3 | 4.46 |
| 4 | 🔗 | 1914 10 27 01 12 | Torinese | 5 | 4 | 4.74 |
| NF | 🔗 | 1914 10 27 09 22 | Lucchesia | 660 | 7 | 5.63 |
| F | 🔗 | 1916 05 17 12 50 | Riminese | 132 | 8 | 5.82 |
| 2 | 🔗 | 1918 09 28 17 34 | Val di Susa | 4 | 4-5 | 3.93 |
| F | 🔗 | 1920 09 07 05 55 4 | Garfagnana | 750 | 10 | 6.53 |
| 3-4 | 🔗 | 1927 12 11 15 49 | Val di Susa | 13 | 5 | 4.36 |
| 3 | 🔗 | 1935 03 19 07 27 1 | Embrunais | 254 | 7 | 5.25 |
| 2-3 | 🔗 | 1938 12 23 17 37 4 | Canavese | 28 | 5 | 4.22 |
| F | 🔗 | 1941 02 23 20 12 4 | Cuneese | 5 | | |
| 3 | 🔗 | 1943 05 22 19 03 | Val di Susa | 3 | 4 | 3.70 |
| 2-3 | 🔗 | 1945 06 14 05 03 4 | Oltrepò Pavese | 6 | 6-7 | 4.78 |
| 3-4 | 🔗 | 1945 06 29 15 37 1 | Oltrepò Pavese | 31 | 7-8 | 5.10 |
| 3 | 🔗 | 1945 12 15 05 27 | Oltrepò Pavese | 12 | 6 | 4.72 |
| 4 | 🔗 | 1947 02 17 00 12 3 | Alpi Cozie | 283 | 5-6 | 4.74 |
| 3-4 | 🔗 | 1951 05 15 22 54 | Lodigiano | 179 | 6-7 | 5.17 |
| 2 | 🔗 | 1955 05 12 14 15 | Cuneese | 39 | 6-7 | 4.66 |
| 3 | 🔗 | 1955 06 20 04 47 | Cuneese | 104 | 6 | 4.77 |
| 4 | 🔗 | 1960 03 23 23 10 | Vallese | 178 | 7 | 5.00 |
| 2 | 🔗 | 1966 04 07 19 38 5 | Cuneese | 101 | 6 | 4.51 |
| 3 | 🔗 | 1968 04 18 19 38 1 | Liguria occidentale | 51 | 7-8 | 4.93 |
| 4 | 🔗 | 1968 06 18 05 27 | Valle d'Aosta | 60 | 6 | 4.86 |
| 4 | 🔗 | 1969 10 09 03 31 3 | Val di Susa | 36 | 5 | 4.25 |
| 2-3 | 🔗 | 1970 12 31 22 04 4 | Liguria occidentale | 79 | 6 | 4.62 |
| 3 | 🔗 | 1972 01 18 23 26 | Liguria occidentale | 41 | 6-7 | 4.60 |

Figura 7-1b: Stralcio "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15 - Versione 4.0) in riferimento a Torino (TO), in cui vengono riportati in ordine cronologico i primi eventi registrati.

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----|----|----|----|---|--------------------------|-----|------|------|
| 3 | 1972 | 10 | 25 | 21 | 56 | 1 | Appennino settentrionale | 198 | 5 | 4.87 |
| 3 | 1976 | 05 | 06 | 20 | 00 | 1 | Friuli | 770 | 9-10 | 6.45 |
| 3 | 1976 | 09 | 15 | 09 | 21 | 1 | Friuli | 54 | 8-9 | 5.95 |
| 4 | 1979 | 02 | 09 | 14 | 44 | | Bergamasco | 73 | 6 | 4.78 |
| 5-6 | 1980 | 01 | 05 | 14 | 32 | 2 | Torinese | 120 | 6-7 | 4.82 |
| 2 | 1980 | 12 | 23 | 12 | 01 | 0 | Piacentino | 69 | 6-7 | 4.57 |
| 3 | 1983 | 11 | 09 | 16 | 29 | 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 5 | 1990 | 02 | 11 | 07 | 00 | 3 | Torinese | 201 | 6 | 4.69 |
| 3 | 1995 | 11 | 21 | 04 | 04 | 3 | Torinese | 64 | 5-6 | 4.07 |
| 3-4 | 2003 | 04 | 11 | 09 | 26 | 5 | Valle Scrivia | 78 | 6-7 | 4.81 |
| 3-4 | 2004 | 11 | 24 | 22 | 59 | 3 | Garda occidentale | 176 | 7-8 | 4.99 |
| NF | 2005 | 06 | 12 | 21 | 16 | 1 | Val di Susa | 102 | 5 | 3.79 |
| F | 2008 | 12 | 23 | 15 | 24 | 2 | Parmense | 291 | 6-7 | 5.36 |
| 4 | 2011 | 07 | 25 | 12 | 31 | 2 | Torinese | 105 | 5 | 4.67 |
| NF | 2016 | 10 | 30 | 06 | 40 | 1 | Valnerina | 379 | | 6.61 |

Figura 7-1c: Stralcio "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15 - Versione 4.0) in riferimento a Torino (TO), in cui vengono riportati in ordine cronologico i primi eventi registrati.

Dalla tabella precedente si può notare come nel territorio di Torino siano stati registrati n°75 eventi sismici a partire dal 1753 fino al 2016; l'intensità locale massima registrata $I=6$ è stata raggiunta in occasione del terremoto della Liguria occidentale del 1887 (al quale è corrisposta una magnitudo momento M_w di 6,27 ed una intensità epicentrale I_0 pari a 9).

La distribuzione spaziale dei terremoti storici e attuali per le diverse classi di magnitudo unitamente a un modello cinematico-strutturale della penisola italiana ha permesso l'identificazione di numerose zone sismogenetiche, caratterizzate da una stima della profondità media dei terremoti e da un meccanismo di fagliazione prevalente. Il punto di riferimento per la zonazione sismogenetica è il modello denominato ZS9, schematicamente rappresentato in figura seguente per l'area del Nord Italia.

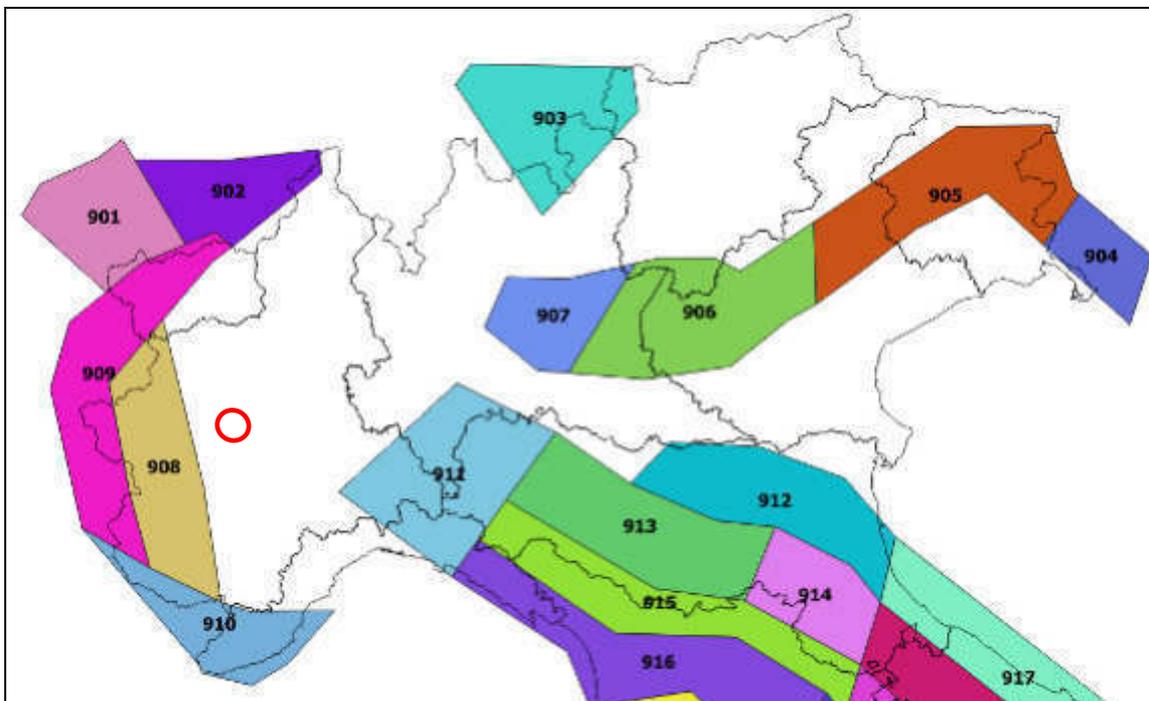


Figura 7-2: Sovrapposizione Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV) con limiti amministrativi regionali (ISTAT); cerchiata in rosso l'area in esame.

Il Comune di Torino risente della sismicità alpina occidentale, legata alla convergenza Adria-Europa. In particolare l'area in esame risulta ubicata esternamente alle zone sismogenetiche, in prossimità della zona sismogenetica n°908, la quale presenta una profondità "efficace" di 10 km, un meccanismo di fagliazione prevalente di tipo trascorrente e una magnitudo massima attesa di 3,7.

Le zone sismogenetiche contribuiscono a formare la pericolosità sismica di un'area, intesa come la probabilità che un dato valore di scuotimento del terreno, espresso con parametri fisici (picco di accelerazione orizzontale, picco di velocità, picco di spostamento, accelerazione spettrale) possa essere superato in un certo lasso di tempo a seguito di un terremoto. La pericolosità sismica, insieme alla vulnerabilità, rappresenta la grandezza fondamentale per la definizione del rischio sismico, inteso come la probabilità che un dato valore di danno possa essere superato in un certo intervallo di tempo in seguito ad un evento sismico.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica inerente al sito oggetto di indagine si può fare riferimento alle "Mappe interattive di pericolosità sismica" elaborate dall'INGV, le quali riportano i valori medi (con deviazione standard) corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della PGA (acronimo di *Peak Ground Acceleration*, ovvero accelerazione massima attesa su suolo rigido).

Da tali mappe si evince che la PGA attesa in corrispondenza dell'area in studio e nei settori limitrofi presenta valori compresi nel range 0.025÷0.075. Inoltre il grafico di disaggregazione indica una magnitudo media Mw di 5,01 con una distanza media di 60,0 km dal sito di interesse.

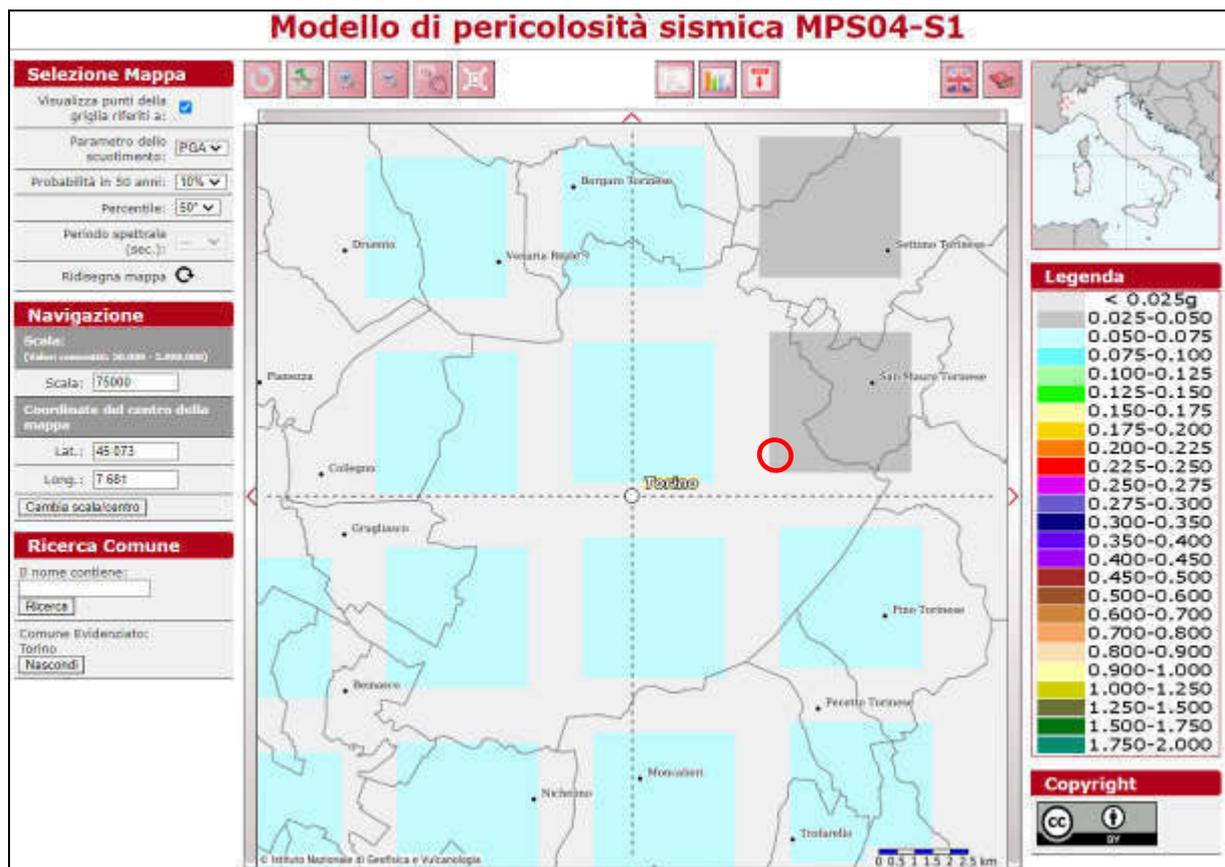


Figura 7-3: Estratto "Mappe interattive di pericolosità sismica" elaborate dall'INGV per il sito in esame.

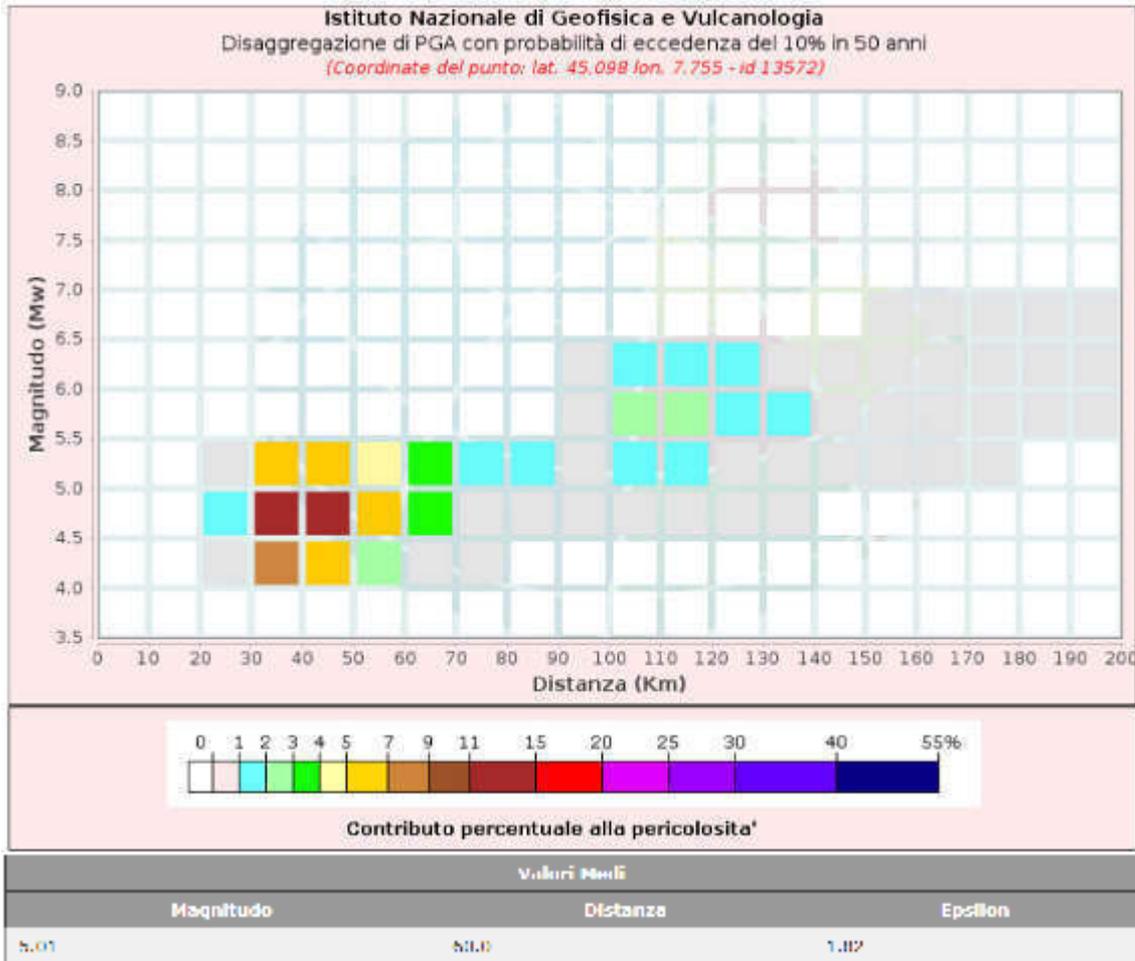


Figura 7-4: Estratto "Mappe interattive di pericolosità sismica" elaborate dall'INGV per il sito in esame: Disaggregazione di PGA; sintesi valori medi.

Il presente capitolo è redatto ai sensi dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto del 17/01/2018 (NTC 2018), pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20/02/2018. Come già con le precedenti NTC 2008 la progettazione antisismica viene svincolata dall'appartenenza ad un dato comune e le azioni sismiche sono determinate in funzione del periodo di riferimento e delle coordinate geografiche dell'opera.

Nel calcolo dell'azione sismica il periodo di riferimento V_R si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u .

La vita nominale di una costruzione V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo alla quale è destinata. Mentre il coefficiente d'uso C_u esprime la Classe d'uso nella quale sono suddivise le opere con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso.

Tab. 2.4.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

| TIPI DI COSTRUZIONI | | Valori minimi di V_N (anni) |
|---------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Costruzioni temporanee e provvisorie | 10 |
| 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | 50 |
| 3 | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati | 100 |

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

| CLASSE D'USO | I | II | III | IV |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE C_U | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Per il caso in esame il progettista strutturale, direttamente interpellato dallo scrivente, ha indicato di assumere una vita nominale dell'opera V_N di 50 anni (opere ordinarie) e classe d'uso II ($C_U = 1,0$).

Le considerazioni sviluppate di seguito sono pertanto valide a condizione che sia rispettata in sede progettuale tale indicazione circa la Vita Nominale e la classe d'uso.

Ciò premesso ne risulta quindi:

$$V_R = V_N * C_U = 50 * 1,0 = 50 \text{ anni}$$

Per quanto riguarda le probabilità P_{VR} di superamento nel periodo di riferimento V_R , esse variano al variare dello stato limite considerato. I valori cui riferirsi per individuare l'azione sismica sono riportati nella tabella successiva.

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

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

Fissato il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{VR} il periodo di ritorno T_R si ricava mediante l'espressione:

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

Per quanto riguarda la pericolosità sismica, l'Ordinanza P.C.M. n° 3519 del 28/04/2006 riferita a sua volta all'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003, come aggiornata dalla Regione Piemonte ai sensi della DGR n. 6-887 del 30/12/2019 classifica il Comune di Torino (TO) in Zona sismica 3.

Le NTC 2008 hanno introdotto il sisma di progetto per ogni punto del territorio nazionale trattando il sisma per ogni punto di riferimento come una variabile aleatoria.

Per la determinazione dei parametri iniziali di accelerazione su suolo rigido si fa riferimento al software Spettri di risposta Ver. 1.0.3 elaborato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che consente di ricavare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale tramite l'individuazione della relativa pericolosità sismica direttamente da coordinate geografiche.

Per il sito in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate geografiche medie:

| | |
|-------|----------|
| Lat. | 45.08924 |
| Long. | 7.72707 |

Si forniscono di seguito i valori di a_g , F_0 e T_c^* riferiti al sito in esame:

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.022 | 2.602 | 0.167 |
| 50 | 0.027 | 2.602 | 0.189 |
| 72 | 0.030 | 2.644 | 0.204 |
| 101 | 0.034 | 2.667 | 0.217 |
| 140 | 0.037 | 2.681 | 0.228 |
| 201 | 0.041 | 2.690 | 0.241 |
| 475 | 0.051 | 2.755 | 0.271 |
| 975 | 0.060 | 2.804 | 0.291 |
| 2475 | 0.073 | 2.895 | 0.299 |

Un ulteriore elemento di valutazione è rappresentato dall'effetto locale prodotto dal contesto geologico-geomorfologico che caratterizza l'area in studio. Ciò significa valutare le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche e morfologiche attraverso procedure il cui insieme costituisce la "risposta sismica locale".

L'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra infatti che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze di poche decine di metri, caratteristiche differenti in funzione delle modifiche all'onda sismica apportate dalle condizioni sito specifiche.

Si denomina quindi come risposta sismica locale l'azione sismica emergente "in superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido e riconducibili principalmente a:

- effetti stratigrafici legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati;
- effetti topografici legati alla configurazione topografica del piano campagna alla quale in alcuni casi (prossimità della cresta dei rilievi), va attribuita la focalizzazione delle onde sismiche a seguito dei fenomeni di riflessione; i fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Secondo le NTC 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

La Circolare 21/01/2019 n° 7 del C.S.LL.PP. precisa che "i metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno".

Laddove il progettista rispetti in fase progettuale tali indicazioni della circolare possono quindi ricorrere i presupposti geologici (condizioni stratigrafiche e proprietà dei terreni chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II) per il ricorso ai metodi semplificati.

Le NTC 2018 prevedono l'esecuzione di indagini di vario tipo per la definizione del parametro V_s (Prove down e cross hole, MASW, SASW, dilatometro sismico DMTS, Sismica passiva (HVSr, Tromino[®],...), correlazioni di comprovata affidabilità con prove penetrometriche dinamiche o statiche, ecc.).

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), definita dall'espressione:

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

Dove H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30.

In data 16 gennaio 2024 si è provveduto all'esecuzione di un'indagine sito-specifica di tipo geofisico, costituita da:

- n° 2 stendimenti sismici MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) con passo tra i geofoni di 2 m, realizzati in corrispondenza del tratto Ovest e del tratto Est della struttura in progetto, a W di Via don Luigi Sturzo (MASW1) e a E di via don Luigi Sturzo (MASW2);
- n° 2 prove sismiche puntuali HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) eseguite in prossimità dei sondaggi CAR1, a W di Via don Luigi Sturzo (HVSR3) e a E di via don Luigi Sturzo (HVSR4), all'incirca in prossimità del centro degli stendimenti MASW.

L'ubicazione, la descrizione e le risultanze delle indagini e, che compaiono all'interno delle Note tecnico-esecutive dell'Indagine geognostica riportate nell'Allegato a fondo testo.

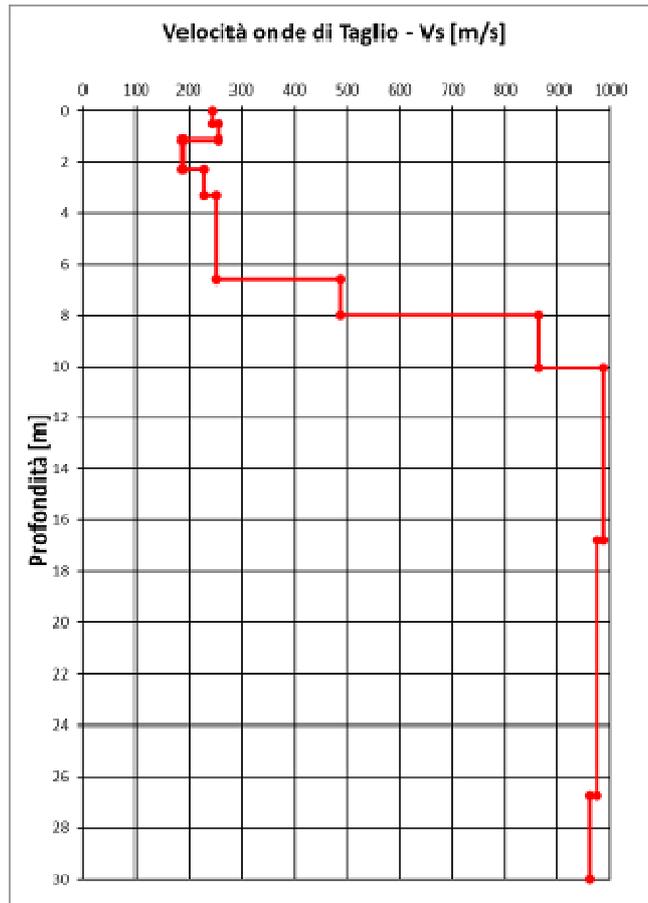
Si riportano di seguito i risultati delle indagini sismiche sito-specifiche svolte.

MASW1

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/sec] | h/Vs |
|-----------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 0.0 | 0.50 | 246 | 0.0020 |
| 2 | 0.5 | 0.64 | 257 | 0.0025 |
| 3 | 1.1 | 1.16 | 189 | 0.0062 |
| 4 | 2.3 | 0.98 | 229 | 0.0043 |
| 5 | 3.3 | 3.35 | 253 | 0.0132 |
| 6 | 6.6 | 1.34 | 486 | 0.0028 |
| 7 | 8.0 | 2.07 | 862 | 0.0024 |
| 8 | 10.0 | 6.71 | 987 | 0.0068 |
| 9 | 16.7 | 9.98 | 974 | 0.0102 |
| 10 | 26.7 | 3.27 | 960 | 0.0034 |

Risultati MASW1

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 8.0 |
| V_{seq} [m/sec] | 293 |
| Categoria del suolo | E |

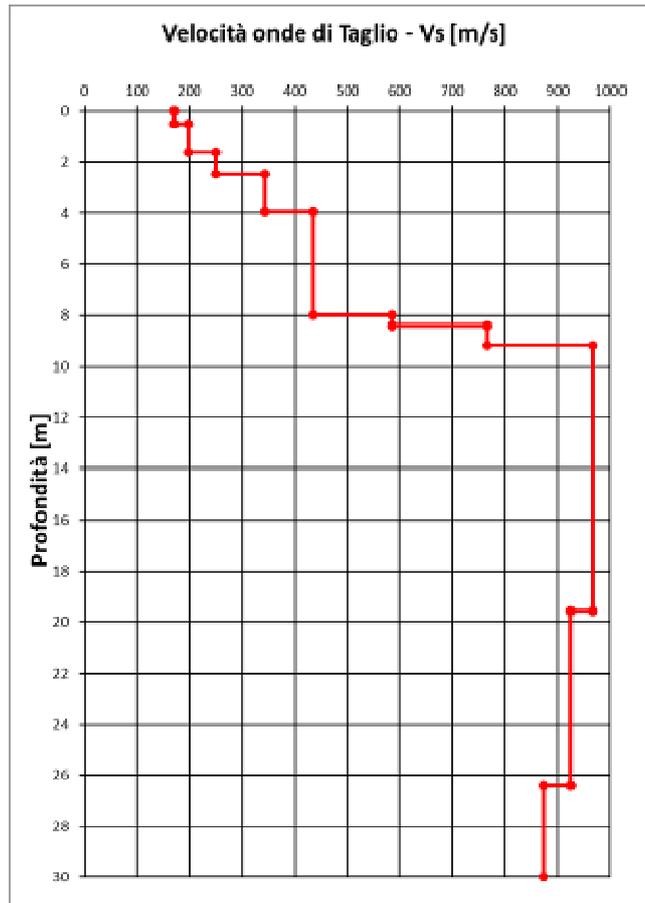


MASW2

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/sec] | h/Vs |
|----|----------------|--------------|------------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.52 | 172 | 0.0030 |
| 2 | 0.5 | 1.07 | 197 | 0.0054 |
| 3 | 1.6 | 0.91 | 251 | 0.0036 |
| 4 | 2.5 | 1.45 | 345 | 0.0042 |
| 5 | 3.9 | 4.02 | 436 | 0.0092 |
| 6 | 8.0 | 0.43 | 585 | 0.0007 |
| 7 | 8.4 | 0.76 | 765 | 0.0010 |
| 8 | 9.2 | 10.41 | 966 | 0.0108 |
| 9 | 19.6 | 6.85 | 924 | 0.0074 |
| 10 | 26.4 | 3.58 | 872 | 0.0041 |

Risultati MASW2

| | |
|-------------------------------|------------|
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 9.2 |
| V _{seq} [m/sec] | 337 |
| Categoria del suolo | E |

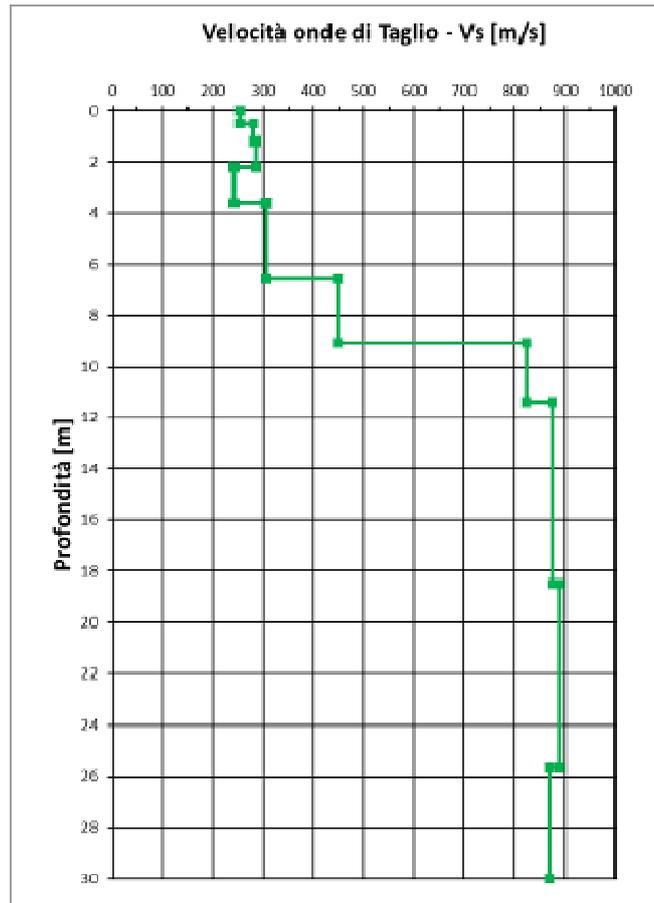


HVSR3

| n. | Profondità [m] | Spessori per calcolo V_{seq} [m] | Vs [m/sec] | h/Vs |
|----|-------------------|---------------------------------------|---------------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.50 | 253 | 0.0000 |
| 2 | 0.5 | 0.70 | 280 | 0.0025 |
| 3 | 1.2 | 0.99 | 286 | 0.0035 |
| 4 | 2.2 | 1.42 | 242 | 0.0058 |
| 5 | 3.6 | 2.97 | 306 | 0.0097 |
| 6 | 6.6 | 2.46 | 448 | 0.0055 |
| 7 | 9.0 | 2.36 | 822 | 0.0029 |
| 8 | 11.4 | 7.08 | 875 | 0.0081 |
| 9 | 18.5 | 7.22 | 891 | 0.0081 |
| 10 | 25.7 | 4.30 | 869 | 0.0049 |

Risultati indagine HVSR3

| | |
|--|------------|
| Frequenza fondamentale di vibrazione [Hz] | 7.2 |
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 9.0 |
| V_{seq} [m/sec] | 334 |
| Categoria del suolo | E |



HVSR4

| n. | Profondità [m] | Spessori per calcolo V_{seq} [m] | Vs [m/sec] | h/Vs |
|----|----------------|------------------------------------|------------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.43 | 293 | 0.0000 |
| 2 | 0.4 | 0.55 | 297 | 0.0019 |
| 3 | 1.0 | 0.85 | 145 | 0.0059 |
| 4 | 1.8 | 1.83 | 193 | 0.0095 |
| 5 | 3.7 | 1.81 | 305 | 0.0059 |
| 6 | 5.5 | 2.20 | 551 | 0.0040 |
| 7 | 7.7 | 1.73 | 720 | 0.0024 |
| 8 | 9.4 | 3.01 | 811 | 0.0037 |
| 9 | 12.4 | 8.82 | 811 | 0.0109 |
| 10 | 21.2 | 8.78 | 874 | 0.0100 |

Risultati indagine HVSR4

| | |
|--|-------------|
| Frequenza fondamentale di vibrazione [Hz] | 12.5 |
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 9.4 |
| V_{seq} [m/sec] | 318 |
| Categoria del suolo | E |

L'interpretazione delle prove eseguite determinano n° 4 profili di velocità delle onde S con la profondità, dai quali si evidenzia la presenza in tutte le indagini eseguite di un substrato sismico ($V_s \geq 800$ m/s), costituito presumibilmente da terreni molto addensati e dal sottostante substrato pliocenico della Collina di Tornio individuato a partire da 8,0-9,0 m dal p.c., e forniscono un valore di $V_{s,eq}$ calcolato utilizzando la formula di cui sopra, rispettivamente di 293 m/s (MASW1), 337 m/s (MASW2), 334 m/s (HVSr3) e 318 m/s (HVSr4).

Tali valori indicano che il sito in esame risulta localizzato su **sottosuolo di categoria E** ovvero tra "Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m".

La categoria topografica ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2018 è la **T1**, definita come "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a gravina grossa molto addensati o terreni a gravina 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. |
| C | Depositi di terreni a gravina grossa medianamente addensati o terreni a gravina fina medianamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | Depositi di terreni a gravina grossa scarsamente addensati o di terreni a gravina fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Tali informazioni possono essere utilizzate per la definizione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica S_s e C_c . Per un sottosuolo di tipo A tali coefficienti valgono 1, mentre per le altre categorie sono calcolati in funzione di a_g , F_0 e T_c^* mediante le espressioni della tabella 3.2.IV delle NTC 2018, di seguito riportata.

In tabella 3.2.V si ricava invece il valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_s e di C_c*

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 < 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} < 1,50$ | $1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,10}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,30}$ |

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|---|-------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30° | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30° | 1,4 |

Inserendo le categorie ricavate all'interno del software Spettri di risposta Ver. 1.0.3, elaborato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, si ottengono i seguenti valori dei parametri dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV:

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 30 | 0.022 | 2.602 | 0.167 |
| SLD | 50 | 0.027 | 2.602 | 0.190 |
| SLV | 475 | 0.051 | 2.755 | 0.271 |
| SLC | 975 | 0.060 | 2.804 | 0.291 |

L'accelerazione massima a_{max} attesa nel sito in oggetto si ricava dal valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su suolo rigido, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni trattandosi di un'opera alla quale il progettista strutturale attribuisce classe d'uso II e Vita nominale = 50 anni), moltiplicato per i valori dei coefficienti di amplificazione S_S e S_T con la seguente relazione:

$$a_{max} = a_g * S_S * S_T = 0,051g * 1,6 * 1,0 = \mathbf{0,0816g}$$

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione geologica è realizzata a supporto e indirizzo della progettazione esecutiva per conto della Città di Torino – Dipartimento Manutenzioni e Servizi Tecnici – Divisione Manutenzioni – Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport nell’ambito del P.N.R.R. – Missione 5 – Componente 2 – Misura 3 – Investimento 3.1 “Sport e inclusione sociale”, di un progetto denominato “Parco dello Sport e dell’Educazione Ambientale”, composto da due Cluster, di cui il presente lavoro è riferito al “Cluster 1 – Cittadella dello Sport”.

In particolare il “Cluster 1” riguarda a un’area compresa tra la Borgata Sassi e le rive del Fiume Po, su entrambi i lati di via Don Luigi Sturzo, e comprende lavori di miglioramento boschivo, realizzazione di segnaletica digitale, interventi migliorativi e di rinaturalizzazione delle aree verdi e delle aree umide, realizzazione di aree gioco e fitness, ristrutturazione di una tettoia, realizzazione di una passerella ciclopedonale di attraversamento di via Don Luigi Sturzo e di un percorso pedonale.

Il PRG vigente individua l’area di interesse compresa nella Classe IIIb4 (P) e in Classe IIIb4a (P) di pericolosità geomorfologica. Per le norme relative a tali classi si faccia riferimento al Cap. 2 riferimento al i tratta di aree di pianura definite al Par. 2.1.1 dell’Allegato B alle N.U.E.A. come:

Sottoclasse IIIb4 (P) 11. Comprende aree edificate, appartenenti alla Fascia B, che sono state parzialmente inondate e sono considerate attualmente inondabili. Il grado di pericolosità è da considerarsi elevato.

Sottoclasse IIIb4a (P) 12. Comprende aree inondabili di preminente interesse ambientale (Parco del Valentino, Parco Michelotti, Parco del Meisino), ad eccezione della porzione marginale esterna alla fascia C del Parco del Valentino.

È altresì da sottolinearsi come le banche dati geologiche-geomorfologiche consultate – cfr. cap. 3.2 – abbiano evidenziato come l’area del Parco del Meisino sia stata in parte interessata dalle inondazioni connesse con i principali eventi alluvionali del recente passato (1994, 2000, 2016), in ragione del fatto che l’area in oggetto si trova su un terrazzo alluvionale rilevato di pochi metri sull’alveo di piena ordinaria in destra del F. Po. Per quanto riguarda il sito di ubicazione della passerella ciclopedonale in progetto, si evidenzia come il sito in esame sia stato, talora e in parte, raggiunto dalle acque di esondazione del F. Po, in particolare in occasione dell’evento alluvionale dell’ottobre 2000, ed è inserita al margine delle aree inondabili dalla banca dati regionale BDGeo100, mentre non è stato raggiunto da acque di esondazione nel corso degli eventi del 1994 e del 2016.

Per la definizione dell’assetto litostratigrafico, idrogeologico e litotecnico del sito si è proceduto, oltre che alla consultazione di dati bibliografici, alla realizzazione di una campagna di indagini geognostiche sito-specifica costituita da n° 2 sondaggi a carotaggio continuo, spinti fino a 15 m dal p.c., da n° 6 prove penetrometriche dinamiche continue super-pesanti, da una caratterizzazione geofisica di tipo sismico mediante la realizzazione di n° 2 stendimenti MASW e di n° 2 acquisizioni HVSR – Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio, da analisi e prove geotecniche di laboratorio su n° 10 campioni rimaneggiati di terreno prelevati durante l’indagine, da campagne di misure piezometriche sulla strumentazione piezometrica installata. Per la descrizione delle indagini e dei risultati si rimanda al Cap. 4 e all’Allegato 2 a fondo testo.

L’indagine ha evidenziato, nella maggior parte dell’area indagata la presenza in superficie, al di sotto di un sottile strato di terreno vegetale, di materiali di riporto costituiti da terreni da sabbioso-limosi a sabbioso-ghiaiosi, contenenti frammenti di laterizi, mattoni e ciottoli, *matrix supported*, da sciolti a mediamente addensati (**Complesso 1**). Tali materiali sono stati rinvenuti a profondità variabili nelle indagini eseguite, tra un minimo di ca. 0,5 m (CAR2, DPSH2, DPSH6) fino a massimi di circa 1,5-2,0 m da p.c. (CAR1, DPSH1), mentre sono sostanzialmente assenti nella prova DPSH-5.

Al di sotto di tali materiali si rinvengono i depositi alluvionali (fluviali) presumibilmente olocenici-attuali che costituiscono il margine della superficie terrazzata più recente di depositi del F. Po (Unità del Meisino di Forno et al.) rilevata di pochi m sull’alveo attuale, costituiti da sabbie fini o molto fini, con limo o limose, talora argillose/debolmente argillose e debolmente ghiaiose, con grado di addensamento da molto sciolto a sciolto, (**Complesso 2A**), rinvenuti al di sotto del Complesso 1 fino a profondità variabili tra un minimo di circa 2,0 m (CAR2, DPSH6) fino a massimi di circa 4,5-5,0 m da

p.c.

A partire da profondità di 2,0-5,0 m fino alle profondità indagate (15,0 m da p.c.) si rinvergono presumibilmente i depositi alluvionali-fluvioglaciali pleistocenici-olocenici, costituiti da ghiaie ciottoloso-sabbiose, ghiaie sabbiose debolmente limose o debolmente limoso-argillose e ghiaie ciottoloso-sabbioso-limoso-argillose ("diamicton"); i ciottoli presentano dimensioni massime in genere 10-15 cm; il grado di addensamento va da mediamente addensato a molto addensato, con frequente rifiuto alla penetrazione dovuto alla presenza di clasti grossolani (**Complesso 2B**).

Non si è rilevata la presenza di livelli cementati duri, pseudolitoidi (conglomerati).

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi olocenico-pleistocenici a tessitura sabbioso-ghiaiosa-ciottolosa costituiscono un acquifero superficiale ad elevata conducibilità idraulica e di importanza regionale che ospita una falda freatica in diretta connessione con il reticolo idrografico superficiale. Si presentano alcuni livelli ghiaioso-sabbiosi fortemente cementati (per precipitazione di carbonato di calcio) che formano locali diaframmi impermeabili di spessore plurimetrico in grado di pressurizzare, localmente e parzialmente, le falde e nel contempo garantire una certa protezione nei confronti di eventuali inquinanti.

Dalla carta piezometrica relativa alla Falda Superficiale della pubblicazione del DST dell'Università di Torino (2004), si osserva come, nell'area di studio, la falda superficiale sia indicata ad una quota di circa 205-208 m s.l.m. con una soggiacenza media di circa 3÷5 m dal p.c.

La morfologia della superficie piezometrica sembra essere condizionata dalla topografia data la direzione di deflusso circa SW-NE, con un gradiente idraulico medio pari a circa 0.004; condizione che mostra l'azione drenante che il F. Po e la Stura di Lanzo esercitano nei confronti della falda superficiale.

Si sono eseguite misure piezometriche in situ che hanno mostrato nel periodo 10/01-04/04/2024 soggiacenze di circa 3,8÷4,3 m dal p.c. nel piezometro CAR-1 (a W di via Don L. Sturzo) e di circa 2,3÷2,4 m dal p.c. nel micropiezometro DPSH-4 (a E di via Don L. Sturzo).

Pertanto in concomitanza con periodi caratterizzati da intensi e/o prolungati apporti meteorici la superficie piezometrica può approssimarsi al p.c.

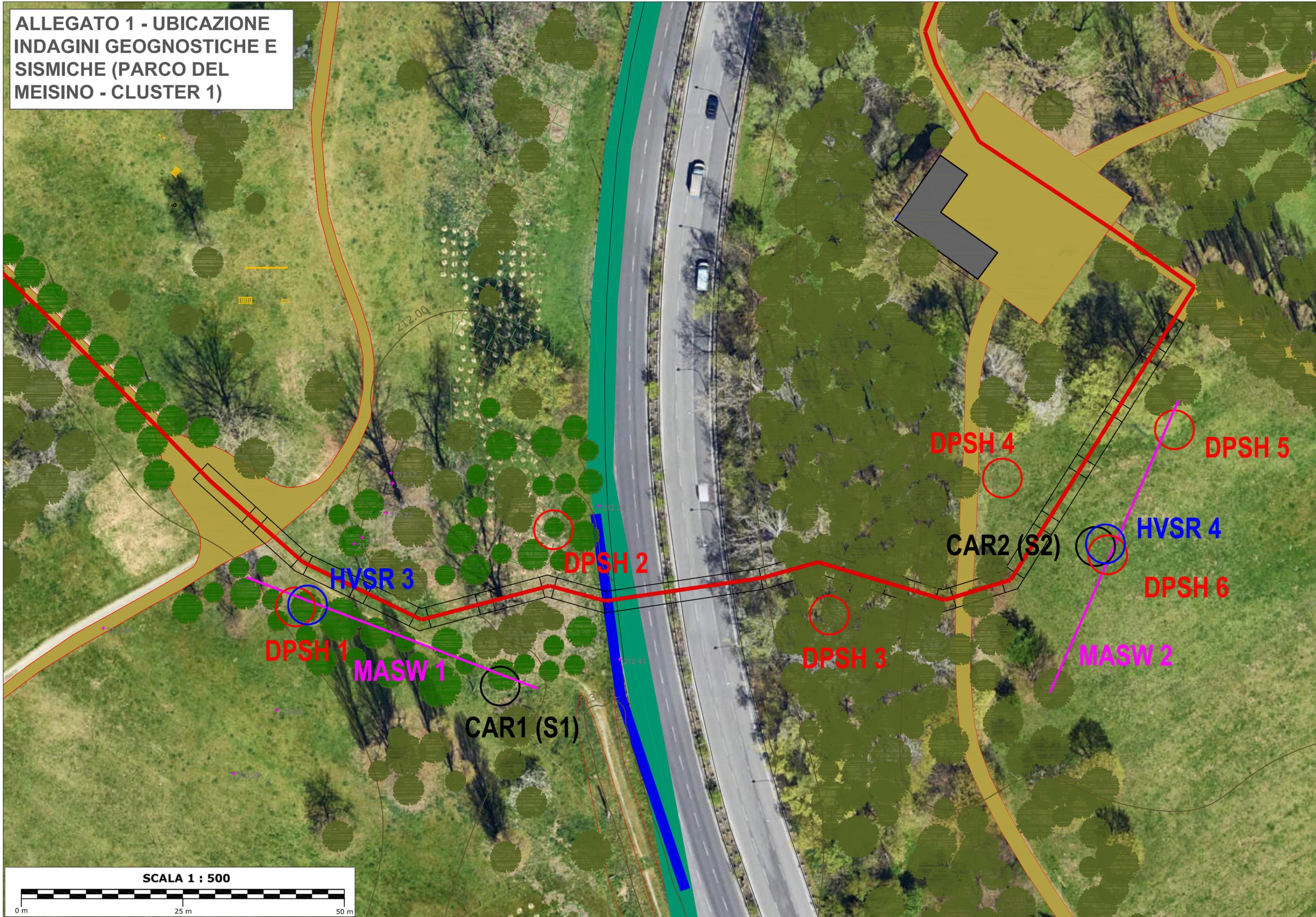
Le risultanze delle indagini geofisiche eseguite in corrispondenza della passerella in progetto, per cui si fa integrale rimando al Par. 7.1 e all'Allegato 2, hanno restituito una categoria di sottosuolo "E"; la categoria topografica è la "T1".

Si raccomanda alla D.L. di verificare in corso d'opera l'effettiva corrispondenza del modello geologico testé ipotizzato con lo stato di fatto adeguando, se del caso, le opere in progetto alle nuove evidenze, eventualmente anche mediante preventivo consulto con lo scrivente.

Tali verifiche, nel caso in cui l'ufficio di direzione lavori prevedesse la figura di un direttore operativo "Geologo", saranno da effettuarsi a cura di tale figura professionale.

ALLEGATO 1 – UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

**ALLEGATO 1 - UBICAZIONE
INDAGINI GEOGNOSTICHE E
SISMICHE (PARCO DEL
MEISINO - CLUSTER 1)**



SCALA 1 : 500



ALLEGATO 2 – NOTE TECNICO-ESECUTIVE INDAGINE GEOGNOSTICA



IMPRESA BORIO GIACOMO S.R.L.

CANTIERE: PARCO DELLO SPORT E DELL'EDUCAZIONE

AMBIENTALE – CLUSTER 1- CITTADELLA DELLO SPORT

PARCO DEL MEISINO

TORINO

INDAGINE GEOGNOSTICA

Note tecnico – esecutive

| Rev. | Data | Redazione | Verifica | Approvazione | Descrizione |
|------|------------|--|---|--|--------------------------|
| Ø | 06/02/2024 | dott. Stellato S. | dott. geol. Mosso E. | dott. geol. Chiesa G. | Prima Emissione |
| 01 | 07/03/2024 | dott. Stellato S.  | dott. geol. Mosso E.  | dott. geol. Chiesa G.  | Correzione refuso pag. 9 |

Sondeco S.r.l. – Strada della Commenda 11 - 10149 Torino - Tel 011.7393610

sondeco@sondeco.it - sondeco@pec.it - www.sondeco.it

C.F. e P. IVA 06855970015 - CCIAA TO 818733 - Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.

Impresa Borio Giacomo S.r.l.

INDAGINE GEOGNOSTICA

Parco dello Sport e dell'Educazione ambientale

– Cluster 1- Cittadella dello Sport

Parco del Meisino – Torino

Su incarico della Società “*Impresa Borio Giacomo S.r.l.*” è stata eseguita, nel periodo dal 08 al 15 gennaio 2024, una indagine geognostica costituita da n° 2 sondaggi, n° 6 prove penetrometriche dinamiche (DPSH), n° 2 prove geofisiche di superficie di tipo MASW e n° 2 prove geofisiche di tipo HVSR, ubicata all'interno del Parco del Meisino (Fig. 1 e 2), nel territorio comunale di Torino; tale indagine aveva lo scopo di valutare l'assetto litostratigrafico e di acquisire i parametri geotecnici necessari alla valutazione di fattibilità ed alla progettazione di una nuova passerella ciclopedonale di attraversamento di Corso Don Luigi Sturzo.

SONDAGGI

I sondaggi sono stati eseguiti a rotazione con carotaggio continuo utilizzando in prima fase una sonda idraulica tipo CMV “MK 900 GL” montata su trattore gommato a trazione integrale; per tutta la lunghezza si sono utilizzati carotieri semplici aventi \varnothing 127 e 101 mm. Per stabilizzare in corso d'opera le pareti del foro sono stati impiegati rivestimenti metallici provvisori \varnothing 127 mm.

Il sondaggio *CARI*, posizionato nell'area di parco accessibile da via Nietzsche, in prossimità della posizione progettuale di appoggio della spalla ovest della futura passerella, è stato spinto fino alla profondità di m 15.00 dal piano campagna ed in corso d'opera sono state eseguite n° 10 prove SPT (Standard Penetration Test); le risultanze e le quote di esecuzione sono riportate nella stratigrafia allegata.

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

Al termine della perforazione sono stati selezionati n. 5 campioni rimaneggiati, opportunamente etichettati e avviati al laboratorio geotecnico.

Il sondaggio *CAR2*, posizionato nell'area di parco accessibile da Strada del Meisino, in prossimità della posizione progettuale di appoggio della spalla orientale della futura passerella, è stato spinto fino alla profondità di m 15.00 dal piano campagna ed in corso d'opera sono state eseguite n° 10 prove SPT; le risultanze e le quote di esecuzione sono riportate nella stratigrafia allegata.

Al termine della perforazione sono stati selezionati n. 5 campioni rimaneggiati, opportunamente etichettati e avviati al laboratorio geotecnico.

Il livello statico della falda rilevato alla fine delle operazioni di perforazione è riportato nelle schede stratigrafiche.

I testimoni del carotaggio sono stati riposti in n° 6 cassette catalogatrici, opportunamente classificate e ricoverate presso un deposito aziendale, a disposizione della Committenza.

PROVE IN FORO - SPT

Le prove SPT sono state eseguite secondo le prescrizioni stabilite dalle specifiche AGI 1977 e approfondite dalla norma UNI EN ISO 22476-3:2012.

La sottostante **Tabella 1** riporta le caratteristiche del dispositivo di battuta con maglio a sganciamento automatico (tipo "Nenzi") utilizzato per l'esecuzione delle prove in foro di tipo SPT:

| CARATTERISTICHE TECNICHE DEL MARTINO A SGANCIO AUTOMATICO (PROVE "SPT") | |
|--|-----------|
| Peso totale dispositivo di battitura | 115,00 kg |
| Massa maglio | 63,50 kg |
| Altezza di caduta libera | 760,00 mm |
| Diametro esterno aste di infissione | 50,00 mm |
| Peso aste di infissione (tipo B) | 7,00 kg/m |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

| | |
|--|-----------|
| Lunghezza campionatore Raymond (comprendente scarpa e raccordo per le aste) | 813,00 mm |
| Diametro esterno campionatore Raymond | 51,00 mm |
| Diametro interno campionatore Raymond | 35,00 mm |
| Angolo di spoglia della punta aperta | 20° |
| Angolo di apertura della punta conica | 60° |

Tabella 1

Le risultanze e le quote di esecuzione delle prove SPT eseguite sono riportate nelle stratigrafie allegate.

STRUMENTAZIONE – PIEZOMETRO

Al termine della perforazione, la verticale di indagine *CARI* è stata strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto (\varnothing 2") in PVC, fenestrato tra m 4.00-15.00, al fine di poter verificare nel tempo le eventuali oscillazioni del livello di falda.

Il livello statico rilevato alla fine delle operazioni di cantiere è riportato nella scheda stratigrafica.

RIEPILOGO SONDAGGI

Le coordinate approssimate, la profondità di perforazione dei sondaggi, il numero di prove SPT eseguite in ciascuno, i campioni prelevati ed il tipo di strumentazione installata sono riepilogati nella **Tabella 2** seguente:

| Sondaggio n° | Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali) | Metodologia di perforazione | Inclinazione | Profondità (m) | N° prove SPT | Campioni prelevati (Profondità – m) | Tipo di strumentazione |
|---------------------|--|------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--|---|
| CAR1 | 45.088300, 7.726850 | Carotaggio continuo | Verticale | 15.00 | 10 | C1 (3.00-3.50) C2 (6.00-6.50) C3 (7.50-8.00) C4 (10.50-11.00) C5 (13.50-14.00) | Piezometro a tubo aperto diam 2” in PVC |
| CAR2 | 45.088550, 7.728250 | Carotaggio continuo | Verticale | 15.00 | 10 | C1 (1.50-2.00) C2 (4.50-5.00) C3 (7.50-8.00) C4 (10.50-11.00) C5 (13.50-14.00) | - |

Tabella 2**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

Le analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante la perforazione dei sondaggi sono state affidate ad un laboratorio esterno di comprovata esperienza nel settore (GD Test S.r.l. - Torino) autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce (settore A e B), aggregati e prove esterne previste dalla Circolare n° 7618/STC 2010, art. 59 D.P.R. 380/01, con Decreto n° 2515 del 15/03/2013 e Decreto n° 97 del 10/03/23 e successivi rinnovi.

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

La seguente **Tabella 3** riassume a quali tipologie di prove geotecniche sono stati sottoposti i campioni prelevati:

| Sondaggio n° | Campione Rimaneggiato | Granulometria | Aerometria | Limiti di Atterberg |
|--------------|-----------------------|---------------|------------|---------------------|
| CAR1 | C1 (3.00-3.50) | X | | X |
| CAR1 | C2 (6.00-6.50) | X | | |
| CAR1 | C3 (7.50-8.00) | X | | |
| CAR1 | C4 (10.50-11.00) | X | | |
| CAR1 | C5 (13.50-14.00) | X | | |
| CAR2 | C1 (1.50-2.00) | X | | X |
| CAR2 | C2 (4.50-5.00) | X | | |
| CAR2 | C3 (7.50-8.00) | X | | |
| CAR2 | C4 (10.50-11.00) | X | | |
| CAR2 | C5 (13.50-14.00) | X | | |

Tabella 3

I risultati delle analisi sono riportati in apposito allegato.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Per l'esecuzione dell'indagine penetrometrica si è utilizzato un penetrometro dinamico superpesante (DPSH - "Configurazione ISSMFE") tipo Pagani modello TG 63/100, semovente, avente le seguenti caratteristiche standard:

| CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO "PAGANI 63/100" | |
|---|-----------|
| Peso massa battente | 63.5 kg |
| Altezza di caduta libera | 0,75 m |
| Diametro punta conica | 51,00 mm |
| Angolo di apertura della punta | 90° |
| Lunghezza delle aste | 1,00 m |
| Peso di 1 asta | 6.31 Kg/m |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

| | |
|-------------------|------------|
| Avanzamento punta | 0,30 m |
| Numero colpi | $N_{(30)}$ |

Tabella 4

Le verticali penetrometriche, denominate da *DPSH1* a *DPSH6*, sono state spinte fino alla profondità di rifiuto o alla profondità massima di m 11.10 da piano campagna; le coordinate approssimate di ubicazione e le profondità raggiunte da ciascuna prova sono riportate nella **Tabella 5** seguente:

| Prova n° | Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali) | Profondità da p.c. (m) |
|----------|---|------------------------|
| DPSH 1 | 45.088450, 7.726250 | 7.80 (Rifiuto) |
| DPSH 2 | 45.088600, 7.726950 | 10.50 |
| DPSH 3 | 45.088450, 7.727600 | 7.20 |
| DPSH 4 | 45.088700, 7.728100 | 6.00 (Rifiuto) |
| DPSH 5 | 45.088750, 7.728450 | 11.10 |
| DPSH 6 | 45.088550, 7.728300 | 5.10 (Rifiuto) |

Tabella 5

INDAGINE GEOFISICA - MASW

L'indagine geofisica è stata eseguita nella giornata del 16 gennaio 2024 ed è consistita nella realizzazione di n° 2 prove sismiche con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

I segnali sono stati registrati con un sismografo digitale modello PASI modello GEA 24 con alimentazione esterna costituita da batteria 12V, collegato a 24 geofoni con una frequenza di 4.5 Hz, verticali per lo studio delle onde P, orizzontali per le S; per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 10 kg, con tre energizzazioni per lato e tempo di acquisizione di 2000 millisecondi.

L'elaborazione dei dati di velocità di propagazione delle onde di taglio hanno condotto a determinare i seguenti risultati:

- MASW 1: $V_{SEq} = 293 \text{ m/s}$;
- MASW 2: $V_{SEq} = 337 \text{ m/s}$;

che portano ad inserire il sito nella **categoria E** ai sensi della classificazione prevista dalle N.T.C. 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018) come riportato nella sottostante **Tabella 6**:

A – *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

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.

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

D – *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E – *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 6: Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2018)

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

Si trasmettono in allegato i risultati ed i diagrammi delle prove, le sezioni grafico interpretative delle indagini geofisiche.

INDAGINE GEOFISICA - HVSR

L'indagine geofisica con il metodo dei microtremori è consistita nella realizzazione di n° 3 acquisizioni, eseguite nella giornata del 16 gennaio 2024.

L'elaborazione dei dati ha condotto a determinare i seguenti risultati:

- Prova HVSR 3: $V_{SEq} = 334 \text{ m/s}$;
- Prova HVSR 4: $V_{SEq} = 318 \text{ m/s}$;

che portano ad inserire il sito nella **categoria E** ai sensi della classificazione prevista dalle N.T.C. 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018) come riportato nella **Tabella 6**.

Si trasmettono in allegato le elaborazioni delle prove HVSR.

Si trasmette in allegato la documentazione tecnica relativa all'indagine eseguita.

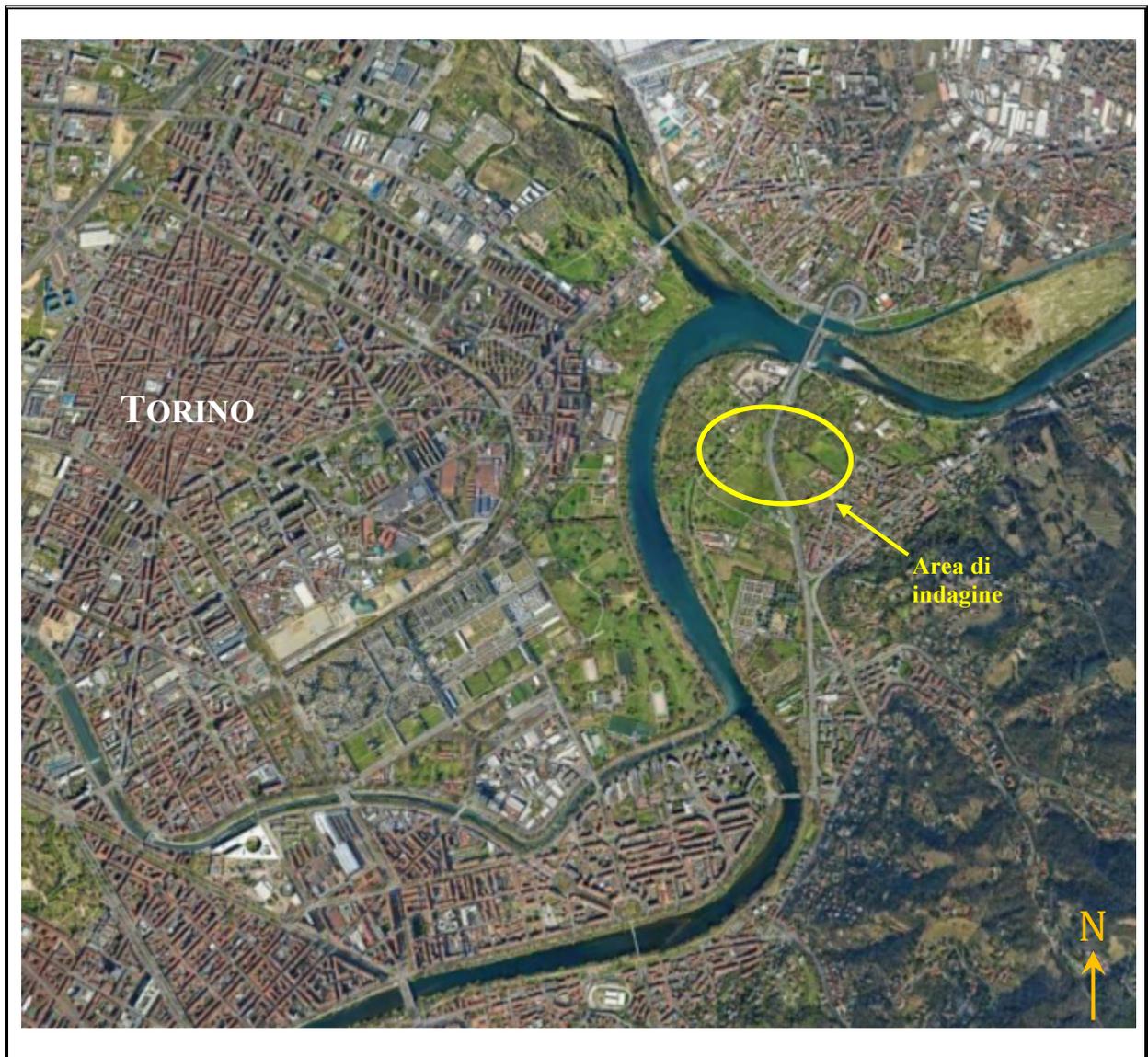


Fig. 1: Inquadramento area di indagine.

(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)

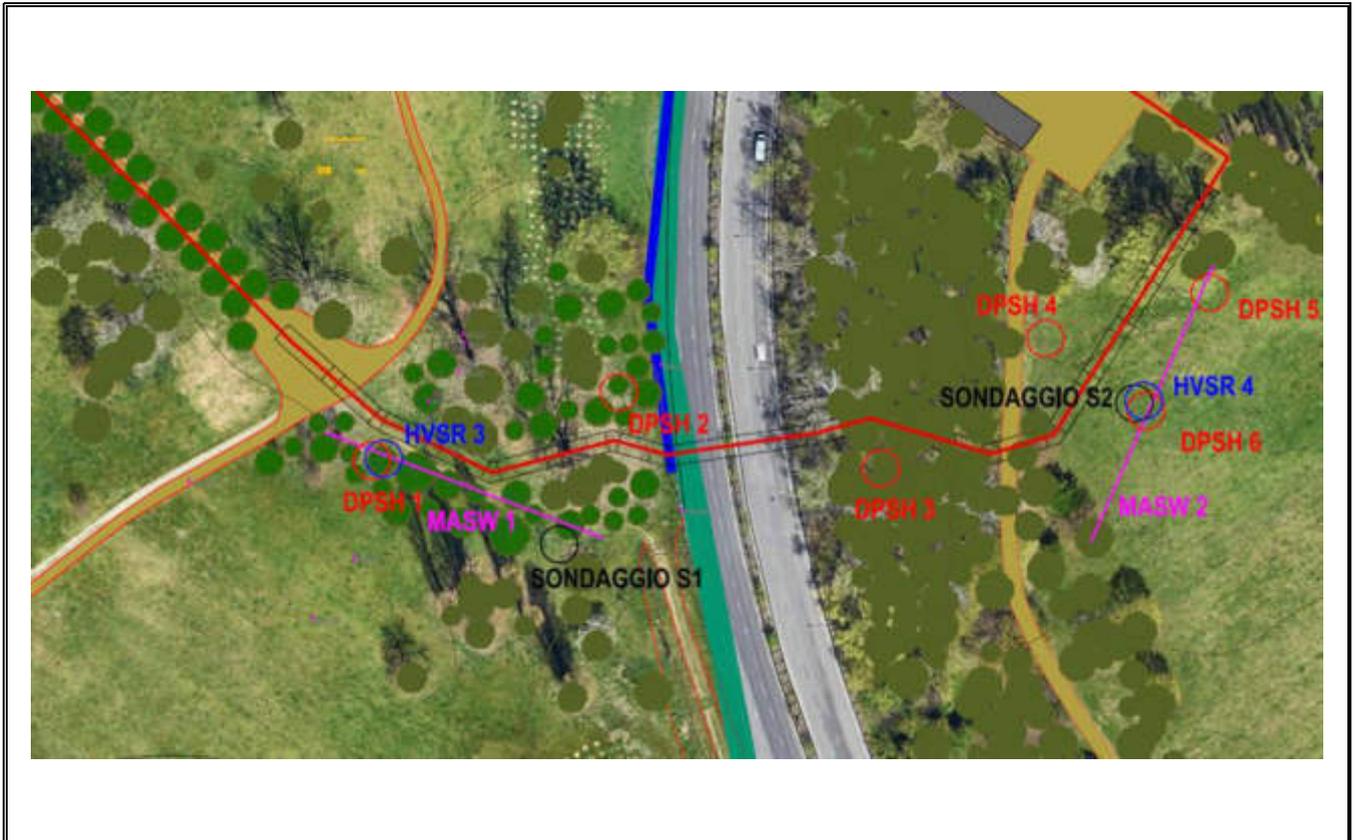


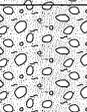
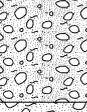
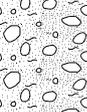
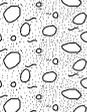
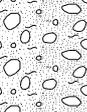
Fig. 2: Ubicazione delle indagini eseguite.

(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)

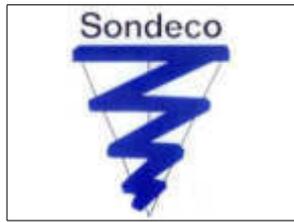
**Allegato
stratigrafico**

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

| | | | | |
|---|-------------|------------------------------------|-----------|----------|
|  | Committente | Impresa Borio Giacomo S.r.l. | SONDAGGIO | FOGLIO |
| | Cantiere | Cittadella dello Sport - Cluster 1 | CAR1 | 1/1 |
| | Località | Parco del Meisino - Torino | | |
| | Data Inizio | 08/01/24 | Data Fine | 10/01/24 |

| Profondita' | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. | Campioni | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------|---|---|--|-------|--------------|--------------|--------------|-----|--|--------------|--------------|---------------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|-------|---------------|------------|--|
| 15.00 | 1.70 | 1 |  | Coltre erbosa su terreno di riporto ghiaioso sabbioso con frammenti di laterizi e occasionali frammenti di gomma. | 4.30 | 127 | | | |  | | 15.00 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.00 | 2 |  | Sabbia fine e molto fine, sciolta, a tratti debolmente limosa; colore bruno e bruno grigiastro. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.50 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3-4-9 p.c. | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.00 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3-4-4 p.a. | |
| | 4.70 | 3 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4.50 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5-11-15 p.a. | | |
| | 5.20 | 4 |  | Sabbia medio grossolana, sciolta, con ghiaia fine; colore grigio. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6.00 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17-8-8 p.c. | | |
| | 6.80 | 5 |  | Ghiaia media con ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa grossolana, sciolta; colore grigio. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.50 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18-16-13 p.c. | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9.00 | | |
| | 9.20 | 6 |  | Ghiaia eterometrica (prevalentemente medio fine) in subordinata matrice sabbiosa e sabbioso limosa, a tratti sciolta e a tratti addensata; colore grigio chiaro brunastro. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.50 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | R p.c. | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 12.00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 3-10-39 p.c. | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 7 |  | | | | | | | | | | 13.50 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 27-24-13 p.c. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 15.00 | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 8 |  | | | | | | | | | | 20-28-26 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 9 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 10 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 11 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 12 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 13 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 14 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024



| | | |
|-------------|------------------------------------|--------------------|
| Committente | Impresa Borio Giacomo S.r.l. | |
| Cantiere | Cittadella dello Sport - Cluster 1 | |
| Località | Parco del Meisino - Torino | |
| Data Inizio | 10/01/24 | Data Fine 15/01/24 |

| | |
|--------------|------------|
| SONDAGGIO | FOGLIO |
| CAR2 | 1/1 |
| Quota (p.c.) | |

| Profondita' | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. | Campioni |
|-------------|---------|------------|--------------|--|-------|--------------|--------------|--------------|-----|------------|--------------|--------------|----------|
| 0.50 | 0.50 | | | Coltre erbosa su terreno di riporto sabbioso limoso con ghiaia e ciottoli. | | | | | | | | | |
| | 1.40 | 1 | | Sabbia fine e molto fine, a tratti debolmente limosa; colore bruno. | | 127 | | | | | | 1.50 | |
| 1.90 | | 2 | | Ghiaia fine in matrice sabbiosa, sciolta; colore bruno grigiastro. | 2.30 | | | | | | | 2-3-5 p.a. | |
| 2.50 | 0.60 | 3 | | Ghiaia eterometrica con frequenti ciottoli (diam. max 12-15 cm) in subordinata matrice sabbiosa e sabbioso limosa, a tratti sciolta e a tratti addensata; colore bruno e bruno grigiastro. | | | | | | | | 3.00 | |
| | | 4 | | | | | | | | | | 20-R p.c. | |
| | | 5 | | | | | | | | | | 4.50 | |
| | | 6 | | | | | | | | | | 28-R p.c. | |
| | | 7 | | | | | | | | | | 6.00 | |
| | | 8 | | | | | | | | | | 37-R p.c. | |
| | | 9 | | | | 127 | | | | | | 7.50 | |
| | | 10 | | | | | | | | | | 18-48-R p.c. | |
| | | 11 | | | | 101 | | | | | | 9.00 | |
| | | 12 | | | | | | | | | | 27-32-R p.c. | |
| | | 13 | | | | | | | | | | 10.50 | |
| | | 14 | | | | | | | | | | R p.c. | |
| | | 15 | | | | | | | | | | 12.00 | |
| | | | | | | | | | | | | R p.c. | |
| | | | | | | | | | | | | 13.50 | |
| | | | | | | | | | | | | R p.c. | |
| 14.70 | | | | Ciottolo litoide pluridecimetrico. | | | | | | | | 15.00 | |
| 14.90 | 0.20 | | | Ghiaia eterometrica in matrice limosa e limoso sabbiosa; colore bruno. | | | | | | | | 21-R | |
| 15.00 | 0.10 | | | | | | | | | | | P.c. | |

**Allegato
penetrometrico**

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

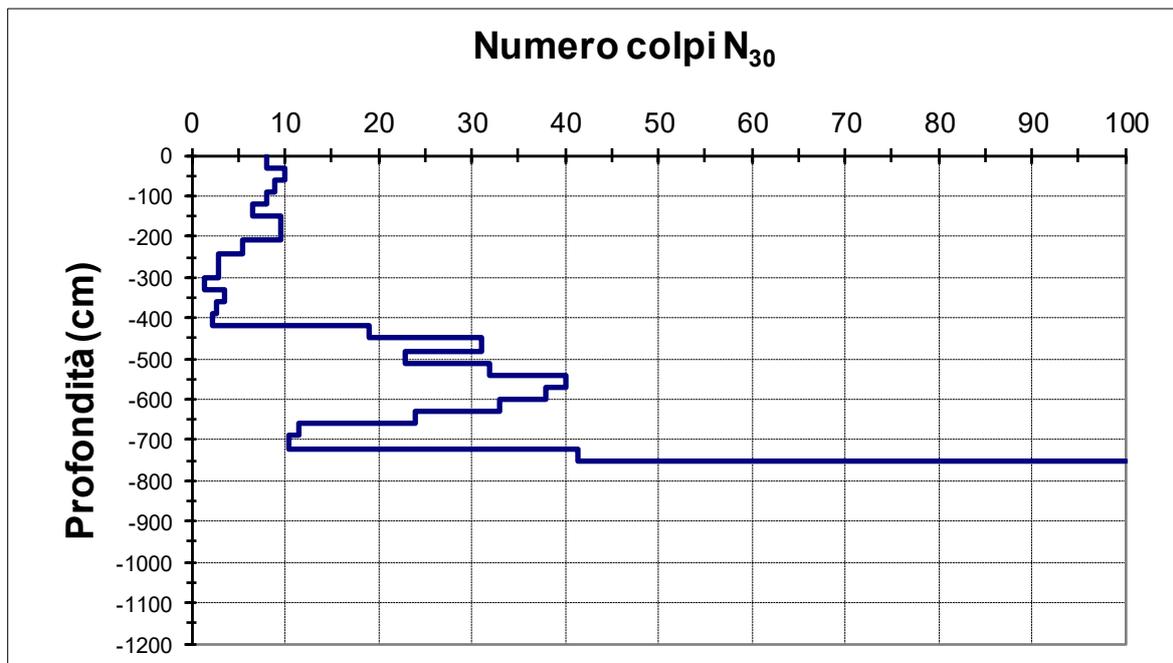
**Committente: Impresa Borio Giacomo S.r.l.****Località: Via Nietzsche - Parco del Meisino - Torino****Cantiere: Cittadella dello Sport - Cluster 1****Data: 11/01/2023****Prova n° DPSH 1**

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 23 | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 8 | 540 | 32 | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 10 | 570 | 40 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 9 | 600 | 38 | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 8 | 630 | 33 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 6,5 | 660 | 24 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 9,5 | 690 | 11,5 | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 9,5 | 720 | 10,5 | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 5,5 | 750 | 41,5 | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 3 | 780 | R | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 3 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 1,5 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 3,5 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 2,8 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 2,3 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 19 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 31 | 990 | | 1500 | | 2010 | |





Committente: Impresa Borio Giacomo S.r.l.

Località: Via Nietzsche - Parco del Meisino - Torino

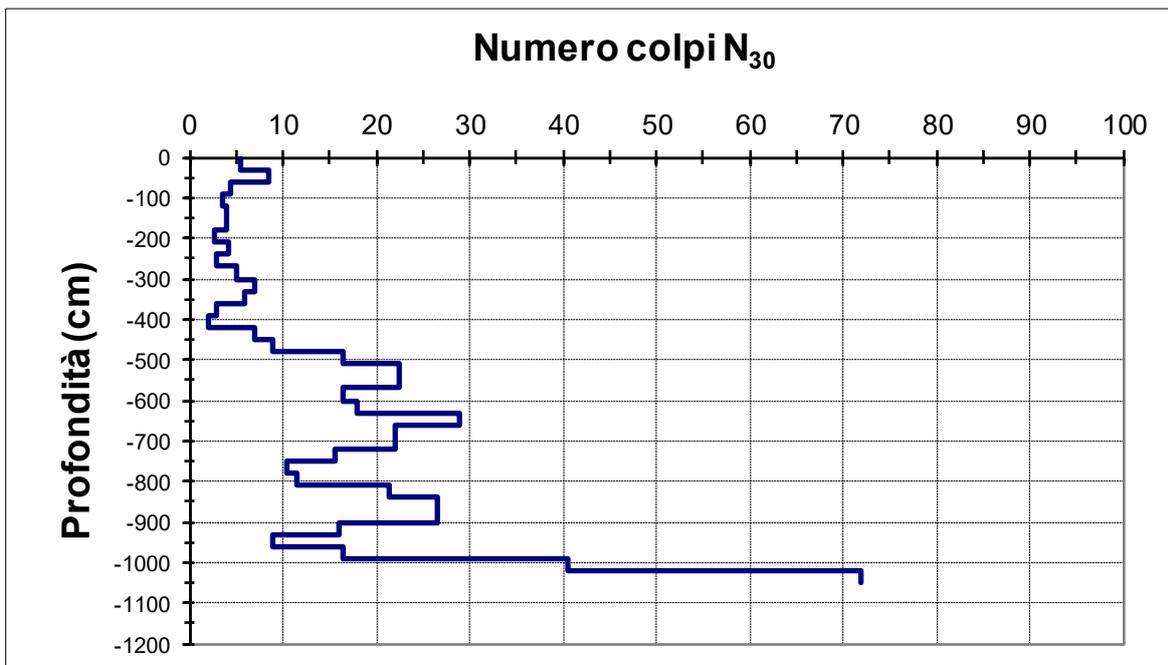
Cantiere: Cittadella dello Sport - Cluster 1

Data: 11/01/2023

Prova n° DPSH 2
 Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
 Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 16,5 | 1020 | 40,5 | 1530 | |
| 30 | 5,5 | 540 | 22,5 | 1050 | 72 | 1560 | |
| 60 | 8,5 | 570 | 22,5 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 4,5 | 600 | 16,5 | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 3,5 | 630 | 18 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 4 | 660 | 29 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 4 | 690 | 22 | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 2,75 | 720 | 22 | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 4,25 | 750 | 15,5 | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 3 | 780 | 10,5 | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 5 | 810 | 11,5 | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 7 | 840 | 21,5 | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 6 | 870 | 26,5 | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 3 | 900 | 26,5 | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 2 | 930 | 16 | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 7 | 960 | 9 | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 9 | 990 | 16,5 | 1500 | | 2010 | |



Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

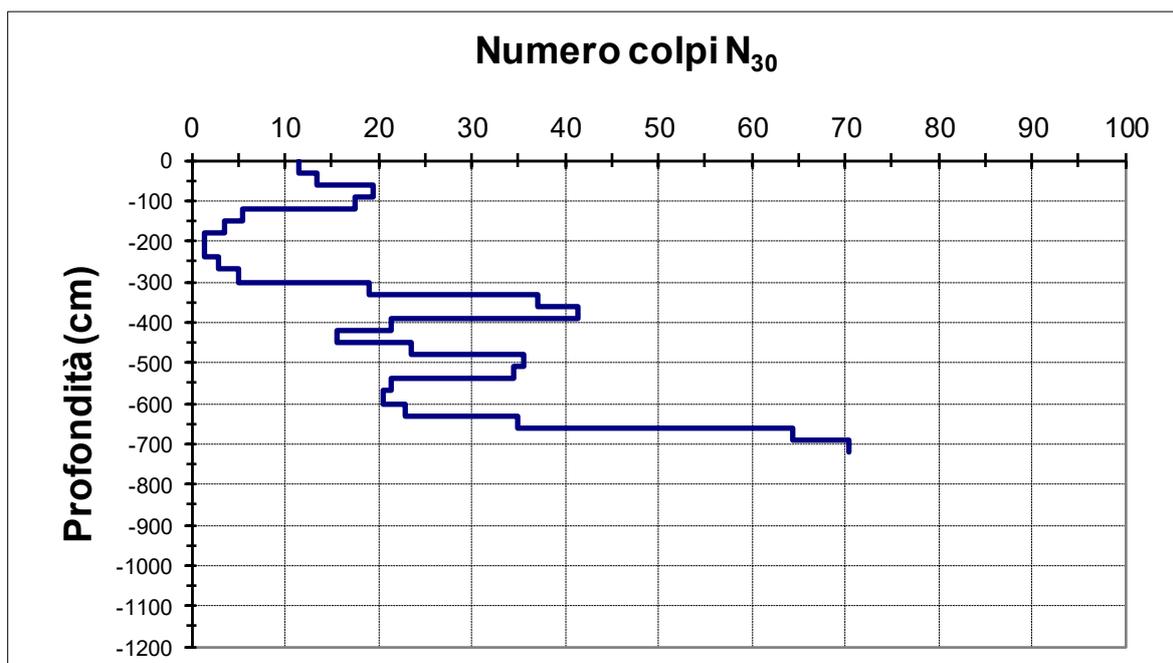
**Committente: Impresa Borio Giacomo S.r.l.****Località: Parco del Meisino - Torino****Cantiere: Cittadella dello Sport - Cluster 1****Data: 11/01/2023****Prova n° DPSH 3**

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 35,5 | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 11,5 | 540 | 34,5 | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 13,5 | 570 | 21,5 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 19,5 | 600 | 20,5 | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 17,5 | 630 | 23 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 5,5 | 660 | 35 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 3,5 | 690 | 64,5 | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 1,5 | 720 | 70,5 | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 1,5 | 750 | | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 3 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 5 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 19 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 37 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 41,5 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 21,5 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 15,5 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 23,5 | 990 | | 1500 | | 2010 | |





Committente: Impresa Borio Giacomo S.r.l.

Località: Parco del Meisino - Torino

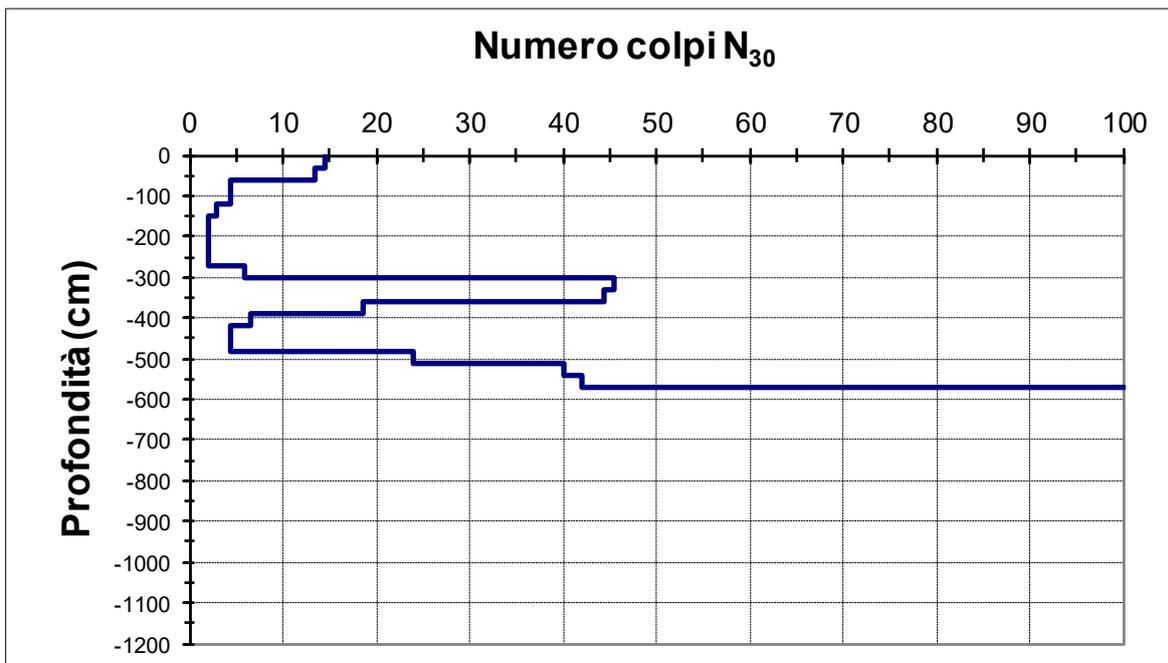
Cantiere: Cittadella dello Sport - Cluster 1

Data: 11/01/2023

Prova n° DPSH 4
 Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
 Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 24 | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 14,5 | 540 | 40 | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 13,5 | 570 | 42 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 4,5 | 600 | R | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 4,5 | 630 | | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 3 | 660 | | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 2 | 690 | | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 2 | 720 | | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 2 | 750 | | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 2 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 6 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 45,5 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 44,5 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 18,5 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 6,5 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 4,5 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 4,5 | 990 | | 1500 | | 2010 | |





Committente: Impresa Borio Giacomo S.r.l.

Località: Parco del Meisino - Torino

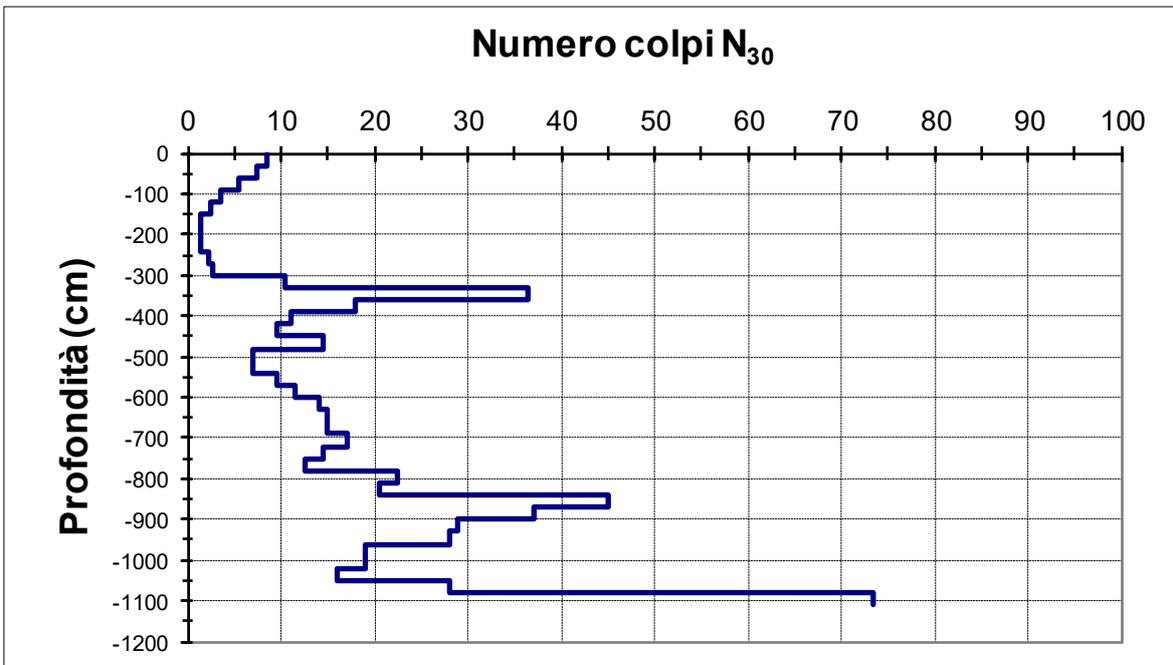
Cantiere: Cittadella dello Sport - Cluster 1

Data: 11/01/2023

Prova n° DPSH 5
 Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
 Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 7 | 1020 | 19 | 1530 | |
| 30 | 8,5 | 540 | 7 | 1050 | 16 | 1560 | |
| 60 | 7,5 | 570 | 9,5 | 1080 | 28 | 1590 | |
| 90 | 5,5 | 600 | 11,5 | 1110 | 73,5 | 1620 | |
| 120 | 3,5 | 630 | 14 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 2,5 | 660 | 15 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 1,5 | 690 | 15 | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 1,5 | 720 | 17 | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 1,5 | 750 | 14,5 | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 2,25 | 780 | 12,5 | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 2,75 | 810 | 22,5 | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 10,5 | 840 | 20,5 | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 36,5 | 870 | 45 | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 18 | 900 | 37 | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 11 | 930 | 29 | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 9,5 | 960 | 28 | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 14,5 | 990 | 19 | 1500 | | 2010 | |





Committente: Impresa Borio Giacomo S.r.l.

Località: Parco del Meisino - Torino

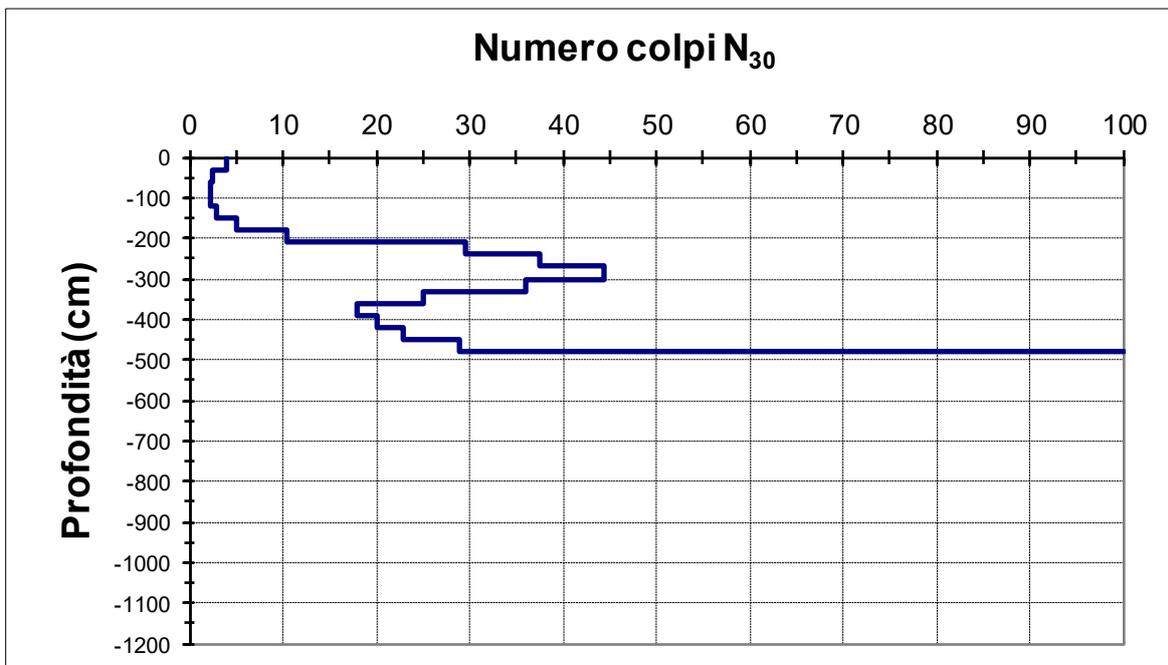
Cantiere: Cittadella dello Sport - Cluster 1

Data: 11/01/2023

Prova n° DPSH 6
 Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
 Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | R | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 4 | 540 | | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 2,5 | 570 | | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 2,25 | 600 | | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 2,25 | 630 | | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 3 | 660 | | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 5 | 690 | | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 10,5 | 720 | | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 29,5 | 750 | | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 37,5 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 44,5 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 36 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 25 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 18 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 20 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 23 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 29 | 990 | | 1500 | | 2010 | |



**Allegato
Indagine Geofisica
MASW**

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024**Indagine MASW**

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

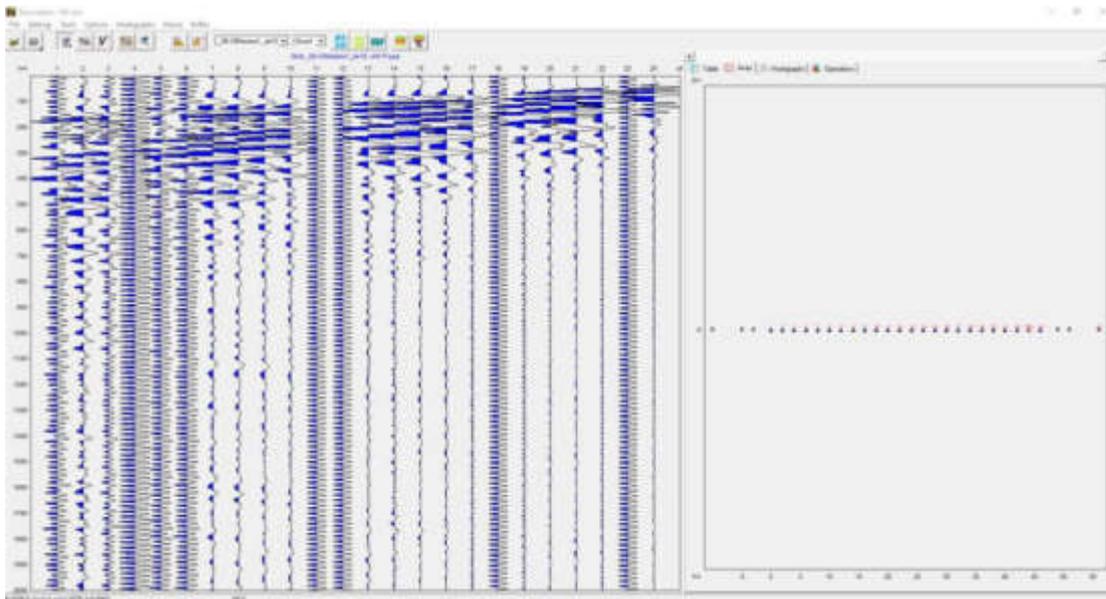
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

MASW 1

| | |
|--|--------|
| N. tracce | 24 |
| Durata acquisizione [msec] | 2000.0 |
| Interdistanza geofoni [m] | 2m |
| Periodo di campionamento [msec] | 2.00 |



Analisi spettrale MASW 1

| | |
|---|------|
| Frequenza minima di elaborazione [Hz] | 12.2 |
| Frequenza massima di elaborazione [Hz] | 35.2 |
| Velocità minima di elaborazione [m/sec] | 205 |
| Velocità massima di elaborazione [m/sec] | 465 |
| Intervallo velocità [m/sec] | 1 |

| # | frequency | Mode | Va_o | Va_c |
|----|-----------|------|-------|-------|
| 1 | 12.2 | 1 | 0.477 | 0.465 |
| 2 | 12.5 | 1 | 0.473 | 0.458 |
| 3 | 12.7 | 1 | 0.466 | 0.45 |
| 4 | 13 | 1 | 0.458 | 0.443 |
| 5 | 13.2 | 1 | 0.449 | 0.435 |
| 6 | 13.5 | 1 | 0.438 | 0.426 |
| 7 | 13.7 | 1 | 0.425 | 0.415 |
| 8 | 14 | 1 | 0.411 | 0.403 |
| 9 | 14.2 | 1 | 0.397 | 0.388 |
| 10 | 14.5 | 1 | 0.381 | 0.372 |
| 11 | 14.7 | 1 | 0.366 | 0.356 |
| 12 | 15 | 1 | 0.351 | 0.342 |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

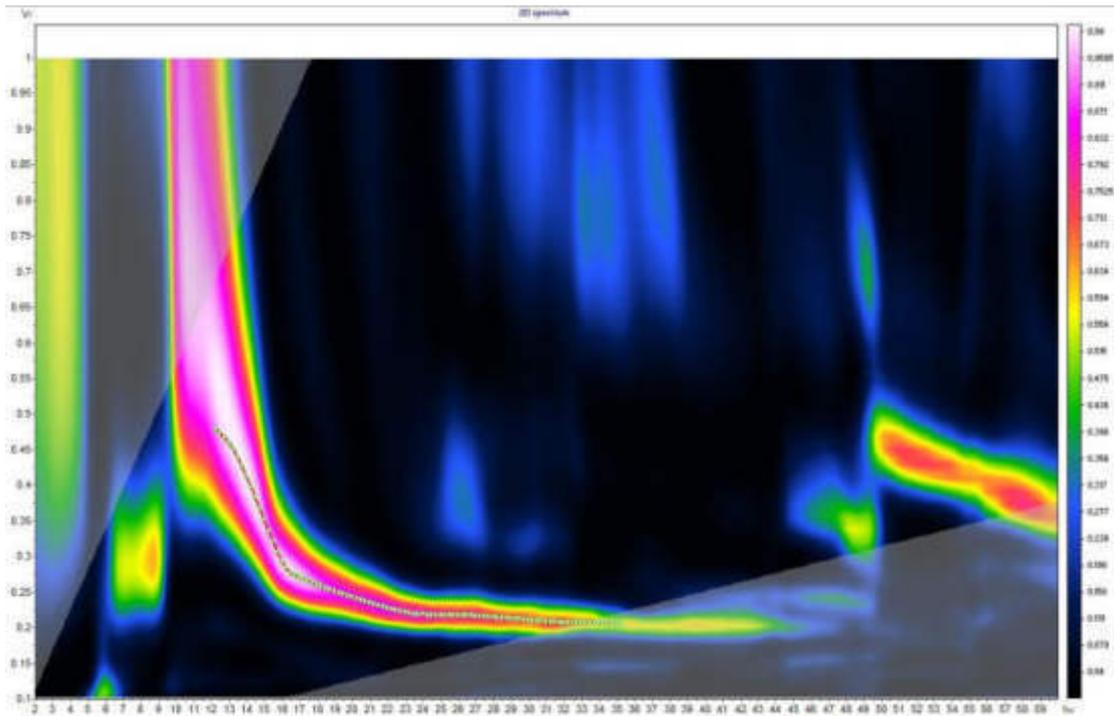
| | | | | |
|----|------|---|-------|-------|
| 13 | 15.2 | 1 | 0.335 | 0.329 |
| 14 | 15.5 | 1 | 0.32 | 0.317 |
| 15 | 15.7 | 1 | 0.306 | 0.307 |
| 16 | 16 | 1 | 0.293 | 0.299 |
| 17 | 16.2 | 1 | 0.283 | 0.291 |
| 18 | 16.5 | 1 | 0.277 | 0.284 |
| 19 | 16.7 | 1 | 0.273 | 0.278 |
| 20 | 17 | 1 | 0.27 | 0.273 |
| 21 | 17.2 | 1 | 0.268 | 0.269 |
| 22 | 17.5 | 1 | 0.265 | 0.264 |
| 23 | 17.7 | 1 | 0.263 | 0.261 |
| 24 | 18 | 1 | 0.26 | 0.257 |
| 25 | 18.2 | 1 | 0.258 | 0.254 |
| 26 | 18.5 | 1 | 0.255 | 0.251 |
| 27 | 18.7 | 1 | 0.253 | 0.249 |
| 28 | 19 | 1 | 0.251 | 0.246 |
| 29 | 19.2 | 1 | 0.249 | 0.244 |
| 30 | 19.5 | 1 | 0.247 | 0.242 |
| 31 | 19.7 | 1 | 0.245 | 0.24 |
| 32 | 20 | 1 | 0.242 | 0.238 |
| 33 | 20.2 | 1 | 0.24 | 0.236 |
| 34 | 20.5 | 1 | 0.238 | 0.235 |
| 35 | 20.7 | 1 | 0.236 | 0.233 |
| 36 | 21 | 1 | 0.235 | 0.232 |
| 37 | 21.2 | 1 | 0.233 | 0.231 |
| 38 | 21.5 | 1 | 0.231 | 0.229 |
| 39 | 21.7 | 1 | 0.229 | 0.228 |
| 40 | 22 | 1 | 0.227 | 0.227 |
| 41 | 22.2 | 1 | 0.226 | 0.226 |
| 42 | 22.5 | 1 | 0.224 | 0.225 |
| 43 | 22.7 | 1 | 0.223 | 0.224 |
| 44 | 23 | 1 | 0.221 | 0.223 |
| 45 | 23.2 | 1 | 0.22 | 0.223 |
| 46 | 23.5 | 1 | 0.219 | 0.222 |
| 47 | 23.7 | 1 | 0.219 | 0.221 |
| 48 | 24 | 1 | 0.218 | 0.22 |
| 49 | 24.2 | 1 | 0.218 | 0.22 |
| 50 | 24.5 | 1 | 0.218 | 0.219 |
| 51 | 24.7 | 1 | 0.218 | 0.218 |
| 52 | 25 | 1 | 0.218 | 0.218 |
| 53 | 25.2 | 1 | 0.218 | 0.217 |
| 54 | 25.5 | 1 | 0.218 | 0.216 |
| 55 | 25.7 | 1 | 0.217 | 0.216 |
| 56 | 26 | 1 | 0.217 | 0.215 |
| 57 | 26.2 | 1 | 0.217 | 0.215 |
| 58 | 26.5 | 1 | 0.217 | 0.214 |
| 59 | 26.7 | 1 | 0.217 | 0.214 |
| 60 | 27 | 1 | 0.217 | 0.214 |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

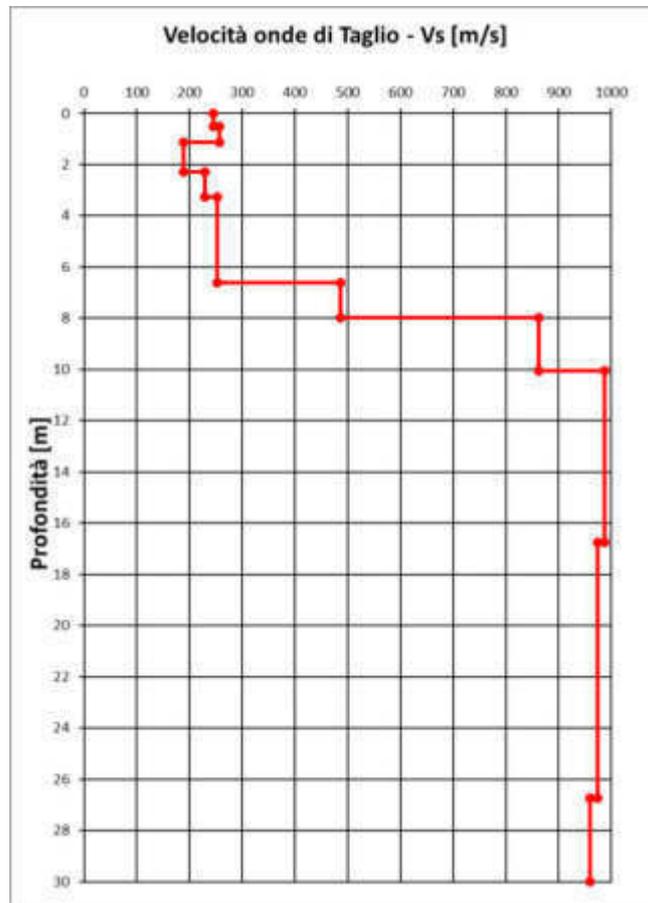
| | | | | |
|----|------|---|-------|-------|
| 61 | 27.2 | 1 | 0.216 | 0.213 |
| 62 | 27.5 | 1 | 0.216 | 0.213 |
| 63 | 27.7 | 1 | 0.215 | 0.212 |
| 64 | 28 | 1 | 0.215 | 0.212 |
| 65 | 28.2 | 1 | 0.214 | 0.212 |
| 66 | 28.5 | 1 | 0.213 | 0.211 |
| 67 | 28.7 | 1 | 0.213 | 0.211 |
| 68 | 29 | 1 | 0.212 | 0.211 |
| 69 | 29.2 | 1 | 0.212 | 0.21 |
| 70 | 29.5 | 1 | 0.212 | 0.21 |
| 71 | 29.7 | 1 | 0.211 | 0.21 |
| 72 | 30 | 1 | 0.211 | 0.209 |
| 73 | 30.2 | 1 | 0.21 | 0.209 |
| 74 | 30.5 | 1 | 0.209 | 0.209 |
| 75 | 30.7 | 1 | 0.209 | 0.209 |
| 76 | 31 | 1 | 0.208 | 0.208 |
| 77 | 31.2 | 1 | 0.208 | 0.208 |
| 78 | 31.5 | 1 | 0.208 | 0.208 |
| 79 | 31.7 | 1 | 0.207 | 0.208 |
| 80 | 32 | 1 | 0.207 | 0.207 |
| 81 | 32.2 | 1 | 0.207 | 0.207 |
| 82 | 32.5 | 1 | 0.207 | 0.207 |
| 83 | 32.7 | 1 | 0.208 | 0.207 |
| 84 | 33 | 1 | 0.208 | 0.207 |
| 85 | 33.2 | 1 | 0.207 | 0.206 |
| 86 | 33.5 | 1 | 0.207 | 0.206 |
| 87 | 33.7 | 1 | 0.207 | 0.206 |
| 88 | 34 | 1 | 0.207 | 0.206 |
| 89 | 34.2 | 1 | 0.206 | 0.206 |
| 90 | 34.5 | 1 | 0.206 | 0.206 |
| 91 | 34.7 | 1 | 0.206 | 0.206 |
| 92 | 35 | 1 | 0.205 | 0.205 |
| 93 | 35.2 | 1 | 0.205 | 0.205 |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

Curva di dispersione MASW 1



Profilo di Velocità delle onde di Taglio Vs – MASW 1



Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024**Inversione MASW 1**

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/sec] | h/Vs |
|----|-------------------|-----------------|---------------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.50 | 246 | 0.0020 |
| 2 | 0.5 | 0.64 | 257 | 0.0025 |
| 3 | 1.1 | 1.16 | 189 | 0.0062 |
| 4 | 2.3 | 0.98 | 229 | 0.0043 |
| 5 | 3.3 | 3.35 | 253 | 0.0132 |
| 6 | 6.6 | 1.34 | 486 | 0.0028 |
| 7 | 8.0 | 2.07 | 862 | 0.0024 |
| 8 | 10.0 | 6.71 | 987 | 0.0068 |
| 9 | 16.7 | 9.98 | 974 | 0.0102 |
| 10 | 26.7 | 3.27 | 960 | 0.0034 |

Risultati MASW 1

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 8.0 |
| V_{seq} [m/sec] | 293 |
| Categoria del suolo | E |

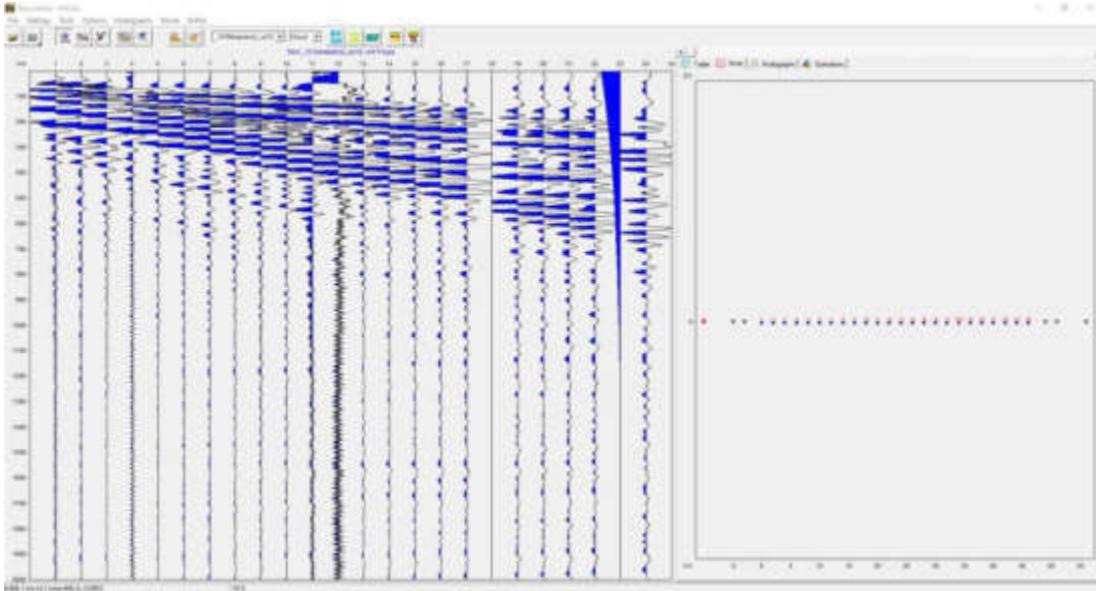
E-Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

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

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

MASW 2

| | |
|---------------------------------|--------|
| N. tracce | 24 |
| Durata acquisizione [msec] | 2000.0 |
| Interdistanza geofoni [m] | 2m |
| Periodo di campionamento [msec] | 2.00 |

**Analisi spettrale MASW 2**

| | |
|--|------|
| Frequenza minima di elaborazione [Hz] | 11.8 |
| Frequenza massima di elaborazione [Hz] | 27.3 |
| Velocità minima di elaborazione [m/sec] | 219 |
| Velocità massima di elaborazione [m/sec] | 611 |
| Intervallo velocità [m/sec] | 1 |

| # | frequency | Mode | Va_o | Va_c |
|----|-----------|------|-------|-------|
| 1 | 11.8 | 1 | 0.611 | 0.611 |
| 2 | 12 | 1 | 0.602 | 0.604 |
| 3 | 12.3 | 1 | 0.594 | 0.596 |
| 4 | 12.5 | 1 | 0.585 | 0.589 |
| 5 | 12.8 | 1 | 0.577 | 0.582 |
| 6 | 13 | 1 | 0.57 | 0.574 |
| 7 | 13.3 | 1 | 0.562 | 0.567 |
| 8 | 13.5 | 1 | 0.555 | 0.559 |
| 9 | 13.8 | 1 | 0.549 | 0.551 |
| 10 | 14 | 1 | 0.542 | 0.544 |
| 11 | 14.3 | 1 | 0.536 | 0.536 |
| 12 | 14.5 | 1 | 0.53 | 0.528 |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

| | | | | |
|----|------|---|-------|-------|
| 13 | 14.8 | 1 | 0.524 | 0.52 |
| 14 | 15 | 1 | 0.518 | 0.512 |
| 15 | 15.3 | 1 | 0.511 | 0.505 |
| 16 | 15.5 | 1 | 0.505 | 0.497 |
| 17 | 15.8 | 1 | 0.499 | 0.489 |
| 18 | 16 | 1 | 0.491 | 0.481 |
| 19 | 16.3 | 1 | 0.483 | 0.473 |
| 20 | 16.5 | 1 | 0.474 | 0.465 |
| 21 | 16.8 | 1 | 0.465 | 0.457 |
| 22 | 17 | 1 | 0.455 | 0.449 |
| 23 | 17.3 | 1 | 0.446 | 0.442 |
| 24 | 17.5 | 1 | 0.436 | 0.434 |
| 25 | 17.8 | 1 | 0.427 | 0.426 |
| 26 | 18 | 1 | 0.417 | 0.419 |
| 27 | 18.3 | 1 | 0.408 | 0.412 |
| 28 | 18.5 | 1 | 0.398 | 0.405 |
| 29 | 18.8 | 1 | 0.389 | 0.398 |
| 30 | 19 | 1 | 0.381 | 0.392 |
| 31 | 19.3 | 1 | 0.376 | 0.385 |
| 32 | 19.5 | 1 | 0.372 | 0.379 |
| 33 | 19.8 | 1 | 0.368 | 0.374 |
| 34 | 20 | 1 | 0.365 | 0.368 |
| 35 | 20.3 | 1 | 0.362 | 0.363 |
| 36 | 20.5 | 1 | 0.358 | 0.358 |
| 37 | 20.8 | 1 | 0.355 | 0.353 |
| 38 | 21 | 1 | 0.352 | 0.349 |
| 39 | 21.3 | 1 | 0.348 | 0.345 |
| 40 | 21.5 | 1 | 0.345 | 0.341 |
| 41 | 21.8 | 1 | 0.342 | 0.337 |
| 42 | 22 | 1 | 0.338 | 0.333 |
| 43 | 22.3 | 1 | 0.335 | 0.33 |
| 44 | 22.5 | 1 | 0.331 | 0.327 |
| 45 | 22.8 | 1 | 0.328 | 0.324 |
| 46 | 23 | 1 | 0.324 | 0.321 |
| 47 | 23.3 | 1 | 0.32 | 0.318 |
| 48 | 23.5 | 1 | 0.317 | 0.315 |
| 49 | 23.8 | 1 | 0.313 | 0.312 |
| 50 | 24 | 1 | 0.309 | 0.31 |
| 51 | 24.3 | 1 | 0.306 | 0.307 |
| 52 | 24.5 | 1 | 0.302 | 0.305 |
| 53 | 24.8 | 1 | 0.299 | 0.302 |
| 54 | 25 | 1 | 0.295 | 0.3 |
| 55 | 25.3 | 1 | 0.292 | 0.298 |
| 56 | 25.5 | 1 | 0.29 | 0.296 |
| 57 | 25.8 | 1 | 0.288 | 0.294 |
| 58 | 26 | 1 | 0.286 | 0.292 |
| 59 | 26.3 | 1 | 0.285 | 0.29 |
| 60 | 26.5 | 1 | 0.284 | 0.288 |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

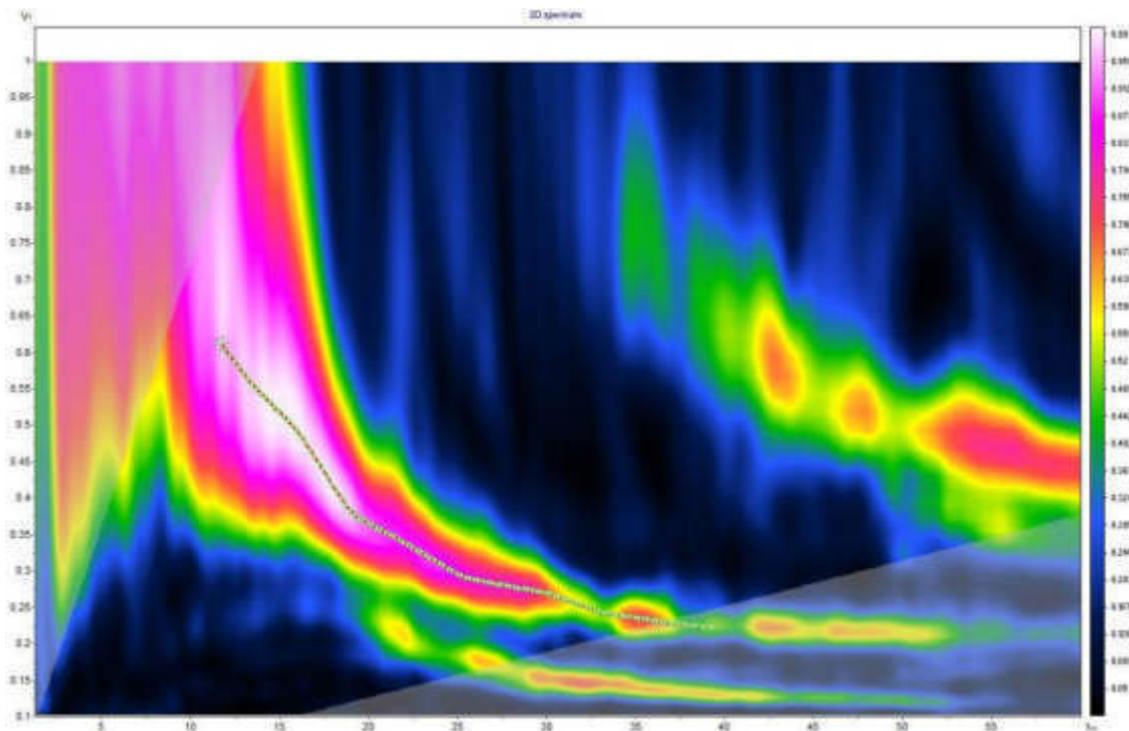
| | | | | |
|-----|------|---|-------|-------|
| 61 | 26.8 | 1 | 0.283 | 0.286 |
| 62 | 27 | 1 | 0.282 | 0.284 |
| 63 | 27.3 | 1 | 0.281 | 0.282 |
| 64 | 27.5 | 1 | 0.28 | 0.28 |
| 65 | 27.8 | 1 | 0.279 | 0.278 |
| 66 | 28 | 1 | 0.278 | 0.277 |
| 67 | 28.3 | 1 | 0.277 | 0.275 |
| 68 | 28.5 | 1 | 0.276 | 0.273 |
| 69 | 28.8 | 1 | 0.275 | 0.272 |
| 70 | 29 | 1 | 0.274 | 0.27 |
| 71 | 29.3 | 1 | 0.273 | 0.268 |
| 72 | 29.5 | 1 | 0.271 | 0.267 |
| 73 | 29.8 | 1 | 0.27 | 0.265 |
| 74 | 30 | 1 | 0.269 | 0.264 |
| 75 | 30.3 | 1 | 0.267 | 0.262 |
| 76 | 30.5 | 1 | 0.265 | 0.261 |
| 77 | 30.8 | 1 | 0.263 | 0.259 |
| 78 | 31 | 1 | 0.261 | 0.258 |
| 79 | 31.3 | 1 | 0.258 | 0.256 |
| 80 | 31.5 | 1 | 0.256 | 0.255 |
| 81 | 31.8 | 1 | 0.254 | 0.253 |
| 82 | 32 | 1 | 0.252 | 0.252 |
| 83 | 32.3 | 1 | 0.249 | 0.25 |
| 84 | 32.5 | 1 | 0.247 | 0.249 |
| 85 | 32.8 | 1 | 0.245 | 0.248 |
| 86 | 33 | 1 | 0.243 | 0.246 |
| 87 | 33.3 | 1 | 0.241 | 0.245 |
| 88 | 33.5 | 1 | 0.24 | 0.244 |
| 89 | 33.8 | 1 | 0.239 | 0.243 |
| 90 | 34 | 1 | 0.238 | 0.241 |
| 91 | 34.3 | 1 | 0.237 | 0.24 |
| 92 | 34.5 | 1 | 0.236 | 0.239 |
| 93 | 34.8 | 1 | 0.236 | 0.238 |
| 94 | 35 | 1 | 0.235 | 0.236 |
| 95 | 35.3 | 1 | 0.234 | 0.235 |
| 96 | 35.5 | 1 | 0.233 | 0.234 |
| 97 | 35.8 | 1 | 0.232 | 0.233 |
| 98 | 36 | 1 | 0.231 | 0.232 |
| 99 | 36.3 | 1 | 0.23 | 0.231 |
| 100 | 36.5 | 1 | 0.229 | 0.23 |
| 101 | 36.8 | 1 | 0.228 | 0.229 |
| 102 | 37 | 1 | 0.227 | 0.228 |
| 103 | 37.3 | 1 | 0.227 | 0.227 |
| 104 | 37.5 | 1 | 0.226 | 0.226 |
| 105 | 37.8 | 1 | 0.225 | 0.225 |
| 106 | 38 | 1 | 0.224 | 0.224 |
| 107 | 38.3 | 1 | 0.224 | 0.223 |
| 108 | 38.5 | 1 | 0.224 | 0.222 |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

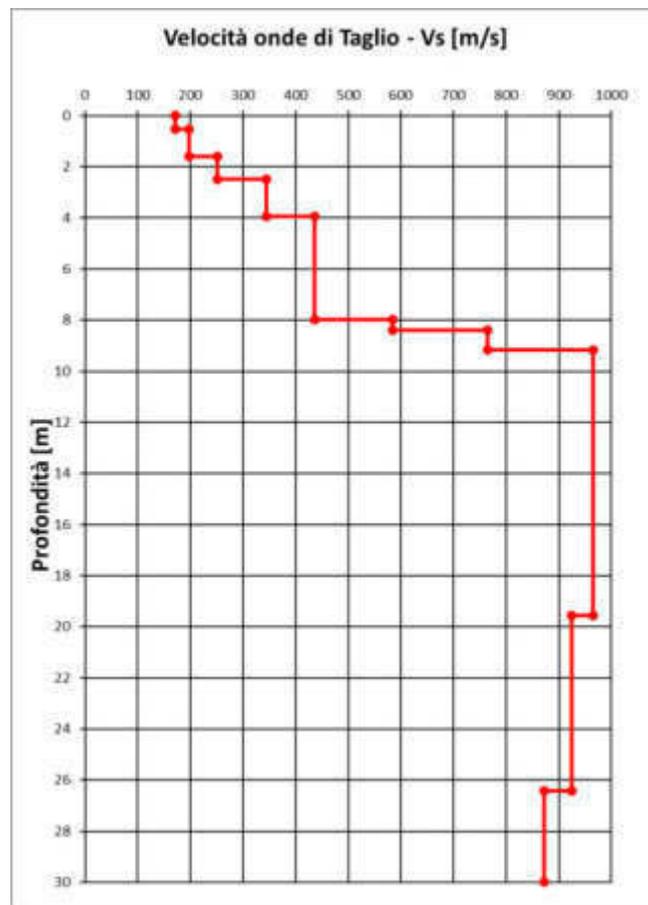
| | | | | |
|-----|------|---|-------|-------|
| 109 | 38.8 | 1 | 0.223 | 0.221 |
| 110 | 39 | 1 | 0.223 | 0.22 |
| 111 | 39.3 | 1 | 0.223 | 0.219 |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

Curva di dispersione MASW 2



Profilo di Velocità delle onde di Taglio Vs – MASW 2



Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

Inversione MASW 2

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/sec] | h/Vs |
|----|-------------------|-----------------|---------------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.52 | 172 | 0.0030 |
| 2 | 0.5 | 1.07 | 197 | 0.0054 |
| 3 | 1.6 | 0.91 | 251 | 0.0036 |
| 4 | 2.5 | 1.45 | 345 | 0.0042 |
| 5 | 3.9 | 4.02 | 436 | 0.0092 |
| 6 | 8.0 | 0.43 | 585 | 0.0007 |
| 7 | 8.4 | 0.76 | 765 | 0.0010 |
| 8 | 9.2 | 10.41 | 966 | 0.0108 |
| 9 | 19.6 | 6.85 | 924 | 0.0074 |
| 10 | 26.4 | 3.58 | 872 | 0.0041 |

Risultati MASW 2

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 9.2 |
| V_{seq} [m/sec] | 337 |
| Categoria del suolo | E |

E-Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

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

**Allegato
Indagine Geofisica
HVSr**

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024**Indagine HVSR**

Con il metodo HVSR a “stazione singola”, viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e quella verticale del noise (rumore) simico ambientale (oscillazioni del suolo indotte da fattori naturali o antropici), registrato da una singola stazione.

L'utilizzo del rapporto spettrale tra la media delle componenti orizzontali H e quella verticale V, eseguito nel dominio della frequenza, rappresenta uno strumento speditivo per stimare l'incidenza delle condizioni locali sull'amplificazione dello scuotimento, dovuto ad un sisma.

Tale rapporto, infatti, mostra dei picchi in corrispondenza delle frequenze di vibrazione del terreno e permette di individuarne la frequenza di risonanza fondamentale.

Le frequenze (f) a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge semplificata che lega lo spessore (h) della parte più soffice del terreno (ovvero la parte di materiali sovrastante il bedrock), con la velocità media (Vs) delle onde simiche di taglio nel sottosuolo (ricavata per esempio dai metodi attivi):

$$f = n \frac{V_s}{4h}$$

dove n indica l'ordine del moto di vibrare che nel caso di misure H/V è uguale a 1 poiché la tecnica permette di registrare solo il primo modo di vibrare.

L'intervallo di frequenze che solitamente si analizza è compreso tra 0.1–100 Hz anche se le frequenze di interesse geologico sono al di sotto dei 40-50 Hz (una frequenza di 50 Hz è attribuibile ad uno strato di 1 m con una Vs di 200 m/s).

Tabella 2 - Range di frequenza prodotti dalle sorgenti naturali e antropiche di microtremore.

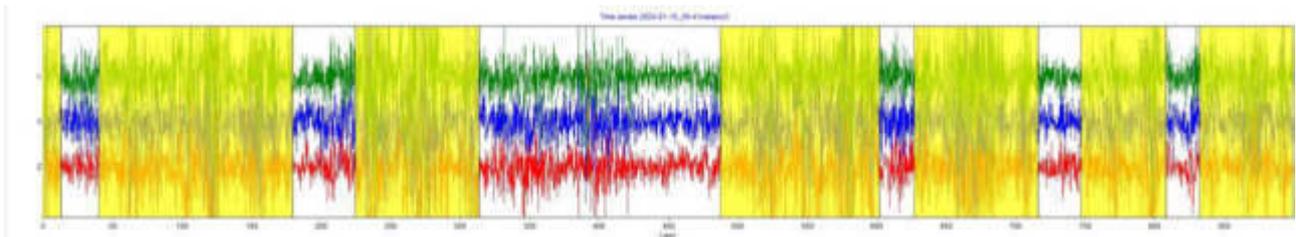
| Sorgenti naturali e antropiche | Bande di Frequenza secondo Gutenberg (Hz) | Bande di frequenza secondo Asten e Henstridge (Hz) |
|--|--|---|
| Onde sulla costa | 0.05 - 0.1 | 0.5 - 1.2 |
| Perturbazioni meteorologiche su grande scala | 0.1 - 0.25 | 0.16 - 0.5 |
| Cicloni oceanici | 0.3 - 1 | 0.5 - 3 |
| condizioni meteorologiche locali | 1.4 - 5 | - |
| Tremori vulcanici | 2 - 10 | - |
| Rumore urbano | 1 - 100 | 1.4 - 30 |

HVSR 3

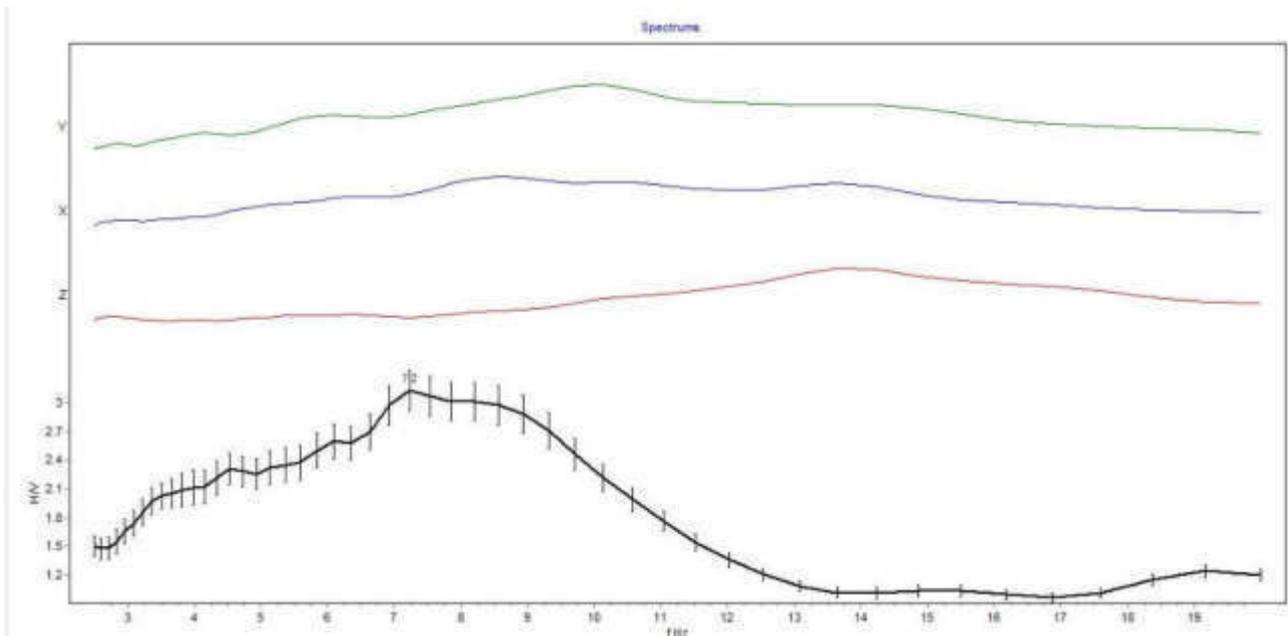
Analisi dati HVSR 3

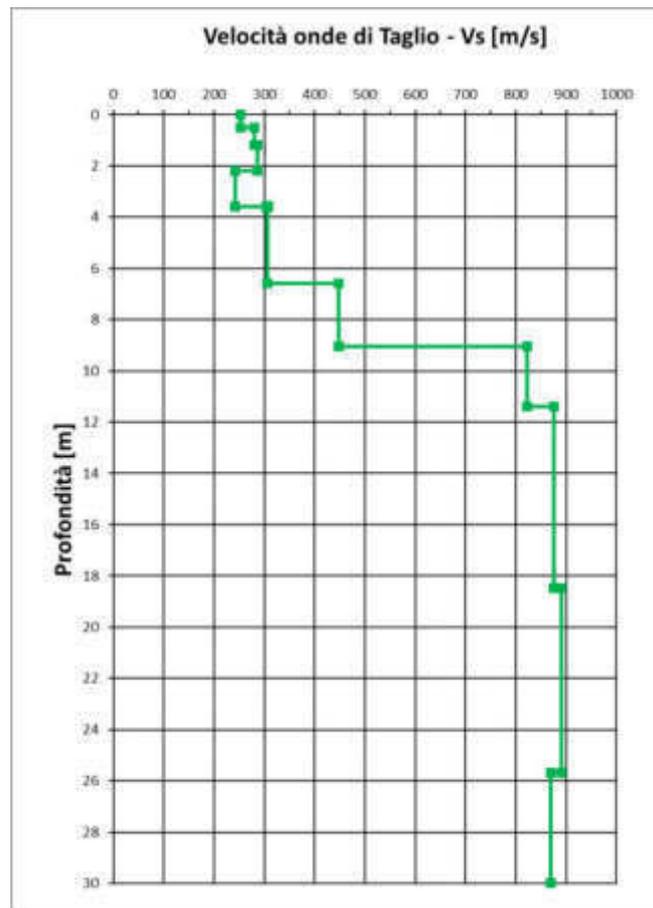
| | |
|---------------------------------|-----|
| Tempo di acquisizione [sec]: | 900 |
| Finestre di analisi [in bianco] | 6 |
| Frequenza massima [Hz] | 20 |

Serie temporali e finestre di analisi



Spettri delle componenti orizzontali, verticale e rapporto H/V



Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024**Profilo di Velocità delle onde di Taglio Vs da HVSr 3****Inversione HVSr 3**

| n. | Profondità [m] | Spessori per calcolo V_{seq} [m] | V_s [m/sec] | h/V_s |
|----|-------------------|---------------------------------------|------------------|---------|
| 1 | 0.0 | 0.50 | 253 | 0.0000 |
| 2 | 0.5 | 0.70 | 280 | 0.0025 |
| 3 | 1.2 | 0.99 | 286 | 0.0035 |
| 4 | 2.2 | 1.42 | 242 | 0.0058 |
| 5 | 3.6 | 2.97 | 306 | 0.0097 |
| 6 | 6.6 | 2.46 | 448 | 0.0055 |
| 7 | 9.0 | 2.36 | 822 | 0.0029 |
| 8 | 11.4 | 7.08 | 875 | 0.0081 |
| 9 | 18.5 | 7.22 | 891 | 0.0081 |
| 10 | 25.7 | 4.30 | 869 | 0.0049 |

Risultati indagine HVSr 3

| | |
|--|------------|
| Frequenza fondamentale di vibrazione [Hz] | 7.2 |
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 9.0 |
| V_{seq} [m/sec] | 334 |
| Categoria del suolo | E |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

E-Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

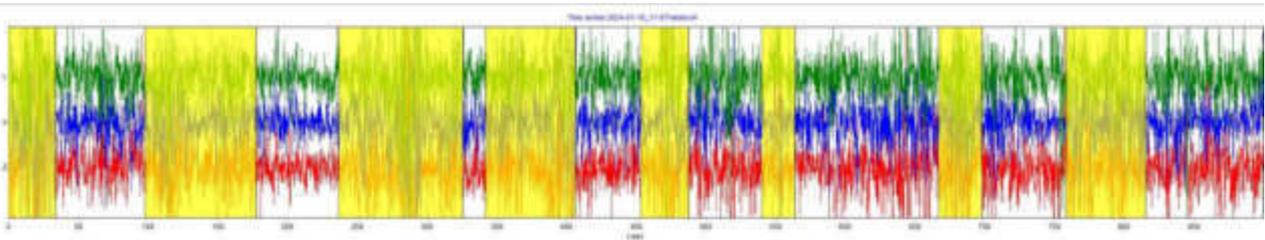
C-Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

HVSR 4

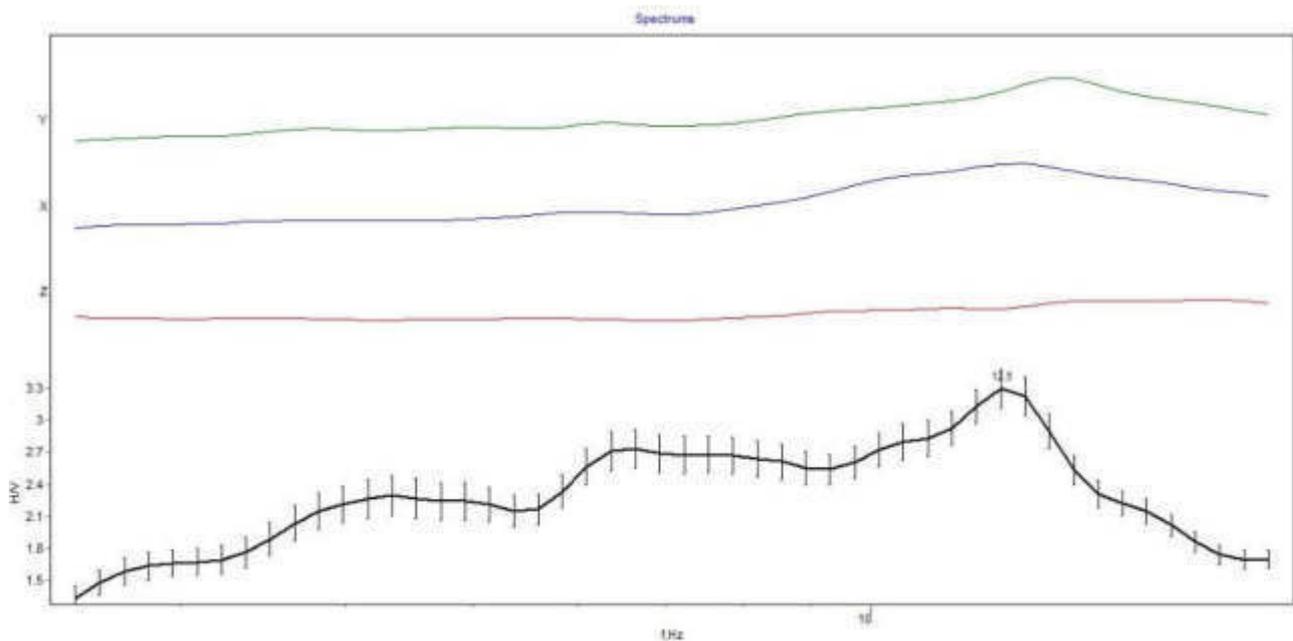
Analisi dati HVSR 4

| | |
|---------------------------------|-----|
| Tempo di acquisizione [sec]: | 900 |
| Finestre di analisi [in bianco] | 8 |
| Frequenza massima [Hz] | 20 |

Serie temporali e finestre di analisi

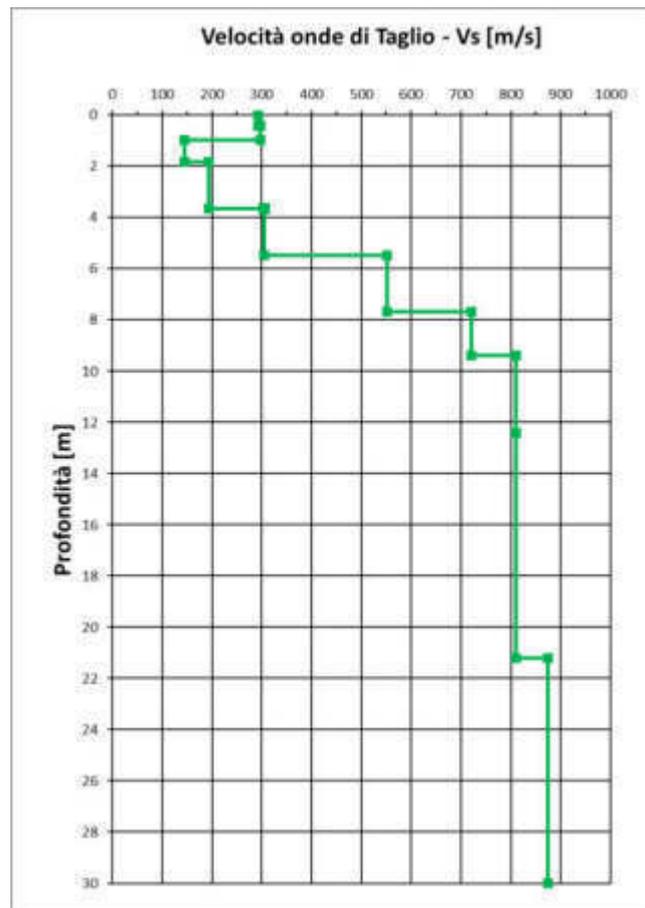


Spettri delle componenti orizzontali, verticale e rapporto H/V



Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

Profilo di Velocità delle onde di Taglio Vs da HVSr 4



Inversione HVSr 4

| n. | Profondità [m] | Spessori per calcolo V_{seq} [m] | V_s [m/sec] | h/V_s |
|----|-------------------|---------------------------------------|------------------|---------|
| 1 | 0.0 | 0.43 | 293 | 0.0000 |
| 2 | 0.4 | 0.55 | 297 | 0.0019 |
| 3 | 1.0 | 0.85 | 145 | 0.0059 |
| 4 | 1.8 | 1.83 | 193 | 0.0095 |
| 5 | 3.7 | 1.81 | 305 | 0.0059 |
| 6 | 5.5 | 2.20 | 551 | 0.0040 |
| 7 | 7.7 | 1.73 | 720 | 0.0024 |
| 8 | 9.4 | 3.01 | 811 | 0.0037 |
| 9 | 12.4 | 8.82 | 811 | 0.0109 |
| 10 | 21.2 | 8.78 | 874 | 0.0100 |

Risultati indagine HVSr 4

| | |
|---|------|
| Frequenza fondamentale di vibrazione [Hz] | 12.5 |
| Profondità piano di posa [m] | - |
| Substrato sismico da p.c. [m] | 9.4 |
| V_{seq} [m/sec] | 318 |
| Categoria del suolo | E |

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024

E-Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

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

**Allegato
fotografico**



Foto 1: Sondaggio CAR1 - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.



Foto 2: Sondaggio CAR1 - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.

Certificato n° 1514_Rev.01 del 07/03/2024



Foto 3: Sondaggio CAR1 - cassa 3 - da 10.00 m a 15.00 m.



Foto 4: Postazione sondaggio CAR1.



Foto 5: Sondaggio CAR2 - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.



Foto 6: Sondaggio CAR2 - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.



Foto 7: Sondaggio CAR2 - cassa 3 - da 10.00 m a 15.00 m.



Foto 8: Postazione sondaggio CAR2.



Foto 9: Postazione prova penetrometrica DPSH 1.



Foto 10: Postazione prova penetrometrica DPSH 2.



Foto 11 Postazione prova penetrometrica DPSH 3.



Foto 12: Postazione prova penetrometrica DPSH 4.



Foto 13: Postazione prova penetrometrica DPSH 5.



Foto 14: Postazione prova penetrometrica DPSH 6 e sondaggio CAR2.

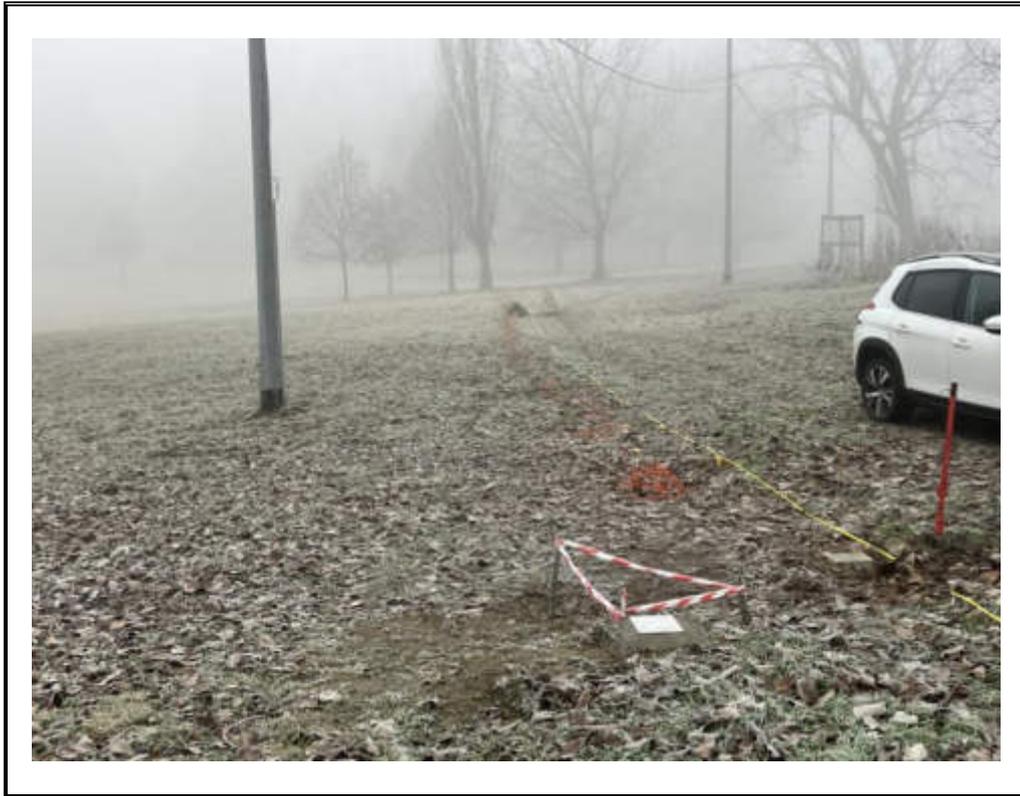


Foto 15: Particolare stendimento prova geofisica MASW 1.



Foto 16: Particolare stendimento prova geofisica MASW 2.



Foto 17: Particolare prova geofisica HVSR 3.



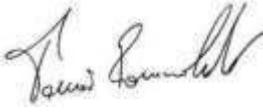
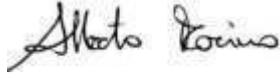
Foto 18: Particolare prova geofisica HVSR 4.

SONDECO

**Impresa Borio Costruzioni S.r.l. – Cittadella dello sport –
Cluster I – Via Nietzsche – Parco del Meisino - Torino**

Prove geotecniche e geomeccaniche di laboratorio

2842_r01

| | | | | | |
|-----|------------|---|---|--|-------------|
| B | | | | | |
| A | | | | | |
| Ø | 05/02/2024 | Dott. M. Mussa  | Dott. R. Tomai  | Ing. A. Morino  | Emissione |
| REV | DATA | REDAZIONE | VERIFICA | APPROVAZIONE | DESCRIZIONE |

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07019/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondecò S.r.l.**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C1 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 3,00-3,50 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | SABBIA CON LIMO/ARGILLA | | Serie unificata di setacci ISO 3310 |
| Data esecuzione prova: | 01-02/02/24 | | Forno elettrico |
| | | | Bilancia digitale |

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

DATI DI PROVA

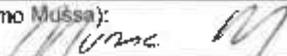
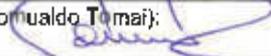
Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **2222,0**

| ANALISI CON I SETACCI: | | Peso secco terreno analizzato (g): 508,0 | | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: | |
|------------------------|-------------|---|------------|----------|-------------------|---------------------------------------|--|
| Apertura maglia | Peso inerte | Parziali | Totale | Totale | | | |
| (mm) | trattenuto | Trattenuti | Trattenuti | Passante | | | |
| | (g) | (%) | (%) | (%) | | | |
| 80,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ciotoli (%): | 0,0 | |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ghiaia (%): | 1,9 | |
| 63,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Sabbia (%): | 65,7 | |
| 50,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Limo+Argilla (%): | 32,4 | |
| 37,50 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 25,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 19,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 12,50 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 9,50 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 4,75 | 4,5 | 0,88 | 0,88 | 99,12 | | | |
| 2,00 | 5,2 | 1,03 | 1,91 | 98,09 | | | |
| 1,00 | 24,0 | 4,72 | 6,63 | 93,37 | | | |
| 0,425 | 95,9 | 18,89 | 25,51 | 74,49 | | | |
| 0,180 | 112,4 | 22,13 | 47,64 | 52,36 | | | |
| 0,063 | 101,6 | 20,00 | 67,64 | 32,36 | | | |
| fondo | 164,4 | 32,36 | 100,00 | - | | | |

Criteria UNI EN ISO 14688
 Classificazione delle terre - **A2-4** -
 Ghiaia o sabbia limosa o argillosa.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

La classificazione Criteria UNI EN ISO 14688 è stata dedotta incrociando i dati di granulometria e del limite di Atterberg cert. N. 07020/2842

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA:

1/2

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07019/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**

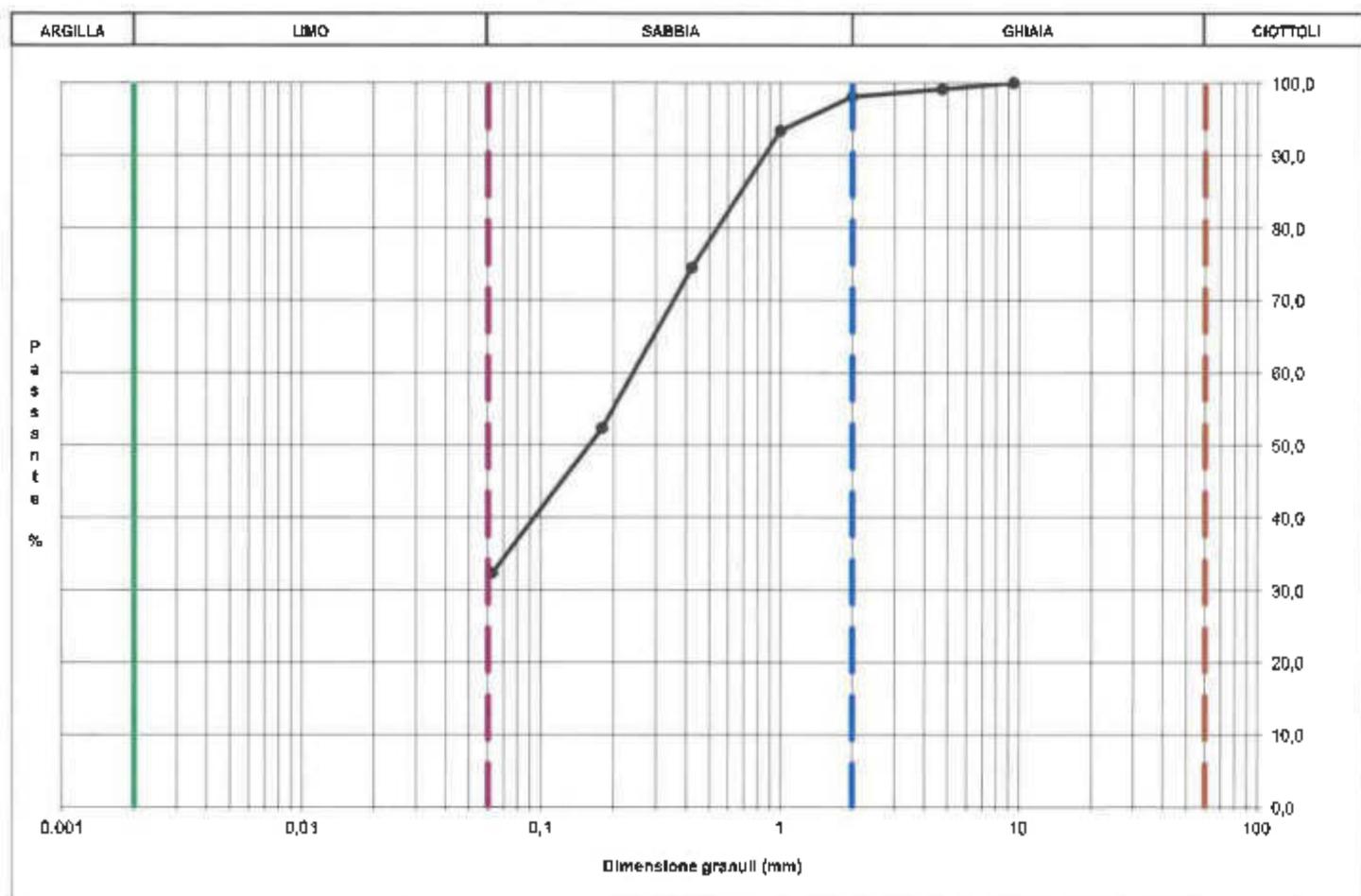
Committente: **Sondeco S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|---|------------------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: S1 | Codice provino: 1 | Ricevuto il: 30/01/24 | Serie unificata di setacci ISO 3310 |
| Campione: C1 | Ricevuto il: 30/01/24 | Aperto il: 31/01/24 | Forno elettrico |
| Profondità (m): 3,00-3,50 | Aperto il: 31/01/24 | | Bilancia digitale |
| Tipo di terreno (AGI): SABBIA CON LIMO/ARGILLA | | | |
| Data esecuzione prova: 01-02/02/24 | | | |

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

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa): *M. Mussa*

Il direttore del laboratorio (Dr. Remualdo Tomai): *R. Tomai*

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Certificato n. **07020/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C1 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 3,00-3,50 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | SABBIA CON LIMO/ARGILLA | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/24 | | |

Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-12; ASTM D 4318**

TABELLE DATI DI PROVA

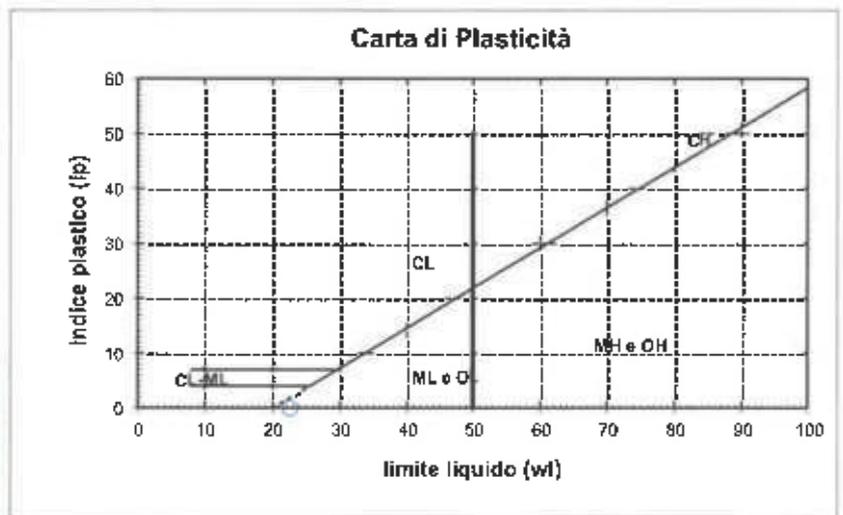
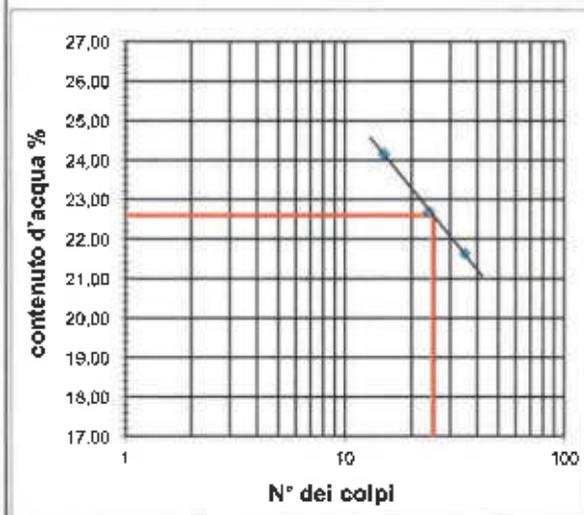
LIMITE LIQUIDO:

| | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|
| N° colpi | 15 | 24 | 35 |
| contenitore | A | B | C |
| peso lordo umido (g) | 7,38 | 6,18 | 5,89 |
| peso lordo sacco (g) | 6,37 | 5,44 | 5,23 |
| peso acqua (g) | 1,01 | 0,74 | 0,66 |
| tara contenitore (g) | 2,10 | 2,18 | 2,18 |
| peso netto secco (g) | 4,18 | 3,26 | 3,05 |
| contenuto acqua (%) | 24,16 | 22,70 | 21,64 |

limite liquido - wl (%) = **22,60**
 limite plastico - wp (%) = **N.E**
 indice di plasticità - IP = **N.D**

LIMITE PLASTICO:

| | | |
|----------------------|--|--|
| contenitore | | |
| peso lordo umido (g) | | |
| peso lordo sacco (g) | | |
| peso acqua (g) | | |
| tara contenitore (g) | | |
| peso netto secco (g) | | |
| contenuto acqua (%) | | |



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo *Mossa*):

Il direttore del laboratorio (Dr. *Romualdo Tomai*):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07021/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**

Committente: **Sondecò S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C2 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 6,00-6,50 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | GHIAIA CIOTTOLOSA SABBIOSA | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/02/24 | | |

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

DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **3377,0**

| ANALISI CON I SETACCI: | | Peso secco terreno analizzato (g): 1485,0 | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: | |
|------------------------|-------------|--|------------|----------|---------------------------------------|-------------|
| Apertura maglie | Peso Inerte | Parziali | Totale | Totale | Ciottoli (%) | |
| (mm) | trattenuto | Trattenuti | Trattenuti | Passante | | |
| | (g) | (%) | (%) | (%) | | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | 17,5 |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | 66,3 |
| 63,00 | 261,0 | 17,46 | 17,46 | 82,54 | | 13,4 |
| 50,00 | 217,0 | 14,52 | 31,97 | 68,03 | | 2,8 |
| 37,50 | 88,0 | 5,89 | 37,86 | 62,14 | | |
| 25,00 | 106,2 | 7,10 | 44,96 | 55,04 | | |
| 19,00 | 80,2 | 5,37 | 50,33 | 49,67 | | |
| 12,50 | 154,6 | 10,34 | 60,67 | 39,33 | | |
| 9,50 | 65,2 | 4,56 | 65,23 | 34,77 | | |
| 4,75 | 146,9 | 9,83 | 75,06 | 24,94 | | |
| 2,00 | 130,5 | 8,73 | 83,78 | 16,22 | | |
| 1,00 | 57,6 | 3,85 | 87,64 | 12,36 | | |
| 0,425 | 64,0 | 4,28 | 91,91 | 8,09 | | |
| 0,180 | 60,7 | 4,06 | 95,97 | 4,03 | | |
| 0,063 | 17,9 | 1,19 | 97,17 | 2,83 | | |
| fondo | 42,3 | 2,83 | 100,00 | - | | |

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PAGINA:

1/2

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07021/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**

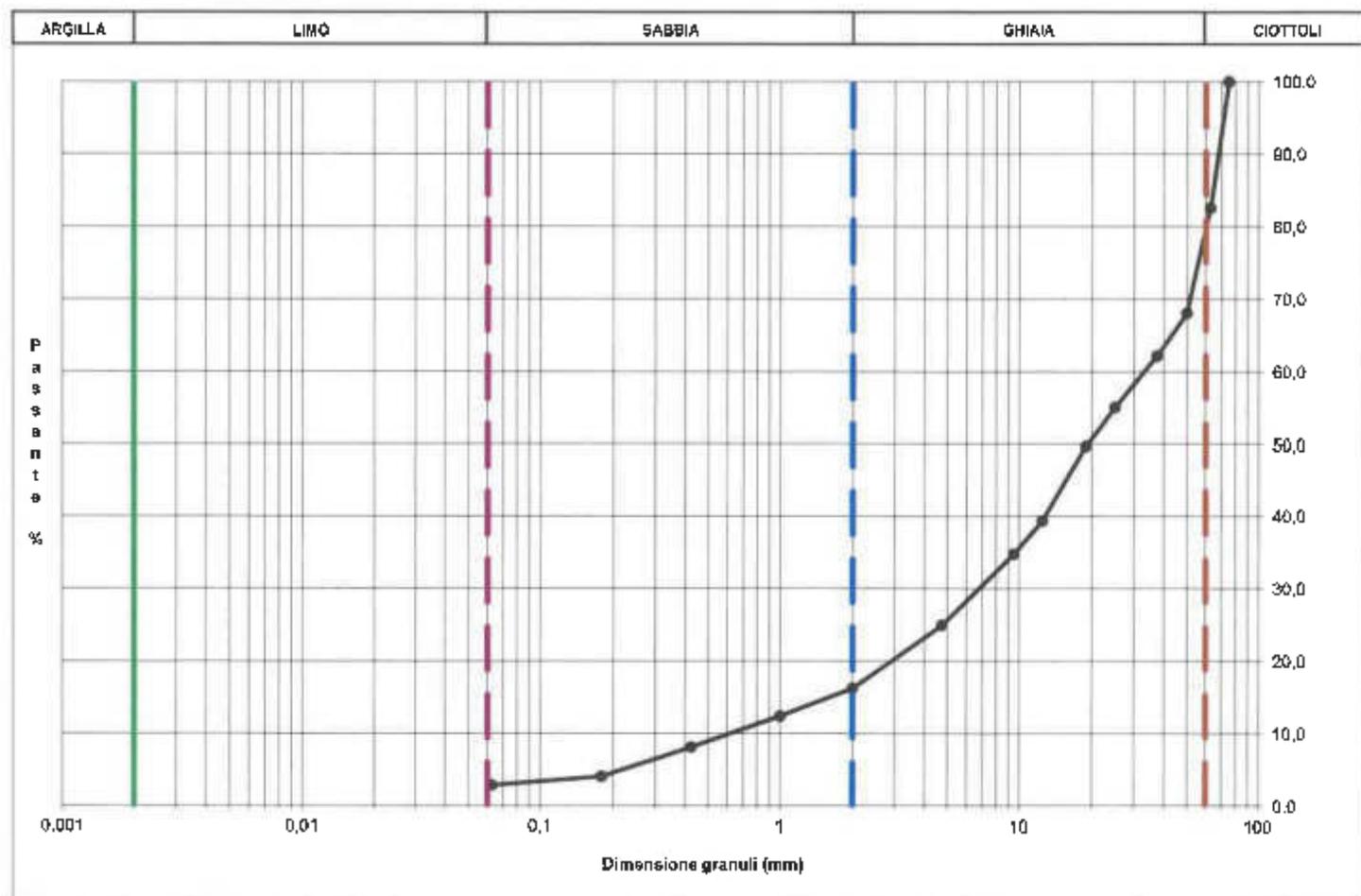
Committente: **Sondeco S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|--|------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): G2 | Apparecchiature e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | I |
| Campione: | G2 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 6,00-6,50 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CIOTTOLOSA SABBIOSA | | | |
| Data esecuzione prova: | | 01-02/02/24 | |

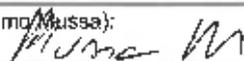
Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tonai):



PAGINA:

2/2

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07022/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**

Committente: **Sondeco S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice prova: | 1 |
| Campione: | C3 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 7,50-8,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA/ARGILLOSA | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/02/24 | | |

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

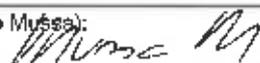
DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio del Committente (g): **2912,0**

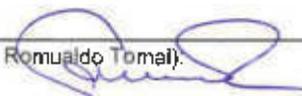
| ANALISI CON I SETACCI: | | Peso secco terreno analizzato (g): 1380,0 | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: | |
|------------------------|------------------------|--|-------------------|-----------------|---------------------------------------|--|
| Apertura maglia | Peso inerte trattenuto | Parziali Trattenuti | Totale Trattenuti | Totale Passante | Cottola (%) | |
| (mm) | (g) | (%) | (%) | (%) | | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 0,0 | |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 75,9 | |
| 63,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 16,8 | |
| 50,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 7,3 | |
| 37,50 | 70,0 | 5,15 | 5,15 | 94,85 | | |
| 25,00 | 124,5 | 9,15 | 14,30 | 85,70 | | |
| 19,00 | 126,4 | 9,29 | 23,59 | 76,41 | | |
| 12,50 | 221,9 | 16,31 | 39,90 | 60,10 | | |
| 9,50 | 118,9 | 8,74 | 48,64 | 51,36 | | |
| 4,75 | 229,8 | 16,88 | 65,53 | 34,47 | | |
| 2,00 | 141,4 | 10,39 | 75,92 | 24,08 | | |
| 1,00 | 69,1 | 5,08 | 81,00 | 19,00 | | |
| 0,425 | 55,8 | 5,18 | 87,18 | 12,84 | | |
| 0,180 | 47,2 | 3,47 | 90,63 | 9,37 | | |
| 0,083 | 28,5 | 2,09 | 92,72 | 7,28 | | |
| fondo | 99,0 | 7,26 | 100,00 | - | | |

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Muffa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



PAGINA:

1/2

gd test srl

Società unipersonale | Corso Cesele 239 | 10132 I DRINO Italia
Tel. +39.011 50.09.400 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
Capitale sociale: 100.000 euro | P. IVA e C.F.: 02207640015
PEC: gdtest@legisimil.it | Fattura elettronica: fae@electronica@pec.it

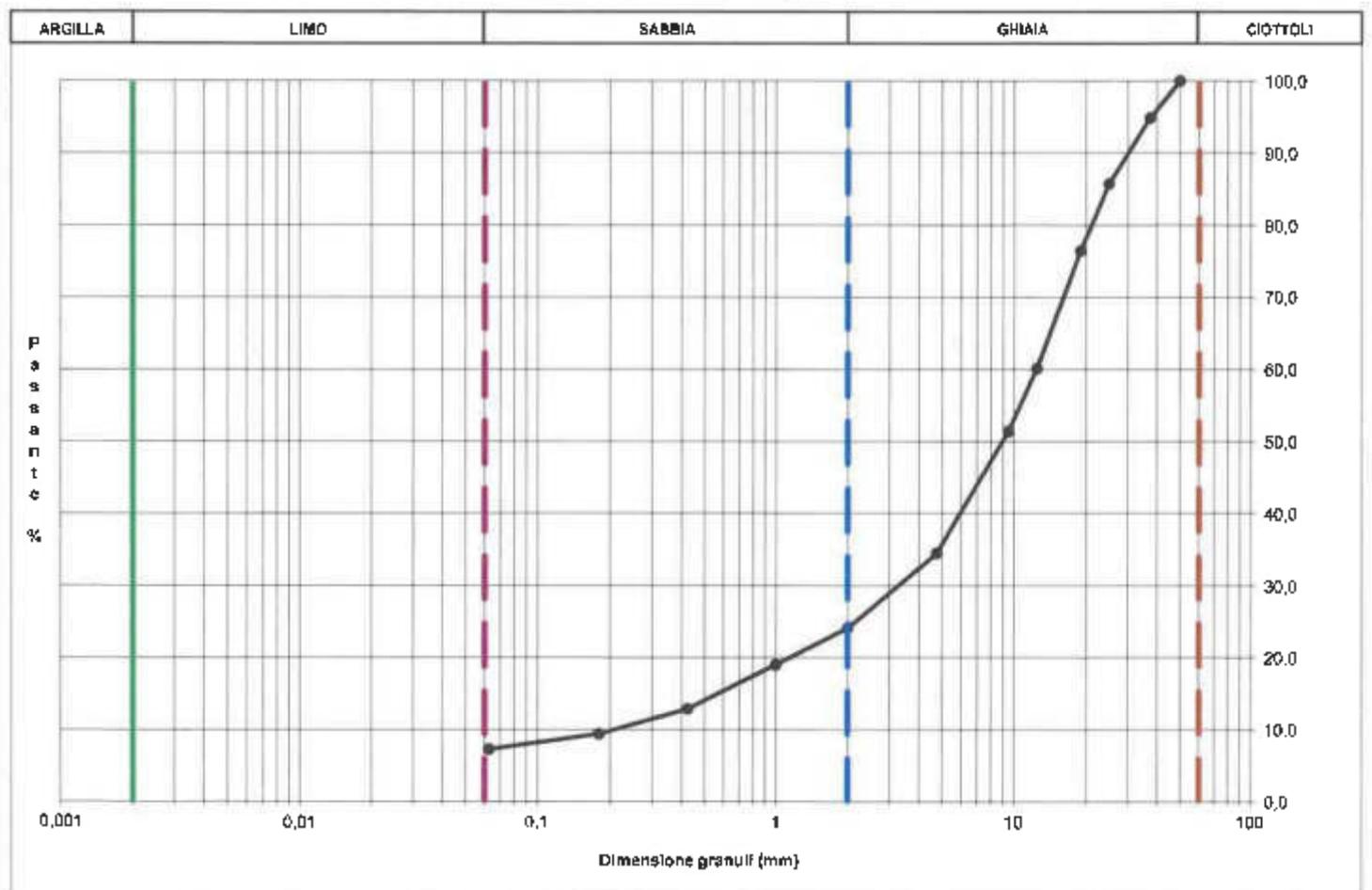
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07022/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Melsino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|---|------------------|-------------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C3 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 7,50-8,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA/ARGILLOSA | | Serie unificata di setacci ISO 3310 | |
| Data esecuzione prova: 01-02/02/24 | | Forno elettrico | |
| | | Bilancia digitale | |

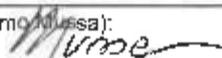
Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA

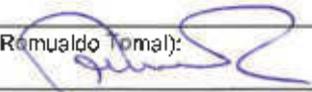


NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mura):



Il direttore del laboratorio (Dr. Remualdo Tomal):



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07023/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondaco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Melsino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzate |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C4 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 10,00-11,00 | Aparto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | GHIAIA CIOTTOLOSA SABBIOSA LIMOSA/ARGILLOSA | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/02/24 | | |

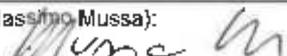
Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **3833,0**

| ANALISI CON I SETACCI: | | Peso secco terreno analizzato (g): 1820,0 | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: | |
|------------------------|-------------|--|------------|----------|---------------------------------------|-------------|
| Apertura maglie | Peso inerte | Parziali | Totale | Totale | Ciottoli (%): | |
| (mm) | trattenuto | Trattenuti | Trattenuti | Passante | Ghiaia (%): | |
| | (g) | (%) | (%) | (%) | Sabbia (%): | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Limo+Argilla (%): | 11,9 |
| 75,00 | 310,0 | 17,03 | 17,03 | 82,97 | | |
| 63,00 | 142,0 | 7,80 | 24,84 | 75,16 | | |
| 50,00 | 50,0 | 2,75 | 27,59 | 72,42 | | |
| 37,50 | 110,0 | 6,04 | 33,63 | 66,37 | | |
| 25,00 | 39,0 | 2,14 | 35,77 | 64,23 | | |
| 19,00 | 56,2 | 3,20 | 38,97 | 61,03 | | |
| 12,50 | 110,0 | 6,04 | 45,01 | 54,99 | | |
| 9,50 | 99,6 | 5,47 | 50,48 | 49,52 | | |
| 4,75 | 202,7 | 11,14 | 61,62 | 38,38 | | |
| 2,00 | 161,7 | 8,89 | 70,51 | 29,49 | | |
| 1,00 | 94,6 | 5,20 | 75,71 | 24,29 | | |
| 0,425 | 60,4 | 4,97 | 80,67 | 19,33 | | |
| 0,180 | 67,4 | 4,80 | 85,48 | 14,52 | | |
| 0,083 | 48,0 | 2,64 | 88,11 | 11,89 | | |
| fondo | 216,3 | 11,89 | 100,00 | - | | |

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA:

1/2

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07024/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|---|--------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C5 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 13,50-14,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA/ARGILLOSA | | | |
| Data esecuzione prova: | | 01-02/02/24 | |

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

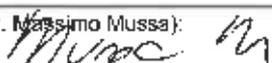
DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **3458,0**

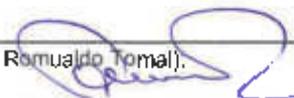
| ANALISI CON I SETACCI: | Peso secco terreno analizzato (g): 1600,0 | | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: |
|------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | Apertura maglie (mm) | Peso inerte trattenuto (g) | Parziali Trattenuti (%) | Totale Trattenuti (%) | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ciottoli (%): 0,0 |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ghiaia (%): 74,5 |
| 63,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Sabbia (%): 16,9 |
| 50,00 | 70,0 | 4,38 | 4,38 | 95,63 | Limo+Argille (%): 8,6 |
| 37,50 | 80,0 | 5,00 | 9,38 | 90,63 | |
| 25,00 | 135,6 | 8,47 | 17,86 | 82,15 | |
| 19,00 | 120,0 | 7,50 | 25,36 | 74,65 | |
| 12,50 | 197,2 | 12,32 | 37,67 | 62,33 | |
| 9,50 | 153,9 | 8,62 | 47,29 | 52,71 | |
| 4,75 | 265,4 | 16,59 | 63,88 | 36,12 | |
| 2,00 | 170,0 | 10,62 | 74,50 | 25,50 | |
| 1,00 | 74,8 | 4,67 | 79,17 | 20,83 | |
| 0,425 | 91,9 | 5,74 | 84,92 | 15,08 | |
| 0,180 | 63,5 | 3,97 | 88,89 | 11,12 | |
| 0,083 | 30,7 | 2,48 | 91,37 | 8,63 | |
| fondo | 138,2 | 8,63 | 100,00 | - | |

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomal):



PAGINA:

1/2

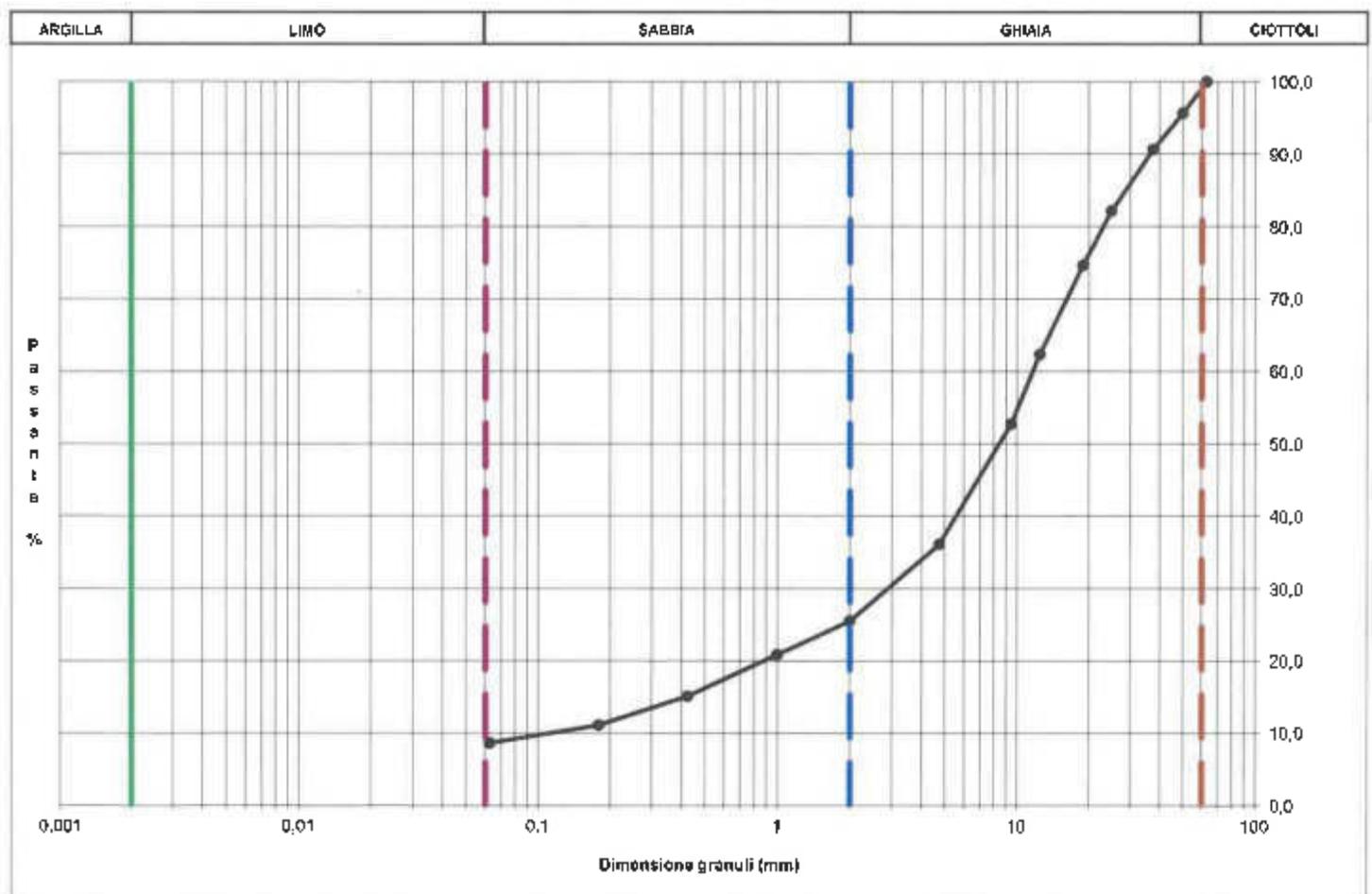
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07024/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Melsino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|---|--------------------|---|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): G2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S1 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C5 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 13,50-14,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA/ARGILLOSA | | Serie unificata di setacci ISO 3310 Forno elettrico Bilancia digitale | |
| Data esecuzione prova: | | 01-02/02/24 | |

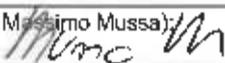
Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

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

Certificato n. **07025/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**

Committente: **Sondeco S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|---|------------------|-----------------------------------|--|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C1 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 1,50-2,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): SABBIA CON LIMO/ARGILLA DEBOLMENTE GHIAIOSA | | | Serie unificata di setacci ISO 3310 <input type="checkbox"/> |
| Data esecuzione prova: | | 01-02/02/24 | Forno elettrico <input type="checkbox"/> |
| | | | Bilancia digitale <input type="checkbox"/> |

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

DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **2158,0**

| ANALISI CON I SETACCI: | | Peso secco terreno analizzato (g): 479,0 | | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: | |
|------------------------|------------------------|---|-------------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|--|
| Apertura maglie | Peso inerte trattenuto | Parziali Trattenuti | Totale Trattenuti | Totale Passante | Clotkoll (%) | | |
| (mm) | (g) | (%) | (%) | (%) | Ghiaia (%) | | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Sabbia (%) | 53,0 | |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Limo+Argilla (%) | 40,1 | |
| 63,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 50,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 37,50 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 25,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 19,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | | |
| 12,50 | 8,3 | 1,74 | 1,74 | 98,26 | | | |
| 9,50 | 0,0 | 0,00 | 1,74 | 98,26 | | | |
| 4,75 | 13,8 | 2,87 | 4,61 | 95,39 | | | |
| 2,00 | 10,8 | 2,26 | 6,88 | 93,12 | | | |
| 1,00 | 18,4 | 3,83 | 10,71 | 89,29 | | | |
| 0,425 | 78,7 | 16,43 | 27,13 | 72,87 | | | |
| 0,180 | 80,4 | 16,78 | 43,92 | 56,08 | | | |
| 0,063 | 76,7 | 16,01 | 59,92 | 40,08 | | | |
| fondo | 192,0 | 40,08 | 100,00 | - | | | |

Criteria UNI EN ISO 14688
Classificazione delle terre - **A4** - Limo poco compressibili

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

La classificazione Criteria UNI EN ISO 14688 è stata dedotta incrociando i dati di granulometria e del limite di Atterberg cert. N. 07026/2842

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomal):

PAGINA:

1/2

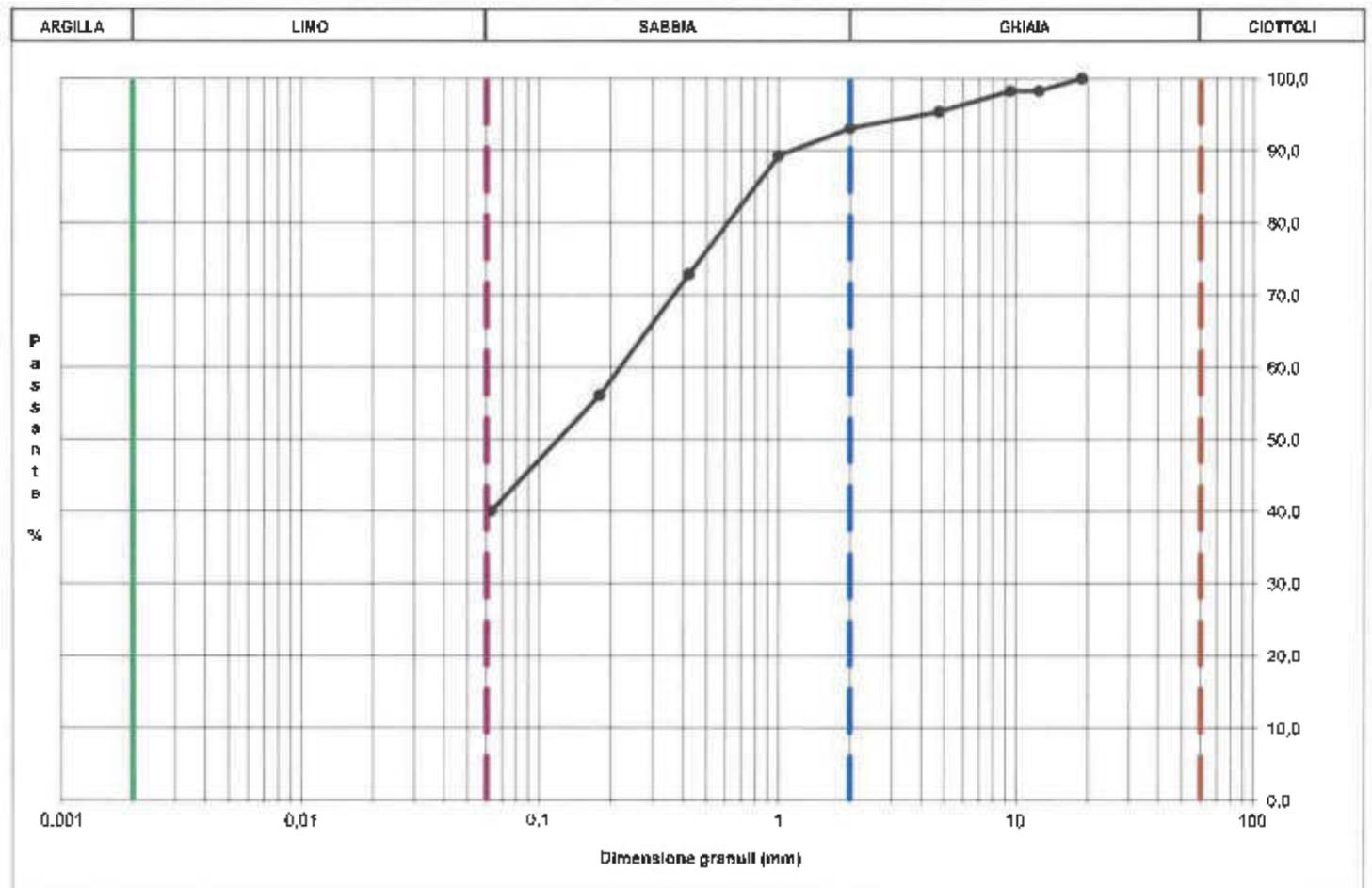
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07025/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|---|------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C1 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 1,50-2,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): SABBIA CON LIMO/ARGILLA DEBOLMENTE GHIAIOSA | | | |
| Data esecuzione prove: | | 01-02/02/24 | |

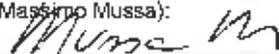
Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA

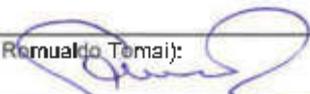


NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Remualdo Tomai):



PAGINA:

2/2

gd test srl

Società Unipersonale | Corso Cassale 259 | 10132 TORINO Italia
 Tel. +39.011.59.08.406 | gdtest@gdtest.it | www.gdtest.it
 Capitale sociale: 100.000 euro | P.IVA n. C.F.: 08207640015
 PEC: gdtest@legalmail.it | Fattura elettronica: seletronica@pec.it

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Certificato n. **07026/2642** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2642**

Committente: **Sondeco S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Mellino - Torino**
Prova geotecnica di laboratorio

| | | | |
|---|------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): G2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzate |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C1 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 1,50-2,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): SABBIA CON LIMO/ARGILLA DEBOLMENTE GHIAIOSA | | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/24 | | |

Riferimenti normativi: **UNI EN ISO 17892-12; ASTM D 4318**

TABELLE DATI DI PROVA

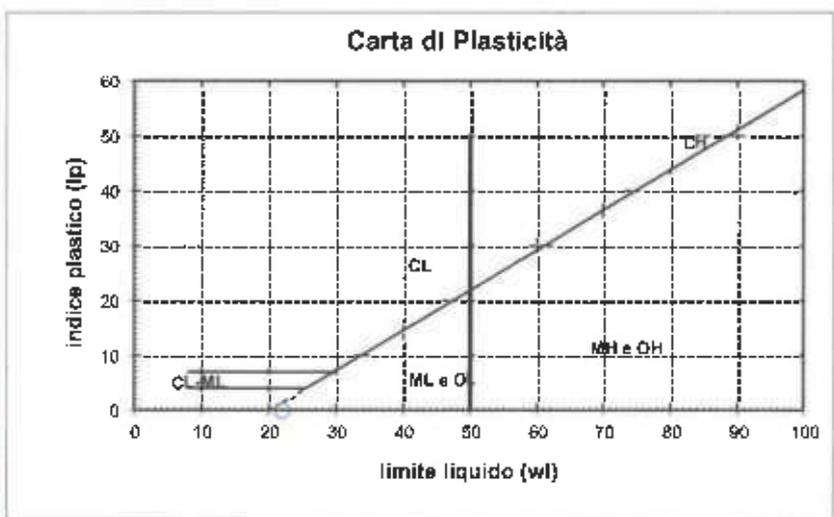
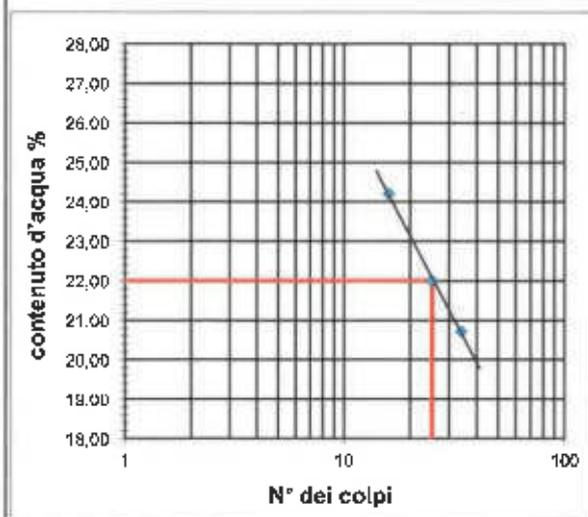
LIMITE LIQUIDO:

| N° colpi | 16 | 25 | 34 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| Contenitore | A | B | C |
| peso lordo umido (g) | 5,71 | 6,05 | 5,86 |
| peso lordo secco (g) | 5,02 | 5,35 | 5,23 |
| peso acqua (g) | 0,69 | 0,70 | 0,63 |
| tara contenitore (g) | 2,17 | 2,17 | 2,19 |
| peso netto secco (g) | 2,85 | 3,18 | 3,04 |
| contenuto acqua (%) | 24,21 | 22,01 | 20,72 |

limite liquido - wl (%) = **22,00**
limite plastico - wp (%) = **N.E**
indice di plasticità - IP = **N.D**

LIMITE PLASTICO:

| contenitore | | |
|----------------------|--|--|
| peso lordo umido (g) | | |
| peso lordo secco (g) | | |
| peso acqua (g) | | |
| tara contenitore (g) | | |
| peso netto secco (g) | | |
| contenuto acqua (%) | | |



NOTE/VAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomati):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07027/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**

Committente: **Sondeco S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C2 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 4,50-5,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA/ARGILLOSA | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/02/24 | | |

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

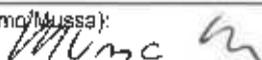
DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **3691,0**

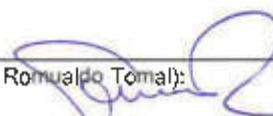
| Apertura maglie (mm) | Peso secco terreno analizzato (g): 1698,0 | | | | Totale Passante (%) | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: | |
|-------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|--------|---------------------------|---------------------------------------|--|
| | Peso inerte trattenuto (g) | Parziali Trattenuti (%) | Totale Trattenuti (%) | Totale | | Clotoll (%): | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | 0,0 | |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | 79,6 | |
| 63,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | | 12,7 | |
| 60,00 | 236,0 | 13,90 | 13,90 | 86,10 | | 7,7 | |
| 37,50 | 205,5 | 12,10 | 26,00 | 74,00 | | | |
| 25,00 | 196,3 | 11,56 | 37,56 | 62,44 | | | |
| 19,00 | 128,9 | 7,47 | 45,03 | 54,97 | | | |
| 12,50 | 240,2 | 14,15 | 59,18 | 40,82 | | | |
| 9,50 | 88,0 | 5,24 | 64,42 | 35,58 | | | |
| 4,75 | 182,0 | 9,54 | 73,96 | 26,04 | | | |
| 2,00 | 95,5 | 5,62 | 79,59 | 20,41 | | | |
| 1,00 | 40,7 | 2,40 | 81,99 | 18,02 | | | |
| 0,425 | 66,3 | 3,90 | 65,99 | 14,11 | | | |
| 0,180 | 77,0 | 4,53 | 90,42 | 9,58 | | | |
| 0,083 | 32,2 | 1,90 | 92,32 | 7,68 | | | |
| fondo | 130,5 | 7,68 | 100,00 | - | | | |

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomal):



PAGINA:

1/2

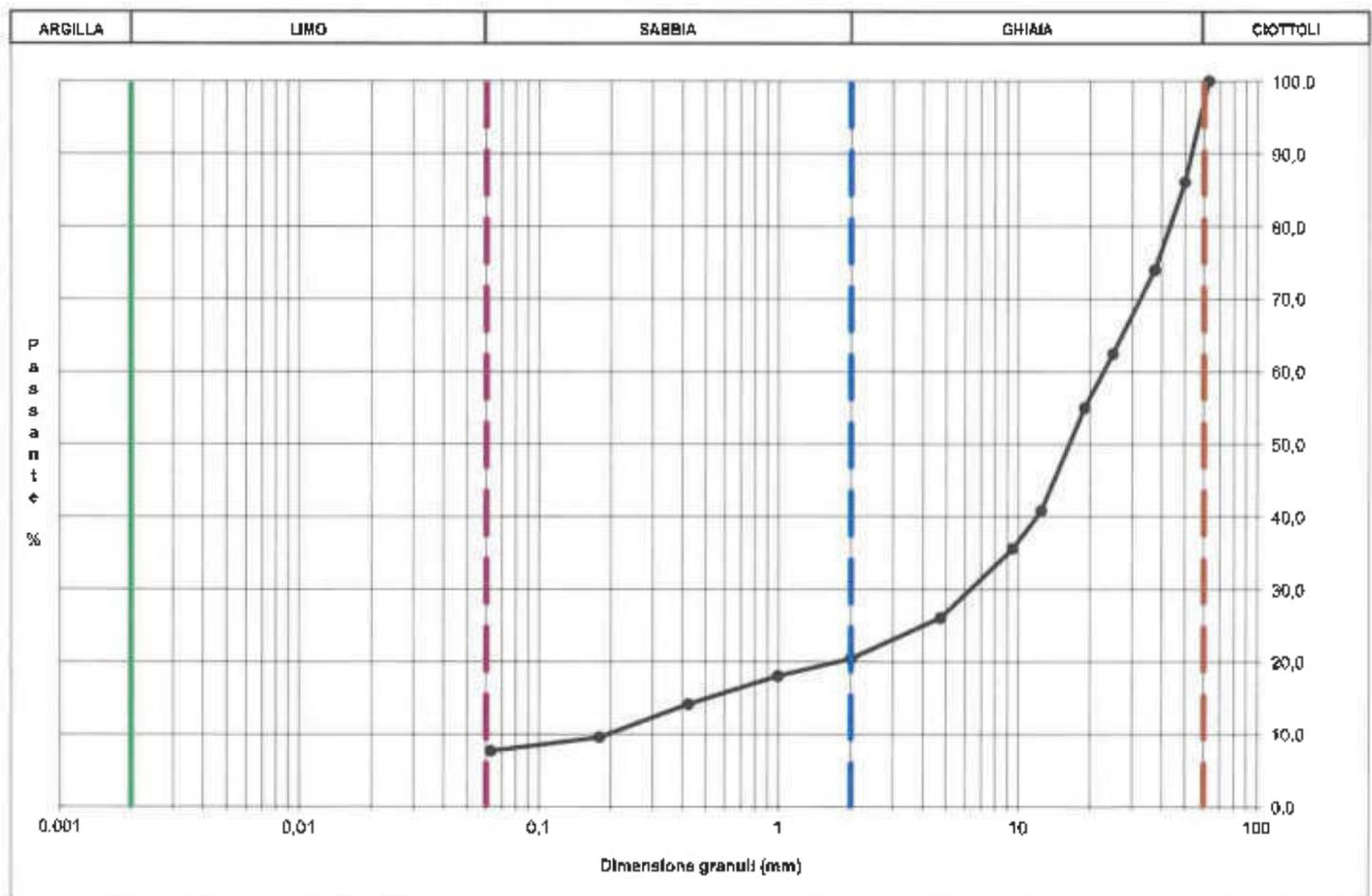
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

| | | | | | |
|----------------|--|-----------------|-----------------|--------------|-------------|
| Certificato n. | 07027/2842 | Data emissione: | 05/02/24 | Archivio n.: | 2842 |
| Committente: | Sondeco S.r.l | | | | |
| Lavoro: | Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino Prove geotecniche di laboratorio | | | | |

| | | | |
|---|------------------|-------------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | \ |
| Campione: | C2 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 4,50-5,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA/ARGILLOSA | | Serie unificata di setacci ISO 3310 | |
| Data esecuzione prova: | | 01-02/02/24 | Forno elettrico |
| | | | Bilancia digitale |

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

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

| | |
|--|--|
| Lo sperimentatore (Dr. Massimo <i>Messa</i>): | Il direttore del laboratorio (Dr. <i>Romualdo Tomai</i>): |
|--|--|

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07028/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**

Committente: **Sondecò S.r.l**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|---|------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | I |
| Campione: | C3 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 7,50-8,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA | | | |
| Data esecuzione prova: | | 01-02/02/24 | |

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

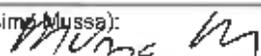
DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **3411,0**

| ANALISI CON I SETACCI: | Peso secco terreno analizzato (g): 1622,0 | | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: |
|------------------------|--|----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| | Apertura maglie | Peso inerte trattenuto (g) | Parziali Tratteneruti (%) | Totale Tratteneruti (%) | |
| (mm) | | | | | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ciottoli (%): 0,0 |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ghiaia (%): 77,9 |
| 63,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Sabbia (%): 17,3 |
| 50,00 | 153,0 | 9,43 | 9,43 | 90,57 | Limo+Argilla (%): 4,8 |
| 37,50 | 100,0 | 6,17 | 15,60 | 84,40 | |
| 25,00 | 182,9 | 11,28 | 26,87 | 73,13 | |
| 19,00 | 210,5 | 12,96 | 39,85 | 60,15 | |
| 12,50 | 186,0 | 11,47 | 51,32 | 48,68 | |
| 9,50 | 83,5 | 5,15 | 56,47 | 43,53 | |
| 4,75 | 200,6 | 12,37 | 68,84 | 31,16 | |
| 2,00 | 146,5 | 9,03 | 77,87 | 22,13 | |
| 1,00 | 65,7 | 4,05 | 81,93 | 18,07 | |
| 0,425 | 95,8 | 5,91 | 87,83 | 12,17 | |
| 0,180 | 91,1 | 5,62 | 93,45 | 6,55 | |
| 0,063 | 27,9 | 1,72 | 95,17 | 4,83 | |
| fondo | 78,4 | 4,83 | 100,00 | - | |

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomal):



PAGINA:

1/2

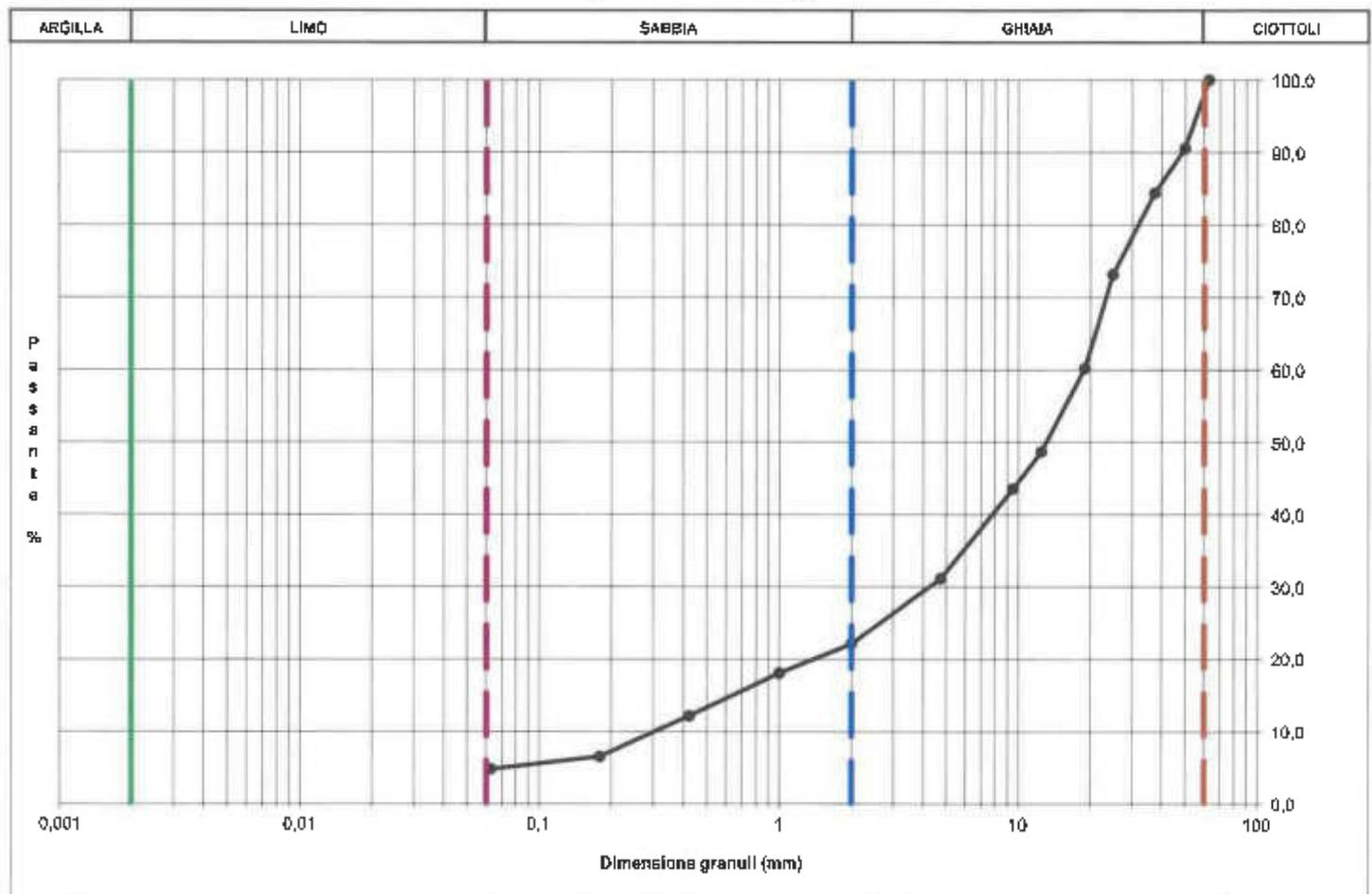
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07028/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C3 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 7,50-8,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | GHIAIA SABBIOSA | | Serie unificata di setacci ISO 3310 |
| Data esecuzione prova: | 01-02/2024 | | Forno elettrico |
| | | | Bilancia digitale |

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

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo *Mussa*): *Mussa*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo *Tomai*): *Tomai*

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07029/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeca S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|--|------------------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: S2 | Codice provina: 1 | | Serie unificate di setacci ISO 3310 |
| Campione: C4 | Ricevuto il: 30/01/24 | | Forno elettrico |
| Profondità (m): 10,50-11,00 | Aperto il: 31/01/24 | | Bilancia digitale |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA LIMOSA/ARGILLOSA | | | |
| Data esecuzione prova: 01-02/02/24 | | | |

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

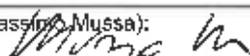
DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **2810,0**

| ANALISI CON I SETACCI: | Peso secco terreno analizzato (g): 1209,0 | | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: |
|------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | Apertura maglia (mm) | Peso inerte trattenuto (g) | Parziali trattenuti (%) | Totale trattenuti (%) | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Cottoli (%): 0,0 |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ghiaia (%): 59,7 |
| 63,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Sabbia (%): 22,5 |
| 50,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Limo+Argilla (%): 17,8 |
| 37,50 | 86,0 | 7,11 | 7,11 | 82,89 | |
| 25,00 | 109,9 | 9,09 | 16,20 | 63,80 | |
| 19,00 | 50,2 | 4,15 | 20,35 | 79,65 | |
| 12,50 | 136,4 | 11,28 | 31,63 | 68,37 | |
| 9,50 | 50,3 | 4,18 | 35,79 | 64,21 | |
| 4,75 | 173,0 | 14,31 | 50,10 | 49,90 | |
| 2,00 | 115,6 | 9,56 | 59,67 | 40,33 | |
| 1,00 | 71,8 | 5,94 | 65,61 | 34,39 | |
| 0,425 | 85,6 | 7,08 | 72,69 | 27,32 | |
| 0,160 | 89,9 | 5,78 | 78,46 | 21,54 | |
| 0,063 | 45,3 | 3,74 | 82,21 | 17,79 | |
| fondo | 215,1 | 17,79 | 100,00 | - | |

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 23B | 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: fatture@unica@pec.it



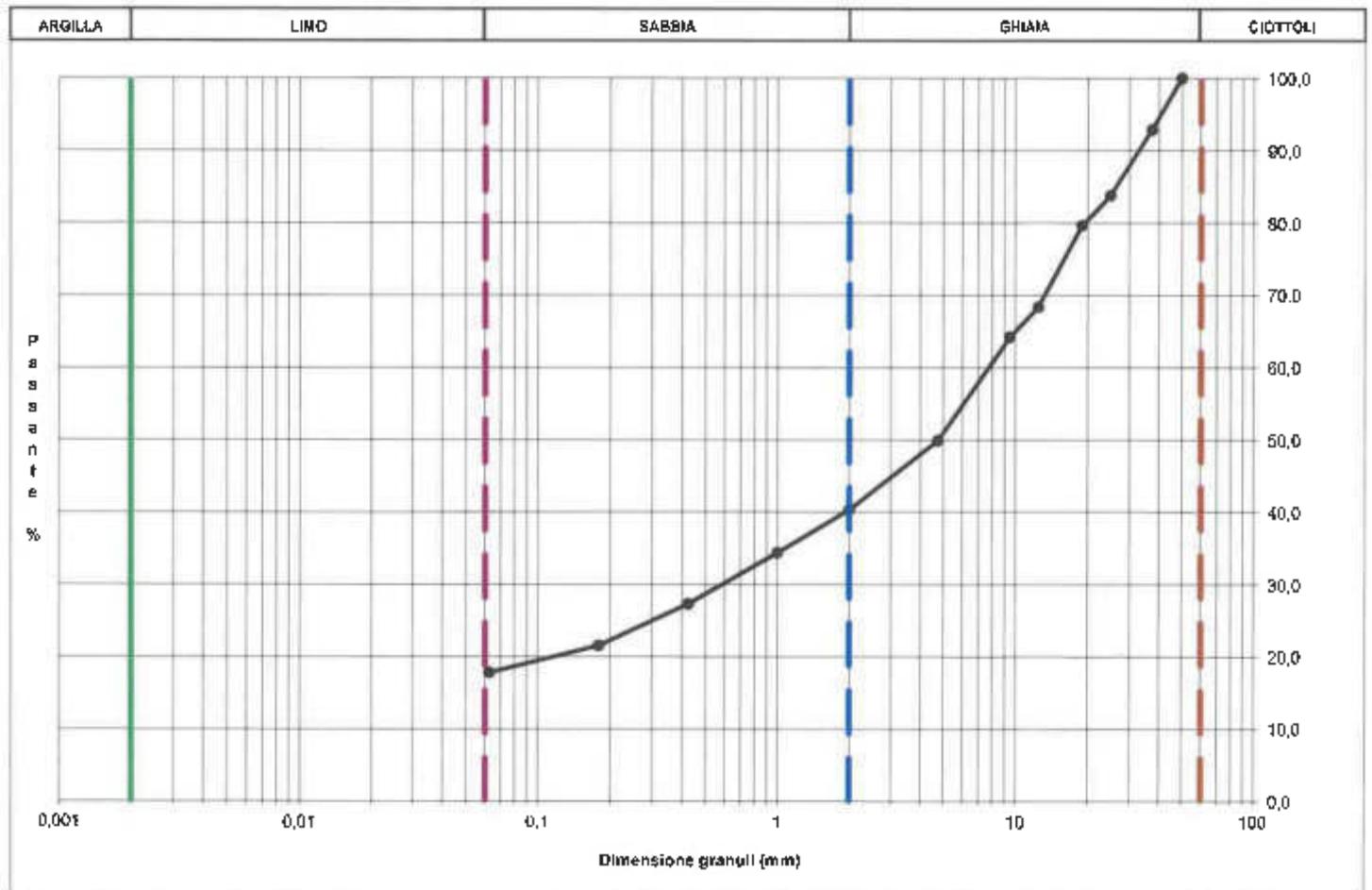
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07029/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sandeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

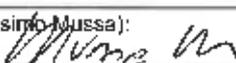
| | | | |
|-------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C4 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 10,50-11,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): | GHIAIA SABBIOSA LIMOSA/ARGILLOSA | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/02/24 | | |

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

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIANZI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa): 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07030/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2642**

Committente: **Sondecò S.r.l.**

Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Melsino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|--|--------------------|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C5 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 13,50-14,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA LIMOSA ARGILLOSA DEBOLMENTE CIOTTOLOSA | | | |
| Data esecuzione prova: | | 01-02/02/24 | |

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

DATI DI PROVA

Peso secco campione consegnato al laboratorio dal Committente (g): **3187,0**

| ANALISI CON I SETACCI: | Peso secco terreno analizzato (g): 1492,0 | | | | PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE: |
|------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | Apertura maglie (mm) | Peso inerte trattenuto (g) | Parziali Trattenuti (%) | Totale Trattenuti (%) | |
| 90,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ciottoli (%): 5,0 |
| 75,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | Ghiale (%): 65,1 |
| 63,00 | 74,0 | 4,96 | 4,96 | 85,04 | Sabbia (%): 18,4 |
| 50,00 | 179,0 | 12,00 | 16,96 | 83,04 | Limo+Argilla (%): 11,5 |
| 37,50 | 100,0 | 6,70 | 23,66 | 76,34 | |
| 25,00 | 149,6 | 10,03 | 33,69 | 66,31 | |
| 19,00 | 133,7 | 8,96 | 42,65 | 57,35 | |
| 12,50 | 128,3 | 8,48 | 51,11 | 48,89 | |
| 9,50 | 48,2 | 3,23 | 54,34 | 45,66 | |
| 4,75 | 118,1 | 7,92 | 62,26 | 37,74 | |
| 2,00 | 116,6 | 7,81 | 70,07 | 29,93 | |
| 1,00 | 48,6 | 3,26 | 73,33 | 26,67 | |
| 0,425 | 83,1 | 5,57 | 78,90 | 21,10 | |
| 0,180 | 89,3 | 6,66 | 85,55 | 14,45 | |
| 0,063 | 43,4 | 2,91 | 88,46 | 11,54 | |
| fondo | 172,1 | 11,54 | 100,00 | - | |

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Mussa):

Mussa M

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

Tomai R

PAGINA:

1/2

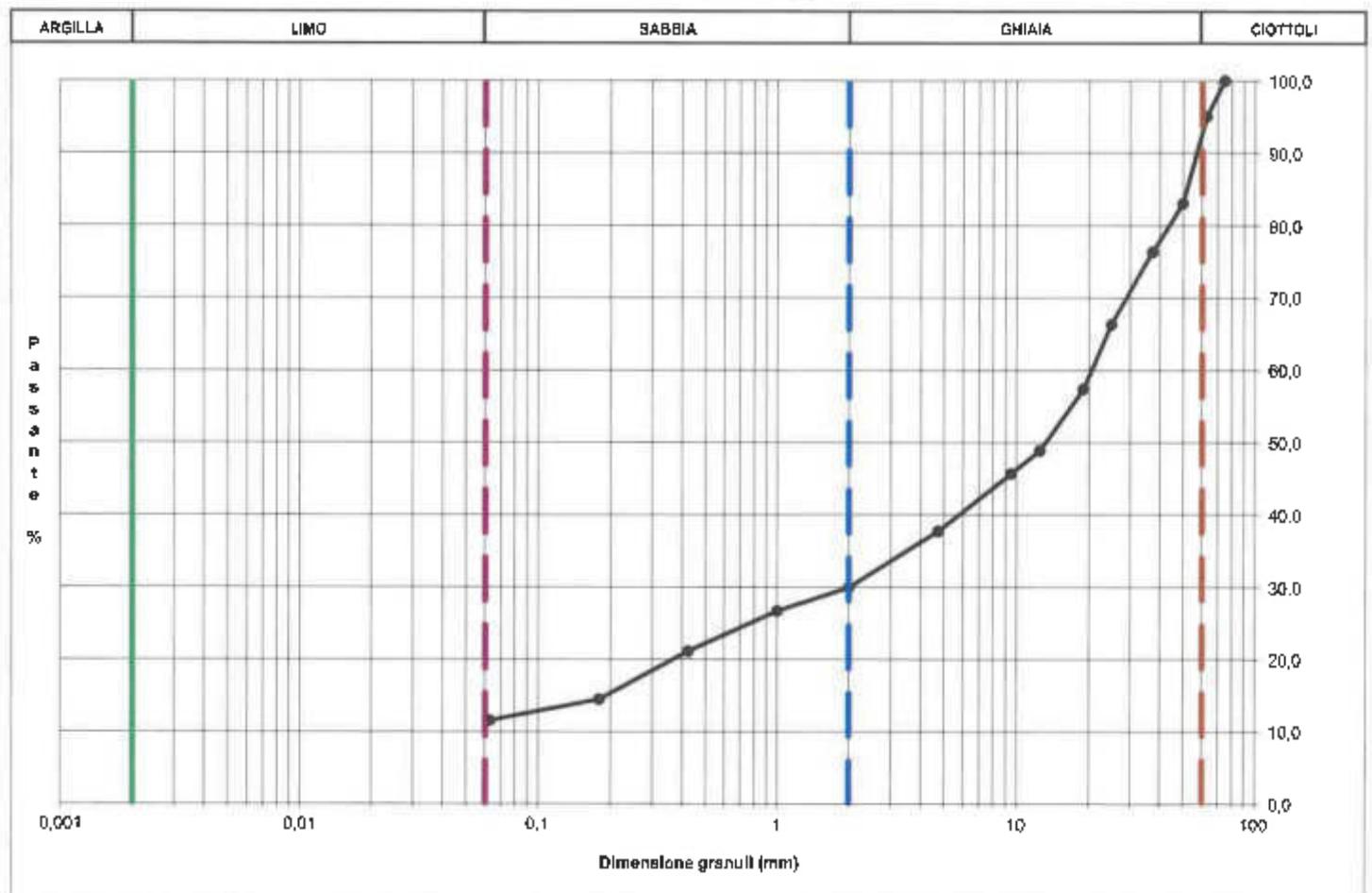
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

Certificato n. **07030/2842** Data emissione: **05/02/24** Archivio n.: **2842**
 Committente: **Sondeco S.r.l**
 Lavoro: **Cittadella dello sport - Cluster 1 - Via Nietzsche, Parco del Meisino - Torino**
Prove geotecniche di laboratorio

| | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE: | | Grado di qualità (AGI): Q2 | Apparecchiatura e strumentazione utilizzata |
| Sondaggio: | S2 | Codice provino: | 1 |
| Campione: | C5 | Ricevuto il: | 30/01/24 |
| Profondità (m): | 13,50-14,00 | Aperto il: | 31/01/24 |
| Tipa di terreno (AGI): | GHIAIA SABBIOSA LIMOSABBILOSA DEBOLMENTE CIOTTOLOSA | | |
| Data esecuzione prova: | 01-02/02/24 | | |

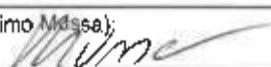
Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Massimo Motta):



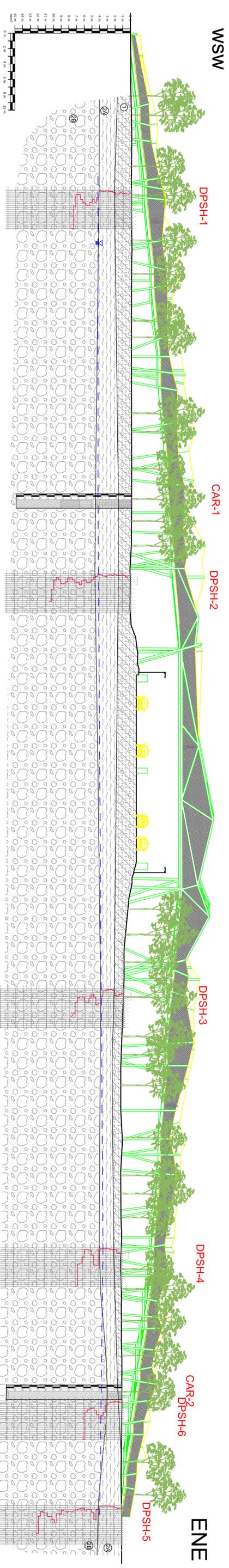
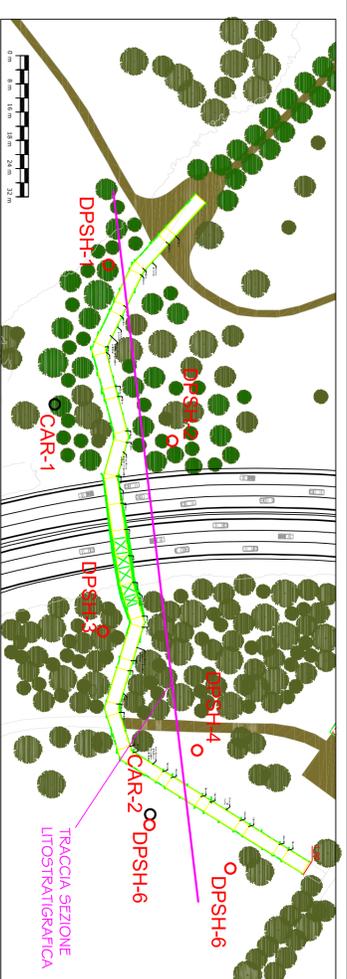
Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomal):



ALLEGATO 3 – SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

PARCO DELLO SPORT E DELL'EDUCAZIONE AMBIENTALE
CLUSTER 1 - CITTADELLA DELLO SPORT
ALLEGATO 3 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA
 (SEZIONE PROSPETTO TRATTO DA
 TAV. 33 ELABORATI GRAFICI PASSERELLA)

- LEGENDA:**
- ① TERRENI DI RIPORTO DA SABBIOSO-LIMOSI A SABBIOSO-GHIAIOSI, CONTENITI FRAMMENTI DI LATERIZI, MATTONI E CIOTTOLI, DA SCIOLTI A MEDIAMENTE ADDENSATI
 - ②A DEPOSITI ALLUVIONALI: SABBIE FINI O MOLTO FINI, CON LIMO O LIMOSE, TALORA ARGILLOSE/DEBOLMENTE ARGILLOSE E DEBOLMENTE GHIAIOSE, DA MOLTO SCIOLTE A SCIOLTE
 - ②B DEPOSITI ALLUVIONALI: GHIAIE CIOTTOLOSO-SABBIOSE, GHIAIE SABBIOSE DEBOLMENTE LIMOSE O DEBOLMENTE LIMOSO-ARGILLOSE E GHIAIE CIOTTOLOSO-SABBIOSO-LIMOSO-ARGILLOSE DA MEDIAMENTE ADDENSATE A MOLTO ADDENSATE
 - 1/2 — ANDAMENTO FALDA SUPERFICIALE (1/6/01/2024)



MSW

ENE