

PROGETTO

CENTRO PER L'EDUCAZIONE SPORTIVA ED AMBIENTALE MEISINO
Cluster 2 - Rigenerazione ex Galoppatoio

CLIENTE
Città di Torino
Dipartimento Manutenzioni e Servizi Tecnici
Divisione Manutenzioni
Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport

RUP/CP
Arch.Maria Vitetta

Dipartimento Grandi Opere, Infrastrutture e Mobilità
Divisione Verde e Parchi

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Determina D.D. N°5382 DEL 27/09/2023

SOCIETA' MANDATARIA / Coordinatore del Gruppo di Progettazione / Progettista



1AX srl
Via F.Crispi, 69
67051 - Avezzano (AQ)
info@1ax.it

PROGETTISTA IMPIANTI



Proimpianti srl
Via Garibaldi, 89
67051 - Avezzano (AQ)
c.granata@proimpianti.it

GEOLOGO

Dott. Geologo Andrea Piano
Via Provenzale 6
14100 - Asti
andrea@actispianogeologi.it

CONSULENTI

PAESAGGIO
Arch.Paesaggista Diego Colonna
AMBIENTE
Studio Biosfera - Dott. Biologo Gianni Bettini
Myricae s.r.l.- Dott. Agronomo Giordano Fossi
Dott. Agronomo Tommaso Vai

CUP CODICE OPERA
C13I22000080006 5057

FASE PROGETTUALE

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

Relazione Geologica

CODICE ELABORATO REL.SPEC.								DATA	SCALA
COD.LAVORO	FASE DI PROGETTAZIONE	AUTORE	AREA	LIVELLO	TIPO FILE	DISCIPLINA	N. DOCUMENTO	07/06/2024	
104-2	ESECUTIVO	1AX	GEN.		.docx	GEN.	07	REV. 01	

NOME FILE 7-104_2_ESE_5057_GEN-REL.SPEC.-7-01

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 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
 - 4.2 Indagini geognostiche pregresse (indagini in sito relative al Cluster 1; Banca Dati ARPA Piemonte)
- 5 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO
 - 5.1 Considerazioni generali
 - 5.2 Assetto locale
- 6 ASSETTO IDROGEOLOGICO
- 7 PROPRIETÀ FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI
- 8 ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE: CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE
- 9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

ALLEGATI

Allegato 1 – Note Tecnico-Esecutive indagine geognostica Cluster 2 con ubicazione indagini

Allegato 2 – Stralcio Note Tecnico-Esecutive indagine geognostica Cluster 1 – indagini geofisiche

Allegato 3 – Sezione litostratigrafica

1 PREMESSA

La presente relazione 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 2 – Rigenerazione ex Galoppatoio militare”.

In particolare il “Cluster 2” è riferito a un’area compresa tra via F. Nietzsche e le rive del Fiume Po, ove sono presenti le strutture dell’ex Galoppatoio militare in disuso, adiacenza all’area del Parco del Meisino, e si prevedono risanamenti strutturali e conservativi dei corpi di fabbrica esistenti, al fine di inserire le nuove funzioni didattiche di carattere naturalistico e di avviamento alla pratica sportiva. Si prevede di realizzare due nuovi manufatti, come due nuove “cascine” situate alla quota del piano primo dell’edificio principale, con funzione di spazi multifunzionali per attività didattiche legate alla scoperta degli elementi naturalistici del parco. Sull’impronta dei fabbricati con il parziale mantenimento degli impianti murari, vengono realizzate terrazze aperte sul paesaggio.

Per quanto riguarda gli edifici esistenti si opererà caso per caso secondo le condizioni dei singoli corpi; alcuni saranno parzialmente demoliti per mantenere solo gli elementi di pregio, altri saranno demoliti totalmente o recuperati totalmente.

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 le strutture oggetto di intervento o 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 2 e in relazione a quelle del Cluster 1.

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.

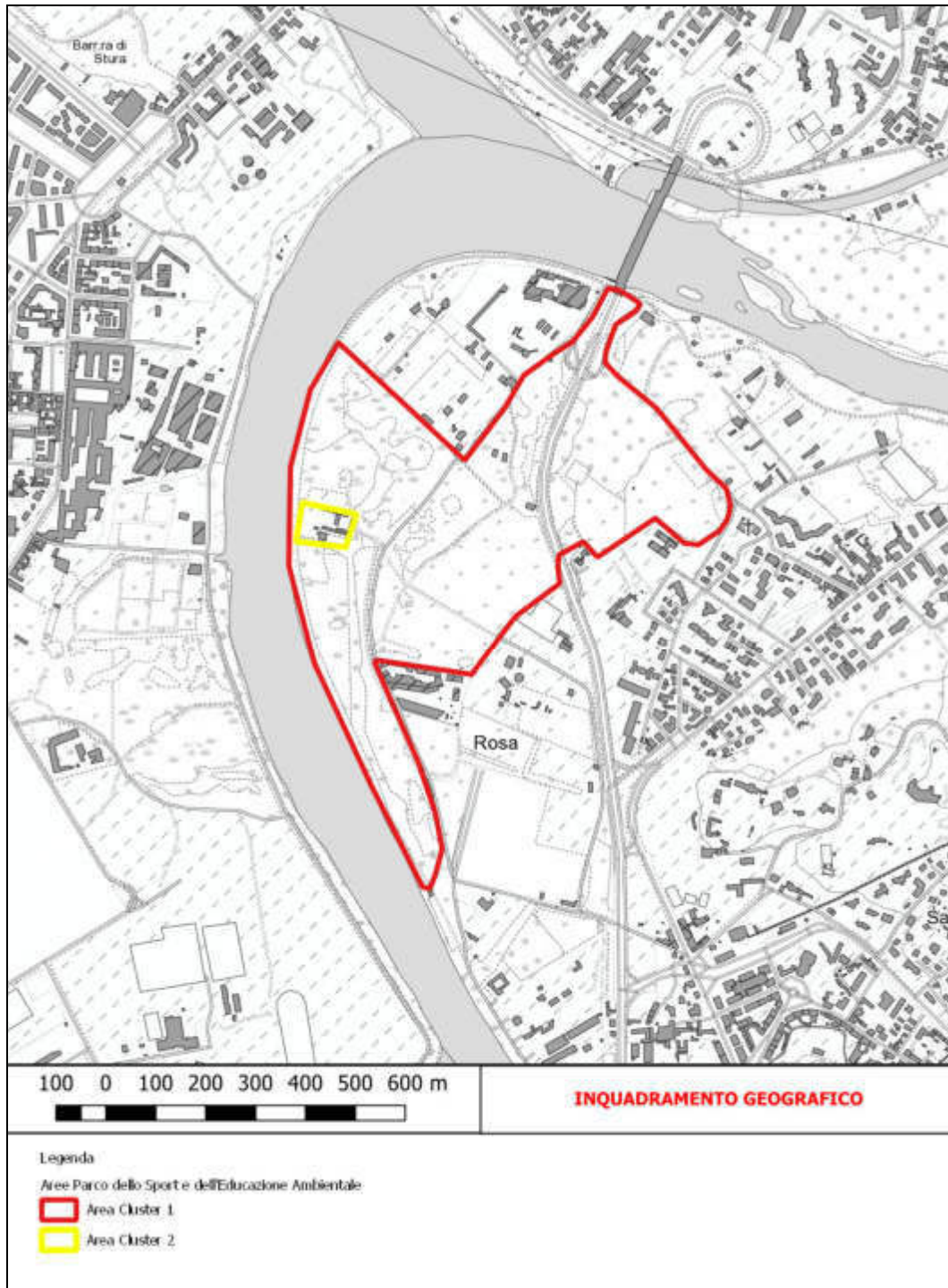


Figura 1-1: Inquadramento dell'area su estratto di cartografia BDRE



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 Stazione Appaltante ha conferito incarico alla ditta Sondeco s.r.l. di Torino per l'esecuzione di una indagine geognostica a fini geologico-geotecnici-geofisici.

La campagna di indagine eseguita, così come meglio dettagliata al cap. 4, ad integrazione delle indagini e prove eseguite presso il Cluster 1, è consistita nelle seguenti attività:

- n° 5 prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPSH;

In Allegato 1 a fondo testo si forniscono le Note tecnico-esecutive della campagna di indagini geognostiche così come predisposte dalla ditta incaricata (Sondeco s.r.l.), con ubicazione delle indagini eseguite su stralcio di immagine satellitare come individuate in accordo con il progettista strutturale.

2 NORME GEOLOGICHE D'USO DEI SUOLI

Il P.R.G.C. 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 aprile 2006 ed approvata dalla Regione Piemonte con D.G.R. N. 21-9903 del 27 ottobre 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 dell'ex galoppatoio militare, ricade in Classe IIIb4 (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."

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."

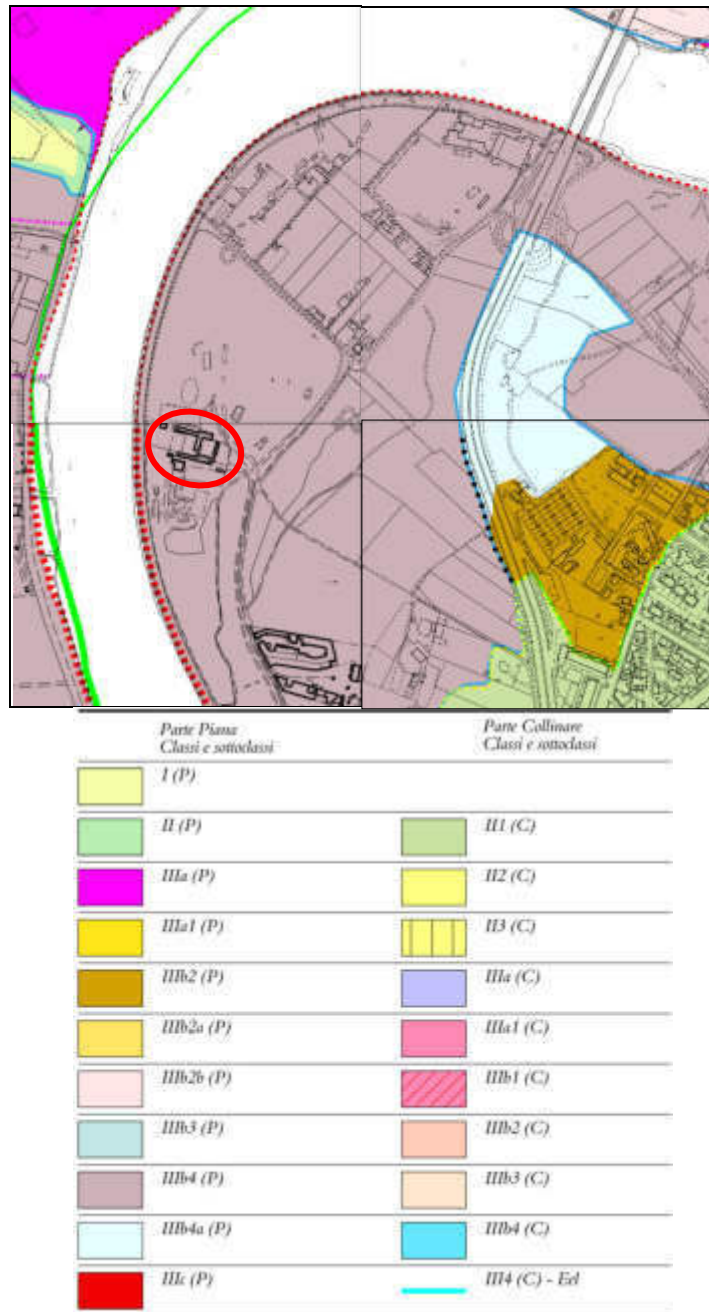


Figura 2-1: Progetto Definitivo di Variante Generale al PRG (variante n° 100 Geologica): Stralcio della "Carta di sintesi della pericolosità geologica e dell'ideoneità all'utilizzazione urbanistica (su base CTC)", (tavole 5b, 6, 9b, 10a); cerchiata in rosso l'area di ubicazione della passerella.

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 il sito dell'ex galoppatoio, 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".

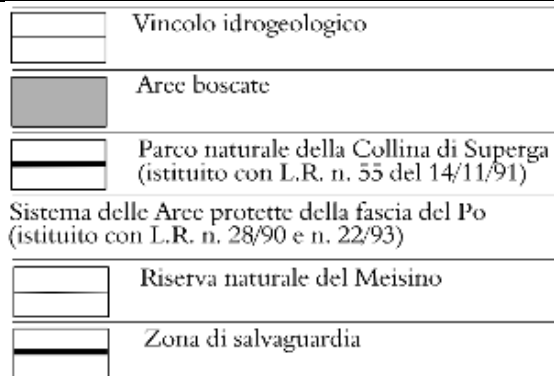
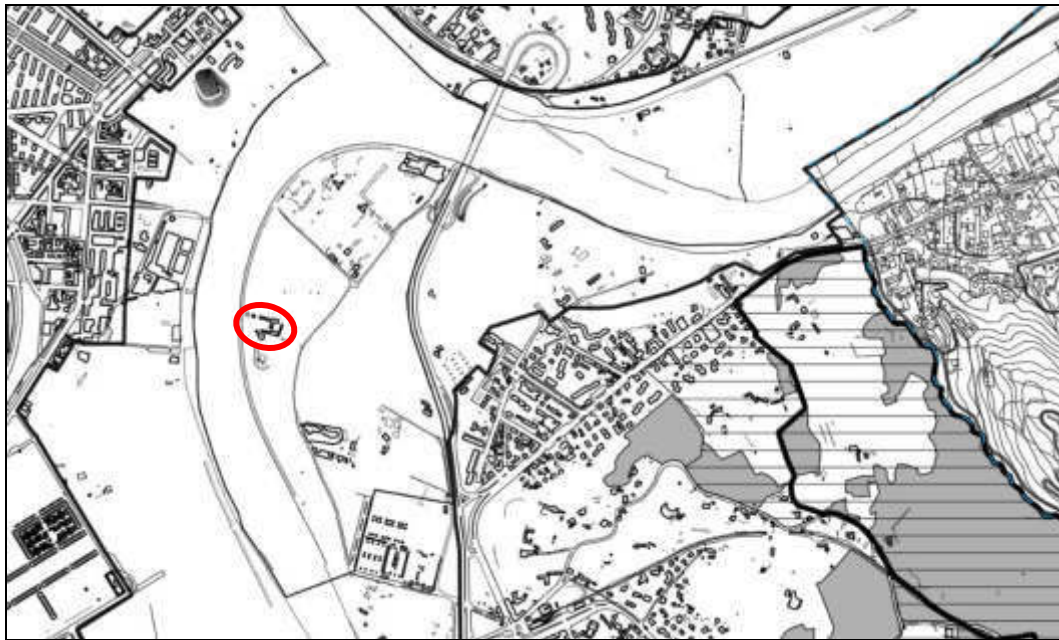


Figura 2-2: Stralcio dell'Allegato 6 al nuovo PRG – "Boschi e vincolo idrogeologico. Parchi regionali" e relativa Legenda.

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 costituito 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 Burdigaliani-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.

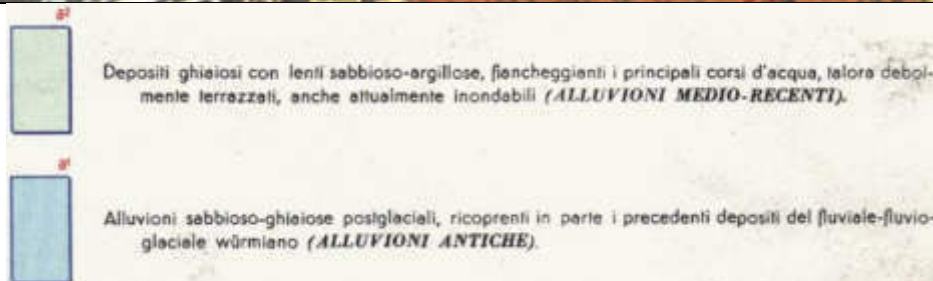
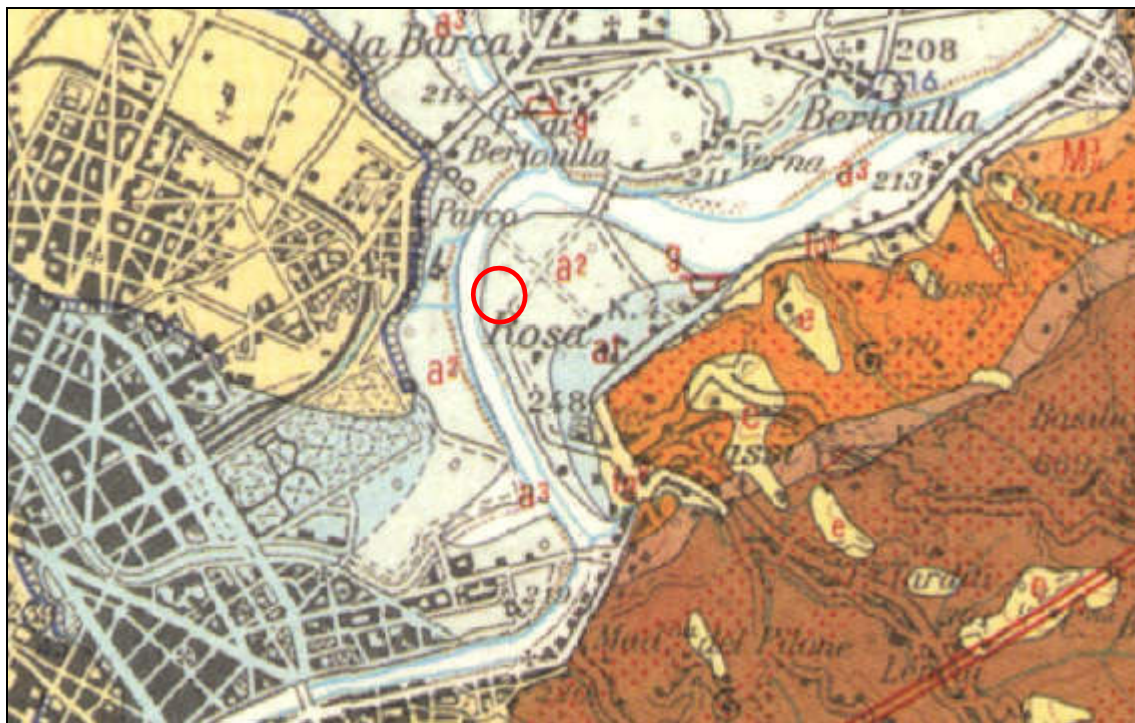


Figura 3.1-1: Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 56 "TORINO"; cerchiata in rosso l'area di studio.

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 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.)*”.

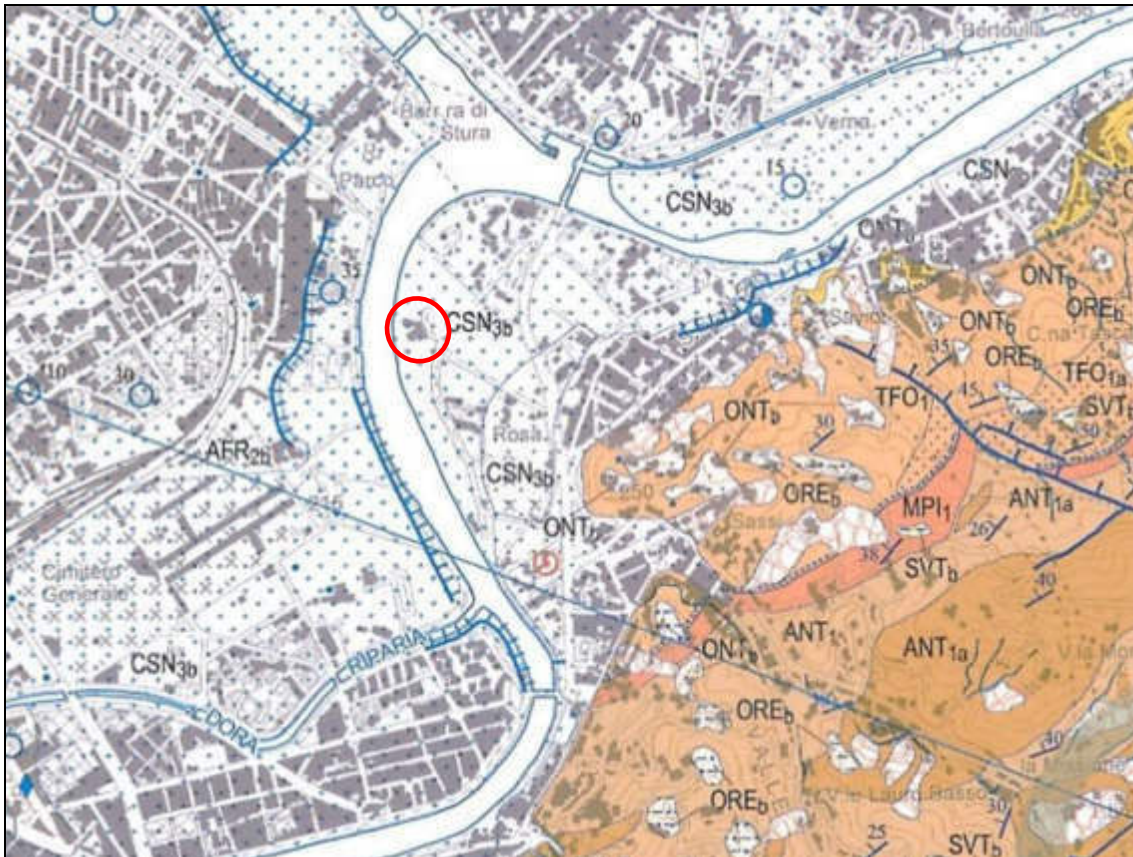


Figura 3.1-2: Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 - PROGETTO CARG, Foglio 156 "TORINO EST"; cerchiata in rosso l'area di studio.

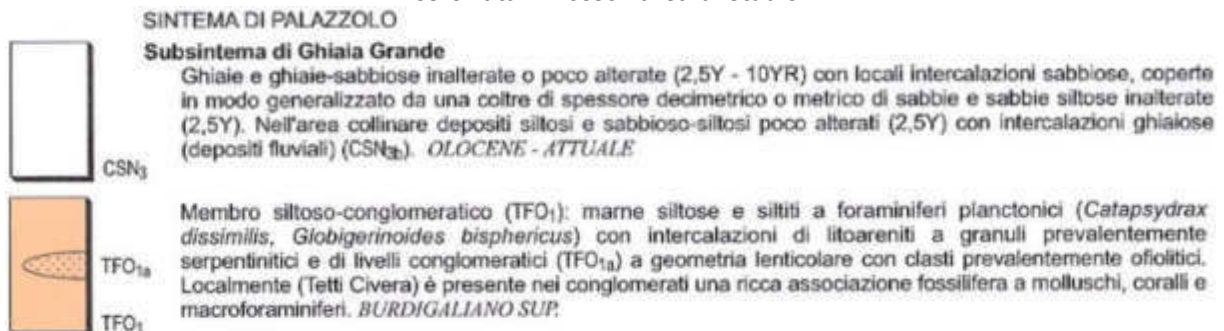


Figura 3.1-3: Estratto della Legenda della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – PROGETTO CARG, Foglio 156 "TORINO EST".

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).

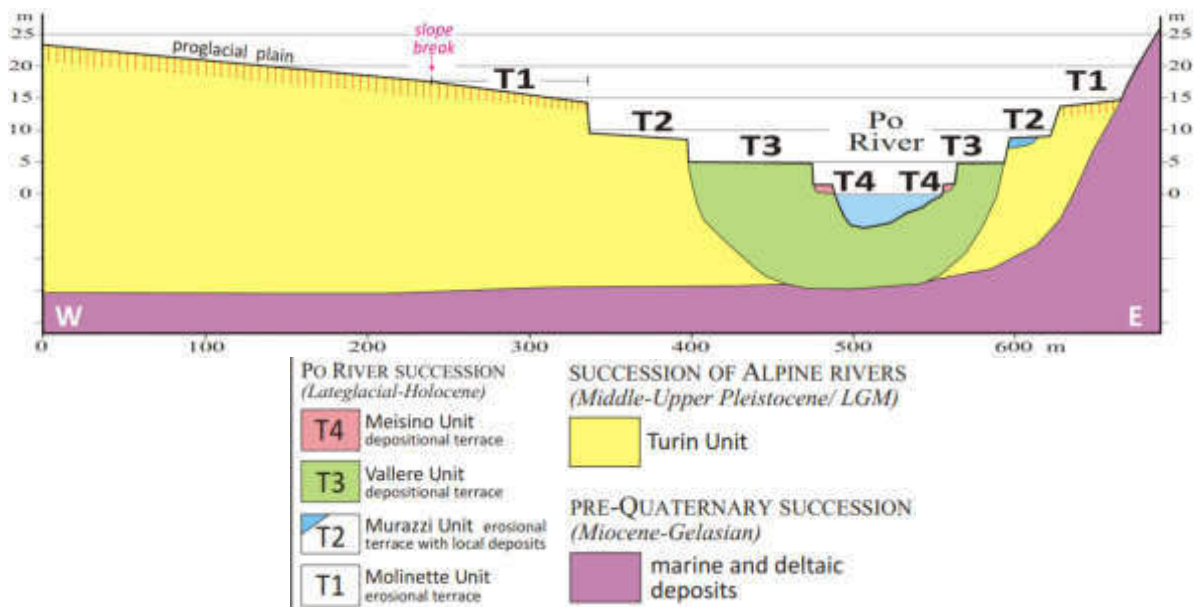


Figura 3.1-4: Sezione litostratigrafica schematica tratta da Forno et al. 2022, che illustra l'assetto litostratigrafico di massima del settore orientale della città di Torino. Legenda.

3.2 Assetto geomorfologico locale

L'area in cui sono ubicati gli interventi in progetto relativi al Cluster 2 – Rigenerazione ex Galoppatoio militare 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 strutture oggetto d'intervento, sono individuate tra l'alveo del F. Po e via F. Nietzsche a una distanza minima di circa 35-40 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.

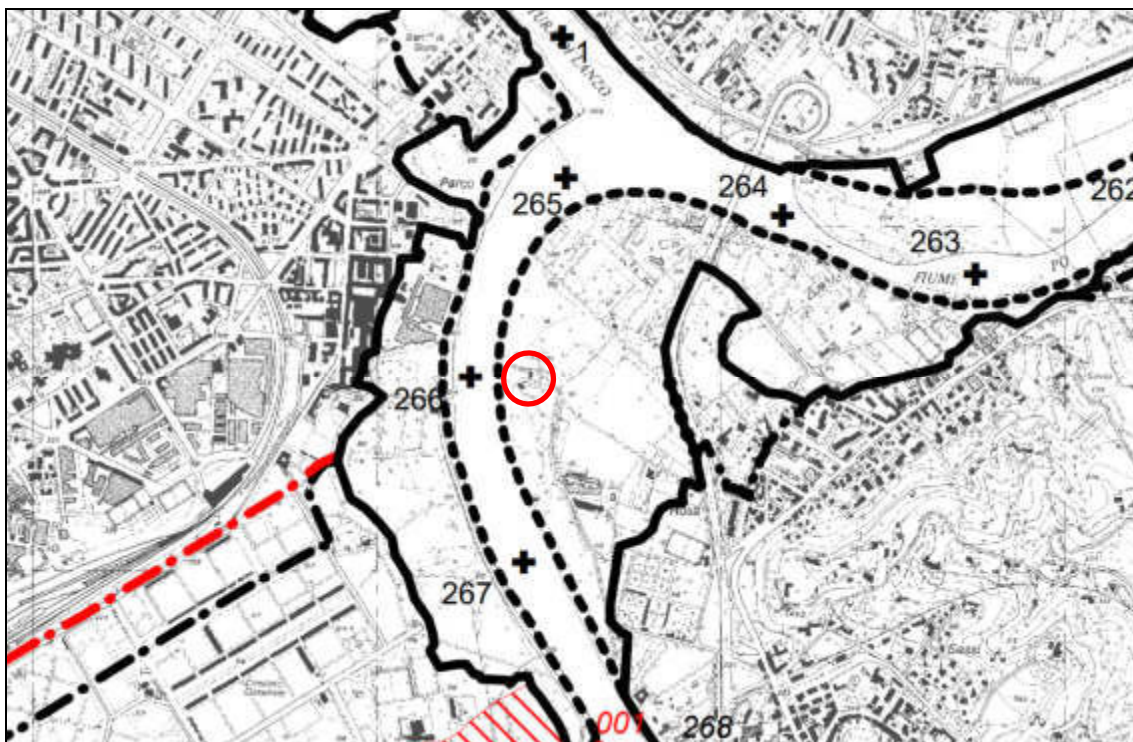
² Forno M.G., Gianotti F. (2020), *The Turin fluvial terraces as evidence of the new Holocene setting of the Po River*, Journal of Maps, DOI: 10.1080/17445647.2020.1768447

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 del F. Po tra la confluenza delle Dora Riparia e 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 quote di ca. 210-211 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 delle borgate Rosa e Sassi, 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 di seguito (cfr. fig. 3.2-1), inseriscono l'area in esame in Fascia B; 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".



LEGENDA

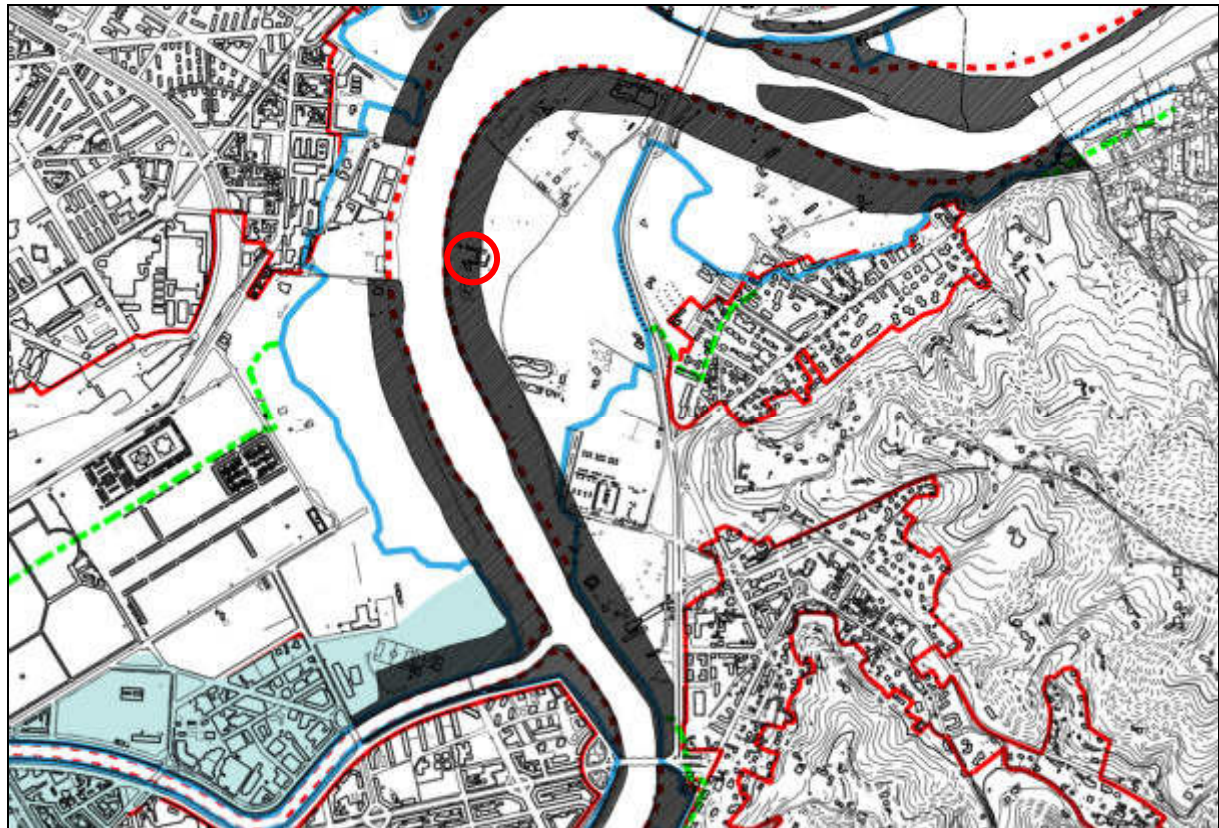
Delimitazione del PAI		Modifiche e integrazioni del Progetto di variante
-----	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B	-----
————	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C	————
- - - - -	limite (*) esterno della Fascia C	- - - - -
⊖⊖⊖⊖⊖	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C	⊖⊖⊖⊖⊖

Elementi conoscitivi	
Delimitazione del PAI	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 (solo per i corsi d'acqua per i quali è disposta la specifica autorizzazione)

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 dei settori classificati come "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 in parte all'interno della fascia di rispetto fluviale ai sensi art. 29, L.R. 56/1977 per io F. Po



Legenda

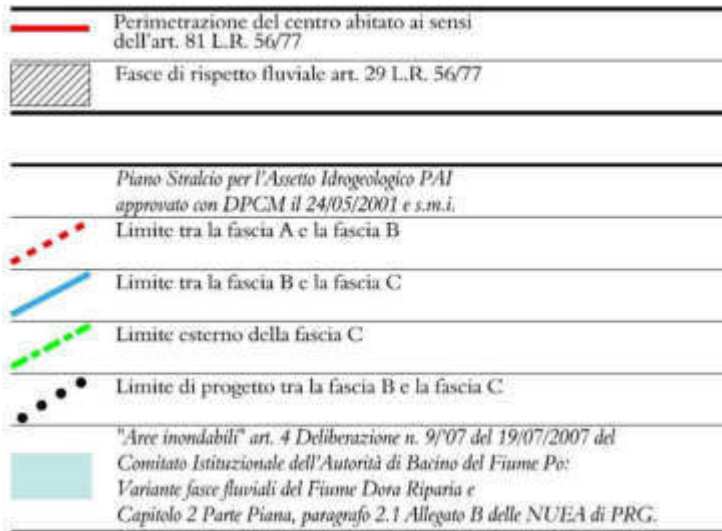


Figura 3.2-2: Estratto della Tavola n.7 Bis/DORA riportata dagli elaborati tecnici allegati al PRGC di Torino con legenda. Cerchiata in rosso l'area di ubicazione della passerella in progetto.

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 negli ultimi decenni il concentrico di Torino, si denota come l'area in oggetto sia stata lambita ma non raggiunta da acque di esondazione in occasione dell'Alluvione del 5-6 novembre 1994 (cfr. fig. 3.2-3), mentre è stata inondata in modo più diffuso in occasione dell'Alluvione del 13-16

ottobre 2000 (cfr. fig. 3.2-4) e dell'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 poco a monte del sito, nell'area tra il cimitero di Sassi e il F. Po, e non hanno coinvolto l'area in cui è prevista la realizzazione della passerella ciclopedonale in progetto.

In occasione dell'Alluvione 2000 l'area del Parco del Meisino è stata inondata in modo più diffuso, e il sito in oggetto è stato interessato da acque di esondazione "con deposito non classificato", mentre a E di via Don L. Sturzo 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.

Anche in occasione dell'Evento alluvionale del 2016 l'area del Parco del Maisino è stata coinvolta in parte da fenomeni di esondazione, in particolare nelle fasce più prossimali alla sponda destra del F. Po, e hanno coinvolto anche l'area in cui è prevista la realizzazione degli interventi in progetto presso l'ex galoppatoio, ove è segnalata un'"Area inondata/allagata".

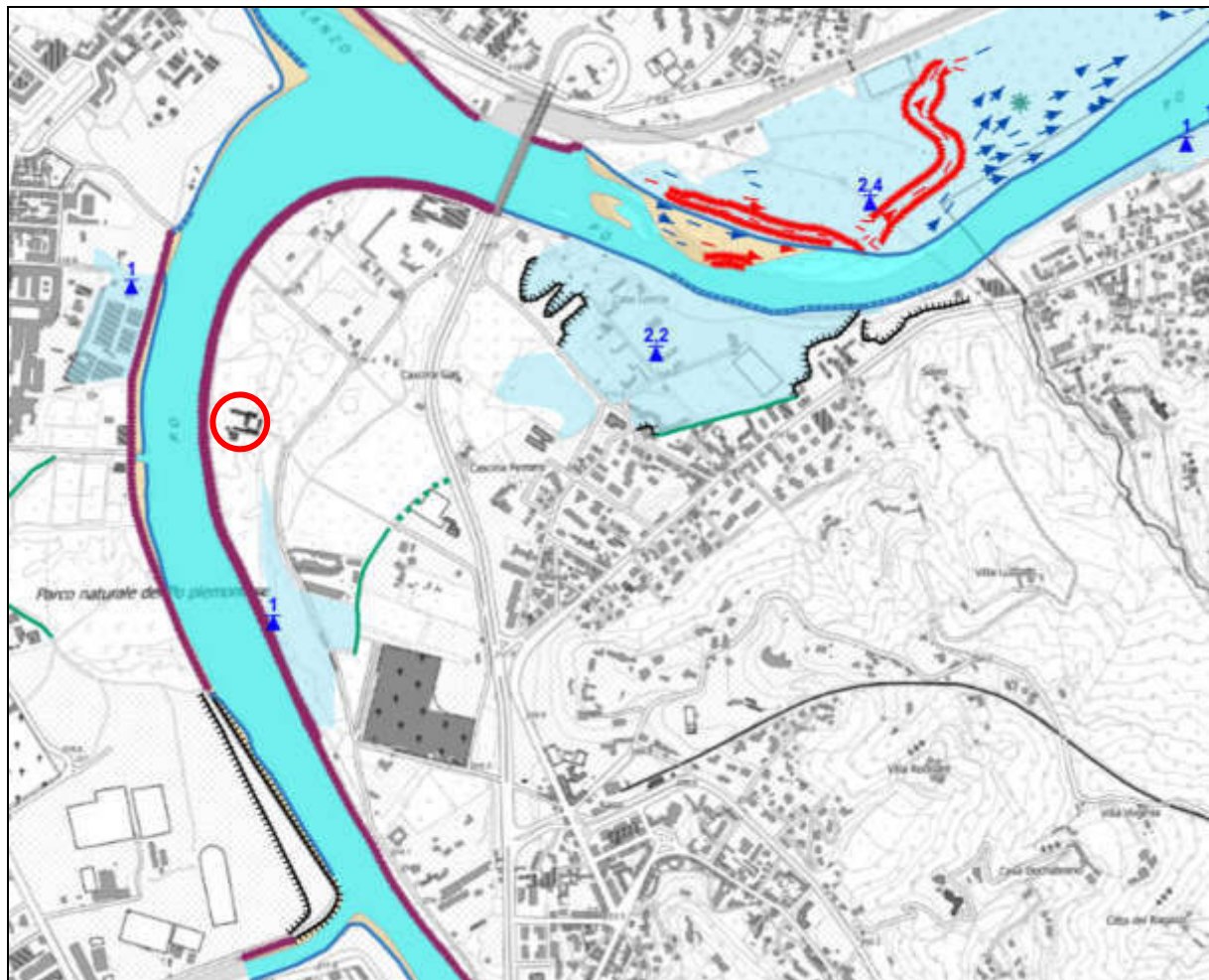


Figura 3.2-3: Cartografia geomorfologica con la banca dati dell'Alluvione 1994 che ha interessato in parte l'area di studio (tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte). Estratto della Legenda.

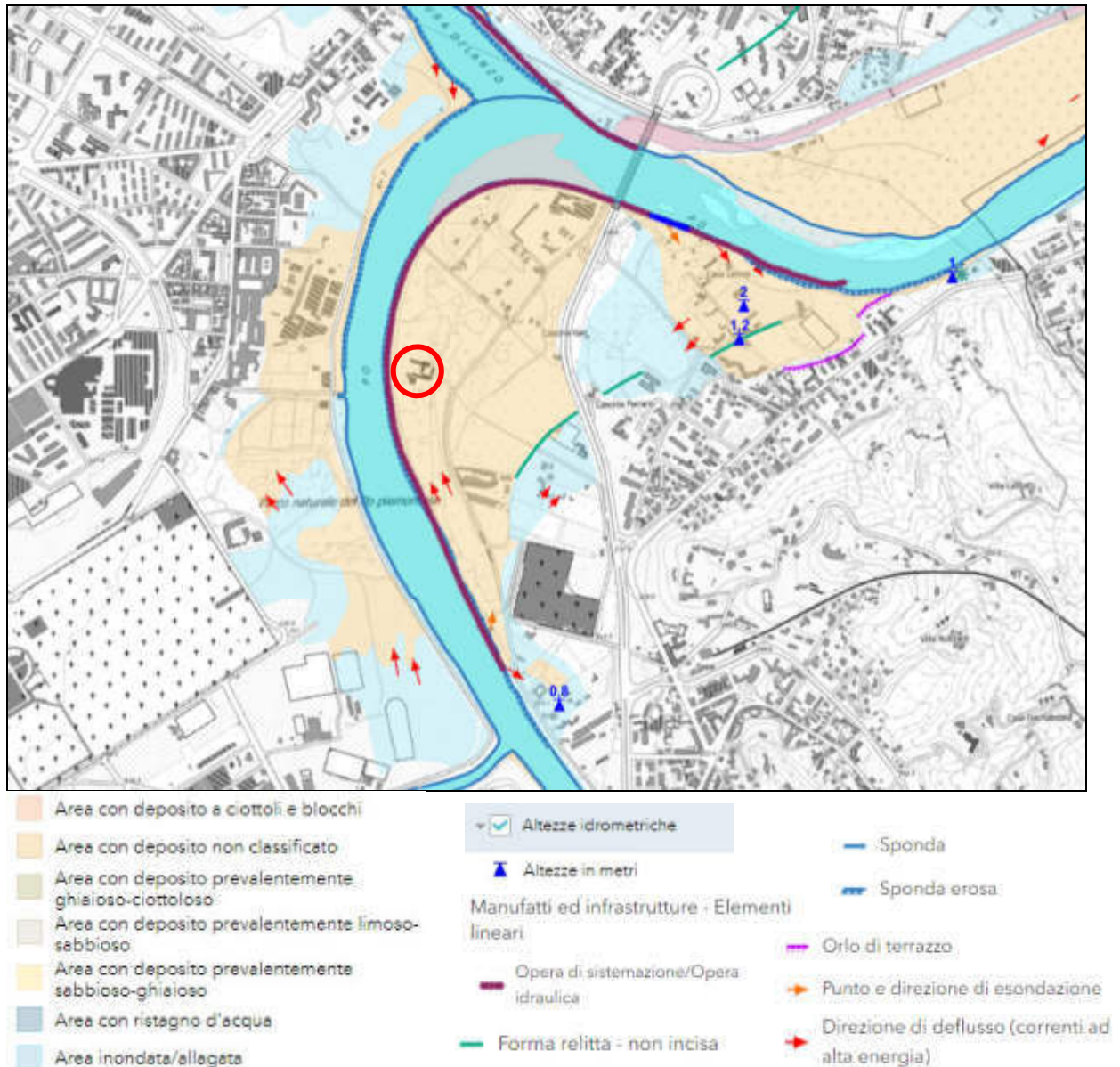


Figura 3.2-4: Cartografia geomorfologica con la banca dati dell'Alluvione 2000 che ha interessato l'area di studio (tratta dal Geoportale di ARPA Piemonte). Estratto della Legenda.

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 dell'ex galoppatoio oggetto degli interventi 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, a Est dell'area in oggetto, 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 dell'ex galoppatoio oggetto d'intervento.

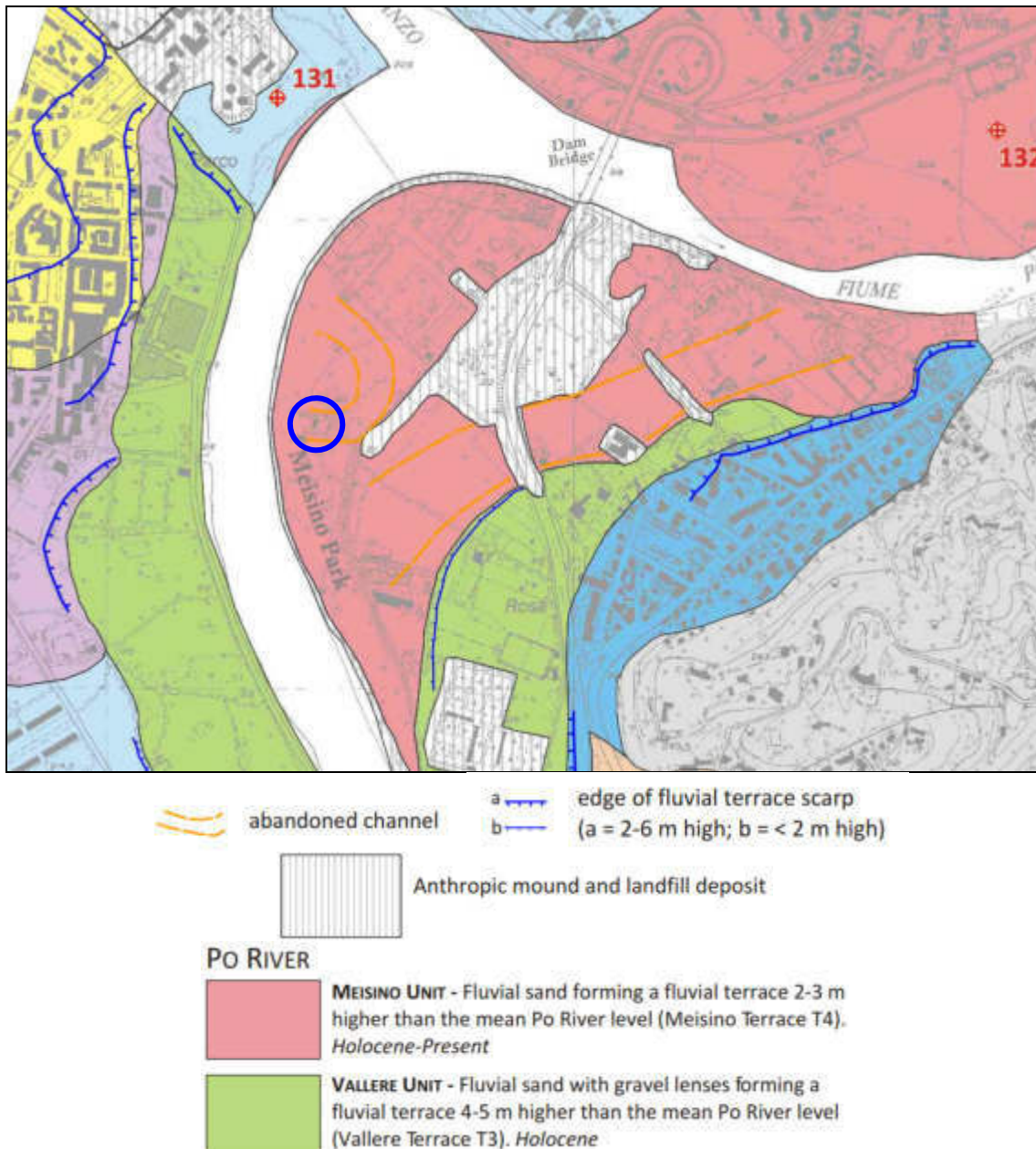


Figura 3.2-7: Stralcio della cartografia "Geology of the Po River terraces in the Turin town (Forno & Gianotti, 2019). Estratto della Legenda

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna di indagini geognostiche, dimensionata di concerto con il progettista strutturale e realizzata dalla ditta Sondeco s.r.l. di Torino sotto la D.L. dello scrivente, è consistita nella realizzazione delle seguenti indagini:

- n° 5 prove penetrometriche dinamiche continue super-pesanti (DPSH1, DPSH2, DPSH3, DPSH4, DPSH5);

Le risultanze delle indagini geognostica sono state illustrate e compendiate dalla ditta Sondeco s.r.l. nell'allegato fuori testo a titolo "Indagini Geognostiche - Note Tecnico-esecutive", predisposto in data 25/03/2024.

Gli allegati forniti a fondo testo sono i seguenti:

- Indagine geognostica – Note tecnico esecutive con ubicazione delle indagini geognostiche (Allegato 1);
- Stralcio Note tecnico esecutive indagini geognostiche Cluster 1: indagini sismiche (Allegato 2);
- la sezione geologica ricostruita sulla base delle risultanze delle indagini (Allegato 3);

4.1 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

In data 18 Marzo 2024 sono state eseguite n° 5 prove penetrometriche dinamiche con un penetrometro statico-dinamico super-pesante (DPSH) modello Pagani TG 63/100 in configurazione ISSMFE.

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.

DATI TECNICI			CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO "PAGANI 63/100" (CONFIGURAZIONE ISSMFE)	
Motore	Tipo	Benzina; 2 cil.; V	Peso massa battente	63.5 kg
	Potenza [HP (kW) - RPM]	16 (12) - 3600	Altezza di caduta libera	0,75 m
	Raffreddamento	Aria	Diametro punta conica	50,50 mm
Traslazione	Cingolato a trasmissione idrostatica	Cingolato Gommato	Area di base della punta	15.00 cm ²
	Velocità di traslazione [km/h]	0 ÷ 1.8	Angolo di apertura della punta	90°
	Pendenza Max %	25	Lunghezza delle aste	1,00 m
Pompa Idraulica	Numero di Pompe	2	Peso di 1 asta	6.31 Kg/m
	Max. pressione operativa [bar]	245	Avanzamento punta	0,20 m
Stabilizzatori	Numero	3	Numero colpi	N ₍₂₀₎
	Tipo	Idraulico	Lavoro specifico per colpo	167 KJ/m ²
			Norma di riferimento	ISSMFE

L'ubicazione delle prove è riportata nell'Allegato 1 e di seguito in stralcio

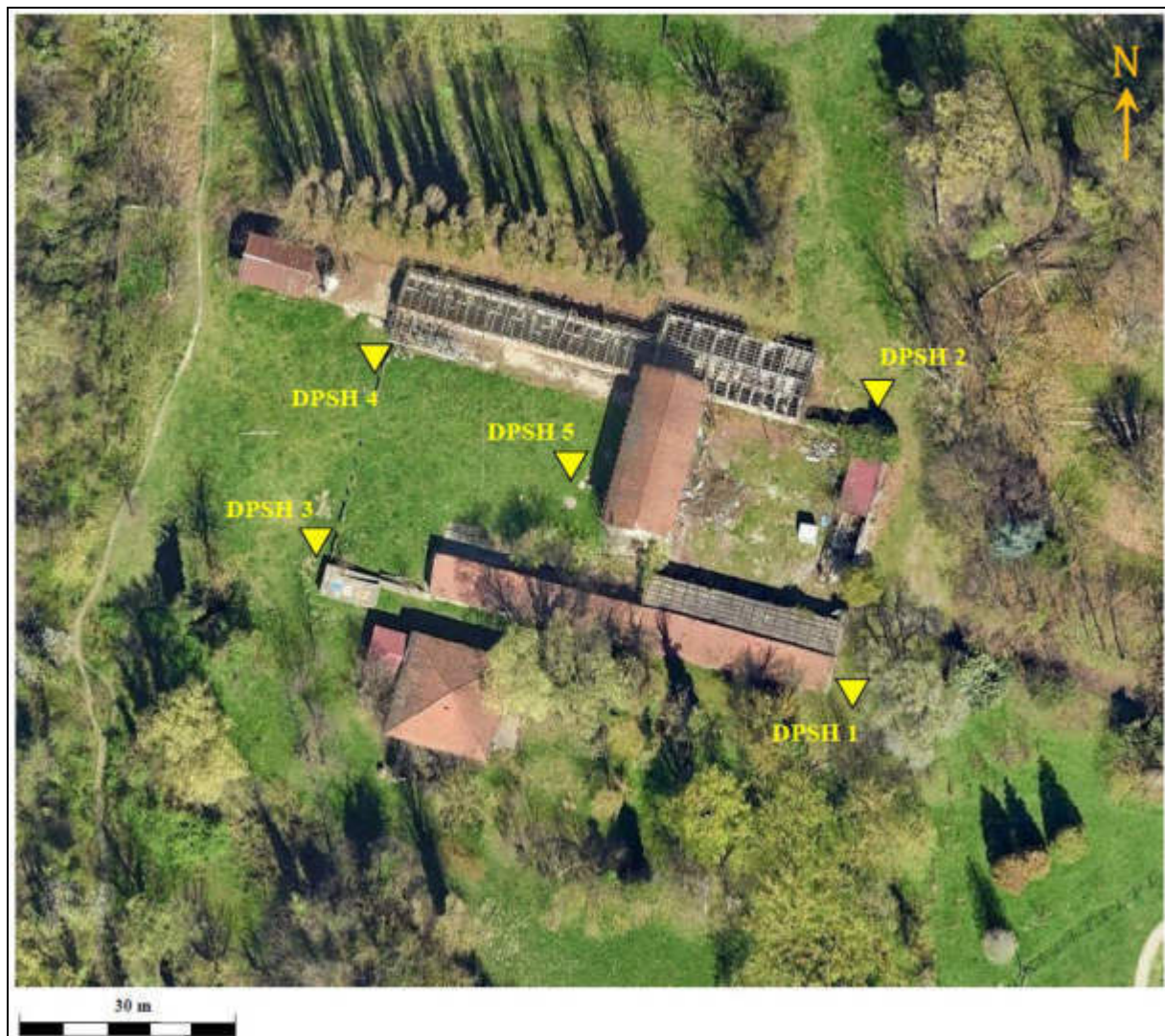


Figura 4.1-1: Ubicazione indicativa delle prove penetrometriche eseguite.

I valori di N_{30} misurati dal penetrometro (l'acquisizione del dato è stato fatto conformemente allo standard ISSMFE ogni 20 cm di avanzamento ogni 20 cm ma la sua restituzione grafica e tabellare è stata riferite ad un avanzamento di 30 cm) sono stati diagrammati e forniti nelle Note tecnico-esecutive dell'indagine geognostica in Allegato 1.



Figura 4.1-2: Documentazione fotografica delle prove penetrometriche eseguite.

4.2 Indagini geognostiche pregresse (indagini in sito relative al Cluster 1; Banca Dati ARPA Piemonte)

Si è inoltre presa visione delle altre prove e indagini eseguite nell'ambito della progettazione esecutiva relativa alla passerella ciclopedonale afferente al Cluster 1, e di dati bibliografici tratti dalla banca dati dello scrivente e dalla Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte, individuati nei dintorni del sito in oggetto.

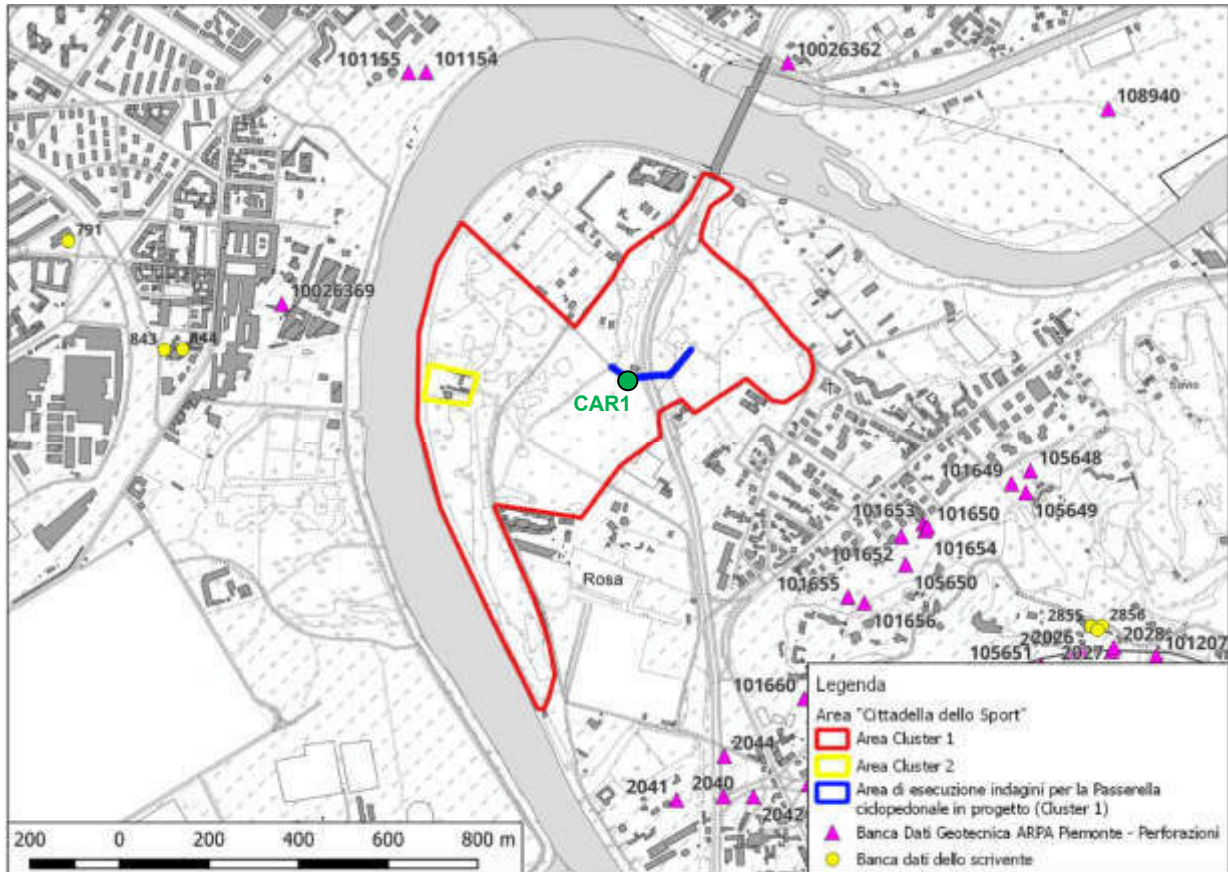


Figura 4.2-1: Ubicazione dati bibliografici presi in esame (freccette blu) dalla Banca Dati Geotecnica ARPA Piemonte con cerchiata in giallo l'area in esame.

Di seguito si riportano alcuni dati tratti dalla Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte individuati in un intorno significativo del sito dell'ex Galoppatoio militare oggetto della presente
 Di seguito si riporta inoltre il diagramma del sondaggio denominato CAR1, realizzato nella porzione più occidentale del sito di realizzazione della passerella ciclopedonale di cui al Cluster 1 del presente progetto di riqualificazione del Parco del Meisino.

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 a matrici silicee con livelli di ghiaie in livelli arenosi

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
57	TOBIANO	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 sabbiosa grossolana abbondante

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
1000001051-N5"-5307,00	TORINO	TO	
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
		25,00	

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
10026369	12,00	ghiaie con argilla molto compatta
10026369	15,00	ghiaie sabbie
10026369	18,50	ghiaie con strati di conglomerati
10026369	20,00	ghiaie adatte
10026369	28,00	ghiaietto misto
10026369	35,00	argilla compatta con fossili marini

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
1000001015-M6/2"-500	TORINO	TO	
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
		21,50	

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
10026362	1,00	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	matrici compatta

Figura 4.2-2: Stratigrafia semplificata sondaggi 2041, 101154, 108940 e 10026362 della Banca Dati ARPA Piemonte ubicati rispettivamente in prossimità del sito in oggetto.

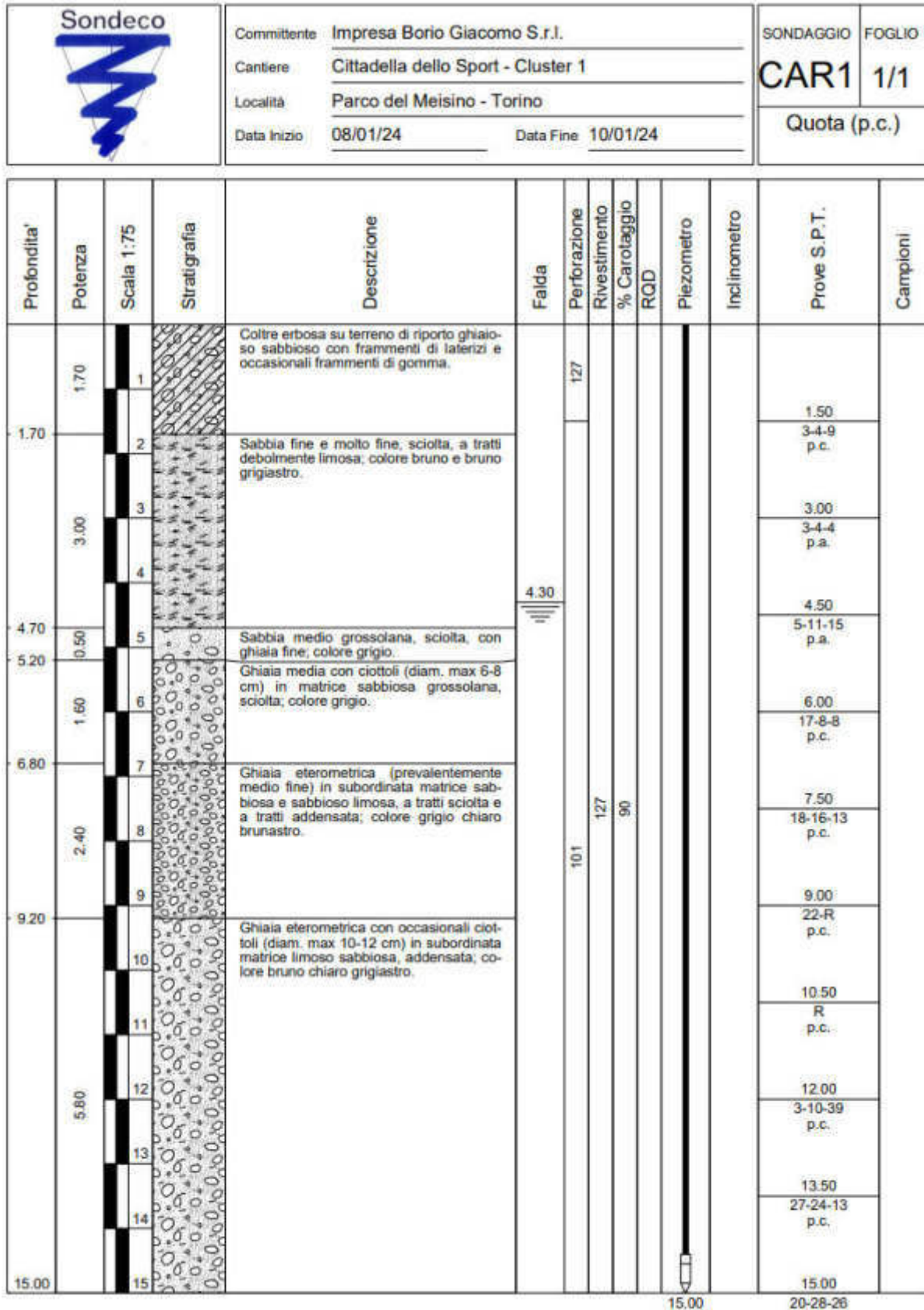


Figura 4.2-2: Stratigrafia sondaggio CAR1.

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).

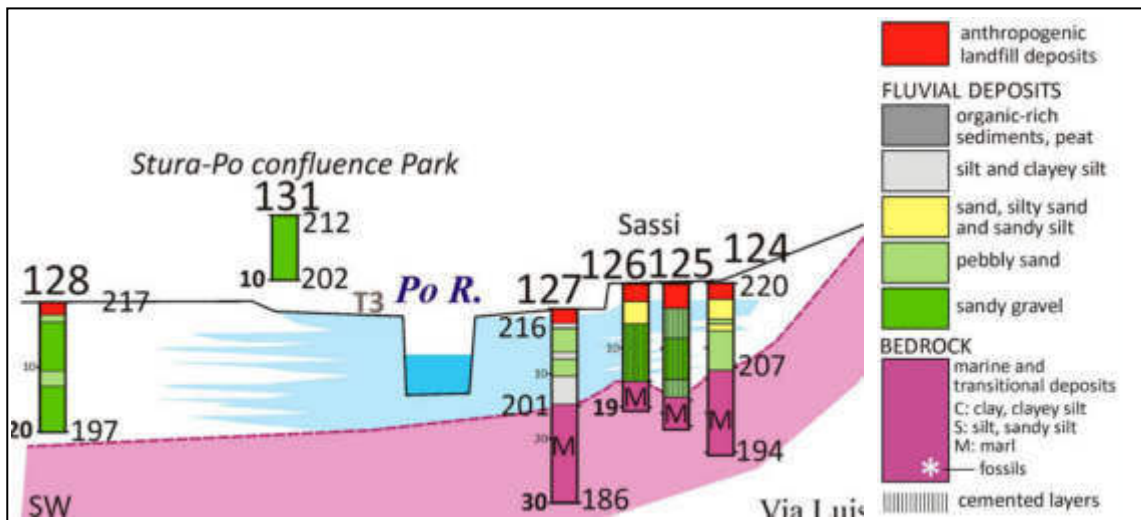


Figura 5.1-1: Sezione litostratigrafica schematica tratta da Forno & Gianotti (2020), che illustra l'assetto litostratigrafico di massima del settore nord-orientale della città di Torino. Legenda.

5.2 Assetto litostratigrafico locale

La ricostruzione litostratigrafica è stata eseguita in base alle risultanze dell'indagine geognostica eseguita, e in particolare in base alle prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH) realizzate presso il sito e mediante l'ausilio di dati litostratigrafici-geognostici reperiti in bibliografia e presso l'archivio personale dello scrivente, in particolare la stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo CAR1 (relativo alle indagini eseguite per il Cluster 1 presso il Parco del Meisino).

Si evidenzia che l'assetto litostratigrafico di seguito descritto è in parte conseguente all'antropizzazione del sito, che ha comportato presumibilmente livellamenti, sbancamenti e riporti connessi con la realizzazione delle strutture esistenti oggetto d'intervento.

L'indagine geognostica (costituita in particolare dalle prove penetrometriche sito specifiche), anche sulla scorta dei dati bibliografici, ha evidenziato nell'area indagata la presenza in superficie, con una sottile copertura di terreno vegetale, di depositi alluvionali e materiali di riporto / rimaneggiati costituiti da sabbie fini o molto fini, con limo o limose, talora debolmente argillose, contenenti talora ghiaie e frammenti antropici, *matrix supported*, da molto sciolte a sciolte (**Complesso 1**). Tali materiali sono stati rinvenuti tra il p.c. e profondità di circa 1,5-2,0 m da p.c.

Al di sotto di tali materiali si rinvengono i depositi alluvionali (fluviali) rappresentati presumibilmente nella porzione sommitale dal margine della superficie terrazzata più recente di depositi del F. Po (Unità del Meisino di Forno et al., olocenici-attuali), rilevata di pochi metri sull'alveo attuale, e presumibilmente dai sottostanti depositi alluvionali-fluvioglaciali pleistocenici-olocenici, costituiti da alternanze di sabbie e sabbie fini limose o argillo-limose e di livelli di sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose debolmente limose o limoso-argillose talora con ciottoli; il grado di addensamento va da sciolto ad addensato (**Complesso 2**). Tali materiali possono frequentemente presentare rifiuto alla penetrazione dovuto alla presenza di clasti più grossolani e/o orizzonti maggiormente addensati (o parzialmente cementati) come registrato in 4 delle 5 prove realizzate a profondità comprese tra i 7 ed i 9 m (ed in particolare alla profondità costante di 7 m di profondità nelle prove 3, 4 e 5 realizzate nella porzione centro-occidentale del sito).

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 del territorio di pianura della Regione Piemonte della pubblicazione del DST dell'Università di Torino (2004), si osserva come, nell'area di studio (Cluster 2), la falda superficiale sia indicata ad una quota di circa 208-209 m s.l.m. con una soggiacenza media di circa 3÷4 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.

Relativamente alle indagini realizzate per il Cluster 1, si sono eseguite misure piezometriche nel piezometro installato nel sondaggio CAR1 e in alcune delle verticali penetrometriche, che hanno mostrato nel periodo 10/01-04/04/2024 soggiacenze di circa 3,8÷4,3 m dal p.c. a W di via Don L. Sturzo e di circa 2,3÷2,4 m dal p.c. a E di via Don L. Sturzo, ove la quota del p.c. è relativamente inferiore rispetto al settore a W.

Per quanto riguarda le 5 verticali penetrometriche indagate in data 18 Marzo 2024, in estrazione le aste hanno mostrato umidità e la presumibile soggiacenza della falda a circa 3-4 m di profondità.

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

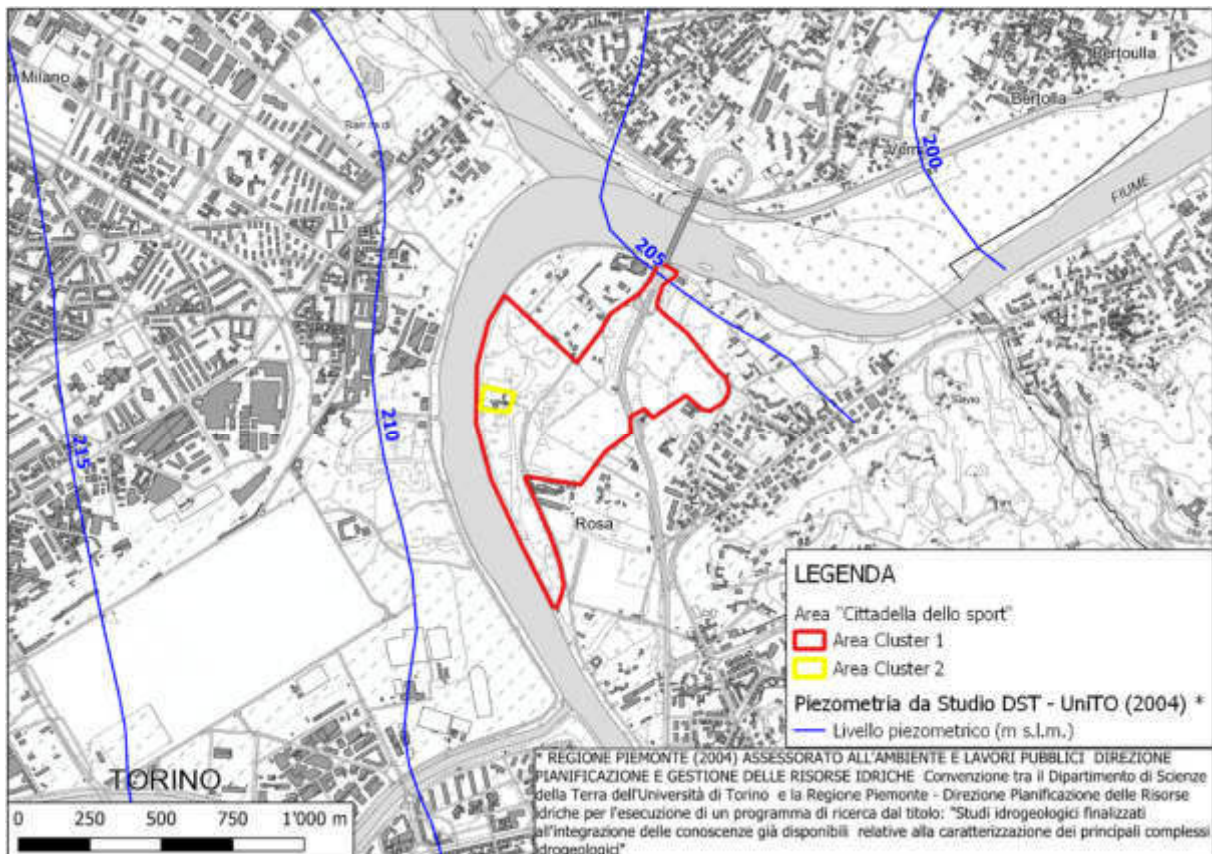


Figura 6-1: Stralcio della carta piezometrica della falda superficiale dello studio DST dell'Università di Torino (2004), in blu le isopieze con valore del relativo livello piezometrico

7 PROPRIETA' FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI

Si fornisce di seguito il range di variazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni così come ricavate dall'elaborazione ed interpretazione delle indagini eseguite. Tale caratterizzazione (come l'assetto litostratigrafico definito in precedenza) dovrà essere puntualmente verificata (e se del caso modificata) in sede esecutiva.

Si ricorda che la scelta del valore caratteristico ai fini progettuali avverrà in due fasi:

- identificazione del parametro geotecnico appropriato ai fini progettuali;
- valutazione del valore caratteristico del parametro;

La scelta dei valori caratteristici è pertanto da derivarsi da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato (vedasi a tale proposito gli indirizzi e prescrizioni delle NTC 2018 circa i concetti di resistenze compensate e non compensate in relazione al riferimento a valori cautelativi medi o minimi dei parametri geotecnici)

COMPLESSO 1 – Terreno vegetale, depositi alluvionali e materiali di riporto / rimaneggiati

sabbie fini o molto fini, con limo o limose, talora debolmente argillose, contenenti talora ghiaie e frammenti antropici da molto sciolte a sciolte

Profondità	da p.c. a 1,5-2,0 m dal p.c. ca.
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 1,7 \div 1,9 \text{ t/mc}$
Angolo di res. al taglio	$\phi = 23^\circ \div 27^\circ$
Coesione efficace	$c' \approx 0 \text{ kPa (cautelativo)}$
Modulo elastico	$E_s = 2 \div 4 \text{ MPa}$

COMPLESSO 2B - Depositi fluviali - fluvioglaciali pleistocenici - olocenici

alternanze di sabbie e sabbie fini limose o argillo-limose e di livelli di sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose debolmente limose o limoso-argillose talora con ciottoli da sciolte a mediamente addensate

Profondità	da 1,5-2,0 m a 10,0 m dal p.c.
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 1,9 \div 2,1 \text{ t/mc}$
Angolo di res. al taglio	$\phi = 27^\circ \div 31^\circ$
Angolo di res. al taglio a vol. costante	$\phi_{cv} = 25^\circ \div 27^\circ$
Coesione efficace *	$c' \approx 0 \text{ kPa (cautelativo)}$
Modulo elastico	$E_s = 5 \div 15 \text{ MPa}$

Si rammenta inoltre:

"La caratterizzazione geologico-stratigrafica ma soprattutto quella geotecnica dei materiali di origine fluviale e fluvioglaciale presenti nel sito in esame non risulta agevole in quanto i materiali sabbioso-ghiaiosi non sono campionabili allo stato indisturbato, se non ricorrendo a tecniche di congelamento in sito troppo costose, complesse e non necessarie nel caso in esame. Conseguentemente lo stato iniziale rappresentato dall'indice dei vuoti e dalla densità relativa può essere determinato solo in modo indiretto ricorrendo all'impiego di correlazioni empiriche. Tuttavia, in generale, le correlazioni empiriche più ricorrenti e disponibili nella letteratura per l'interpretazione delle prove dinamiche SPT non sono direttamente applicabili ai terreni ghiaiosi. Inoltre, nel caso in esame, il ricorso alle prove penetrometriche dinamiche SPT risulta problematico in quanto tali prove forniscono valori a rifiuto, a causa dell'elevato grado di addensamento dei terreni e della presenza della ghiaia e di livelli cementati." (Prof. Dott. Ing. Giovanni Barla et alii., Politecnico di Torino, Ottobre 2012)"

Tale affermazione avanzata da Prof. Barla all'interno della "Analisi e Verifica delle condizioni di Esercizio in Sicurezza del Palazzo Uffici Provinciali di Corso Inghilterra, 7 tenuto conto del Centro Direzionale di Intesa Sanpaolo" è completamente condivisibile e estendibile al sito in esame.

8 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).

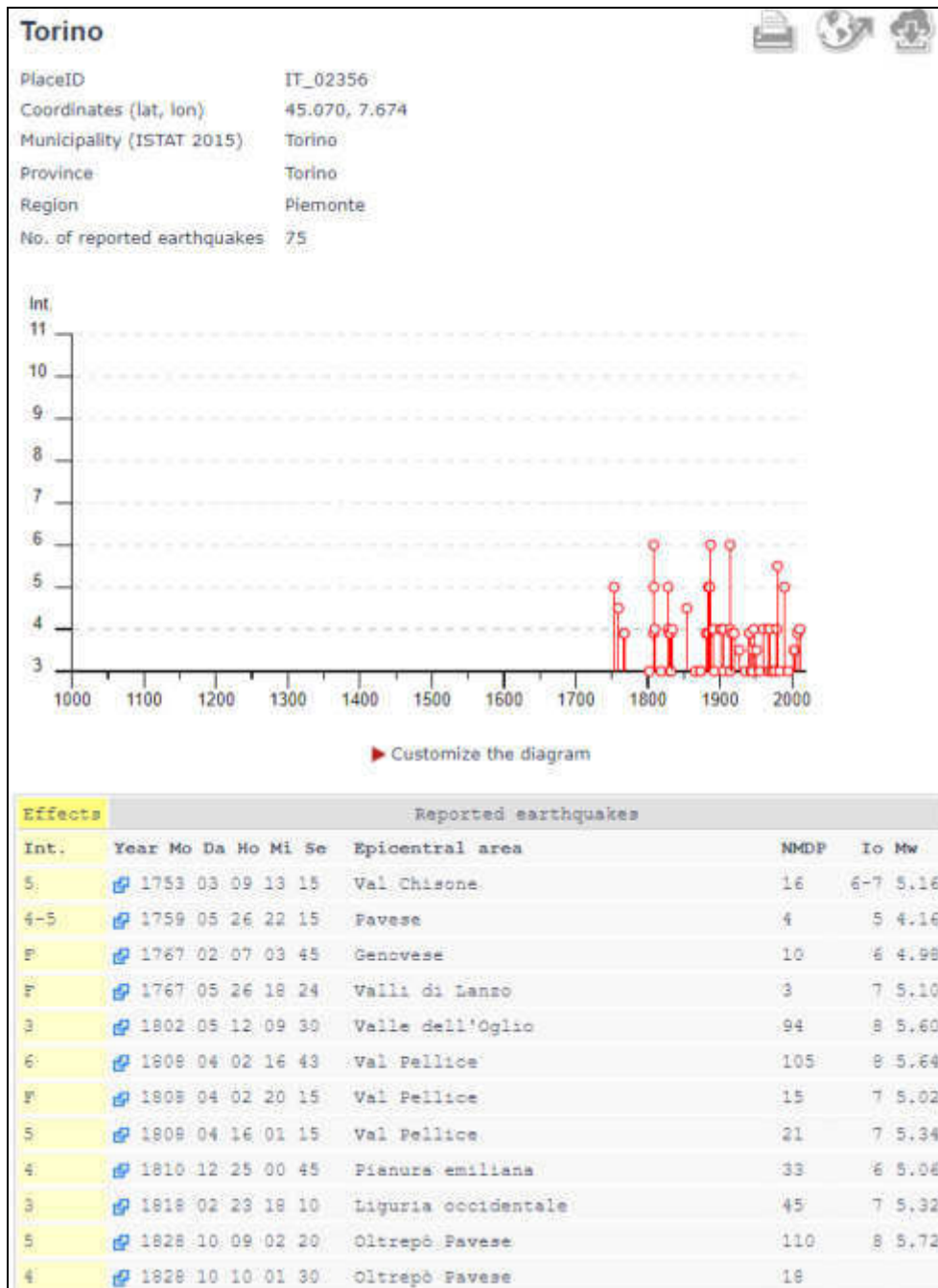


Figura 8-1a: Stralcio "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15 - Versione 4.0) in riferimento a Torino (TO), in cui vengono riportati in ordine cronologico i primi eventi registrati.

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 8-1b: 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 8-1c: 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.

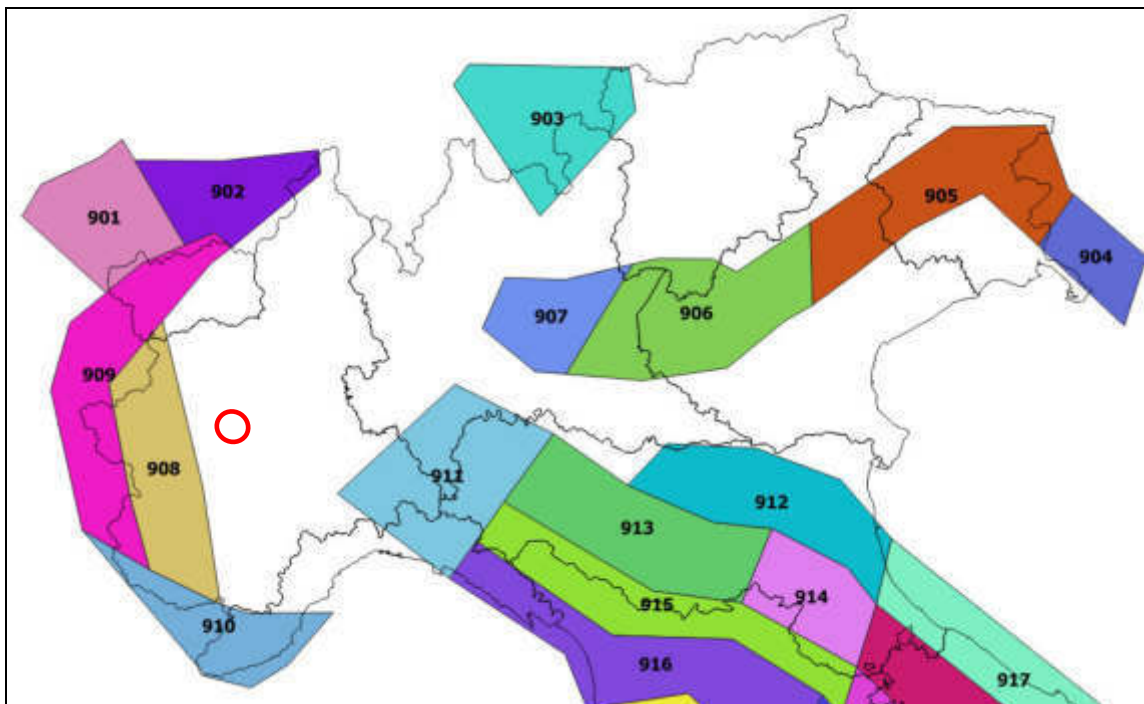


Figura 8-2: Sovrapposizione Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV) con limiti amministrativi regionali (ISTAT); cerchiata in rosso l'area in esame.

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.

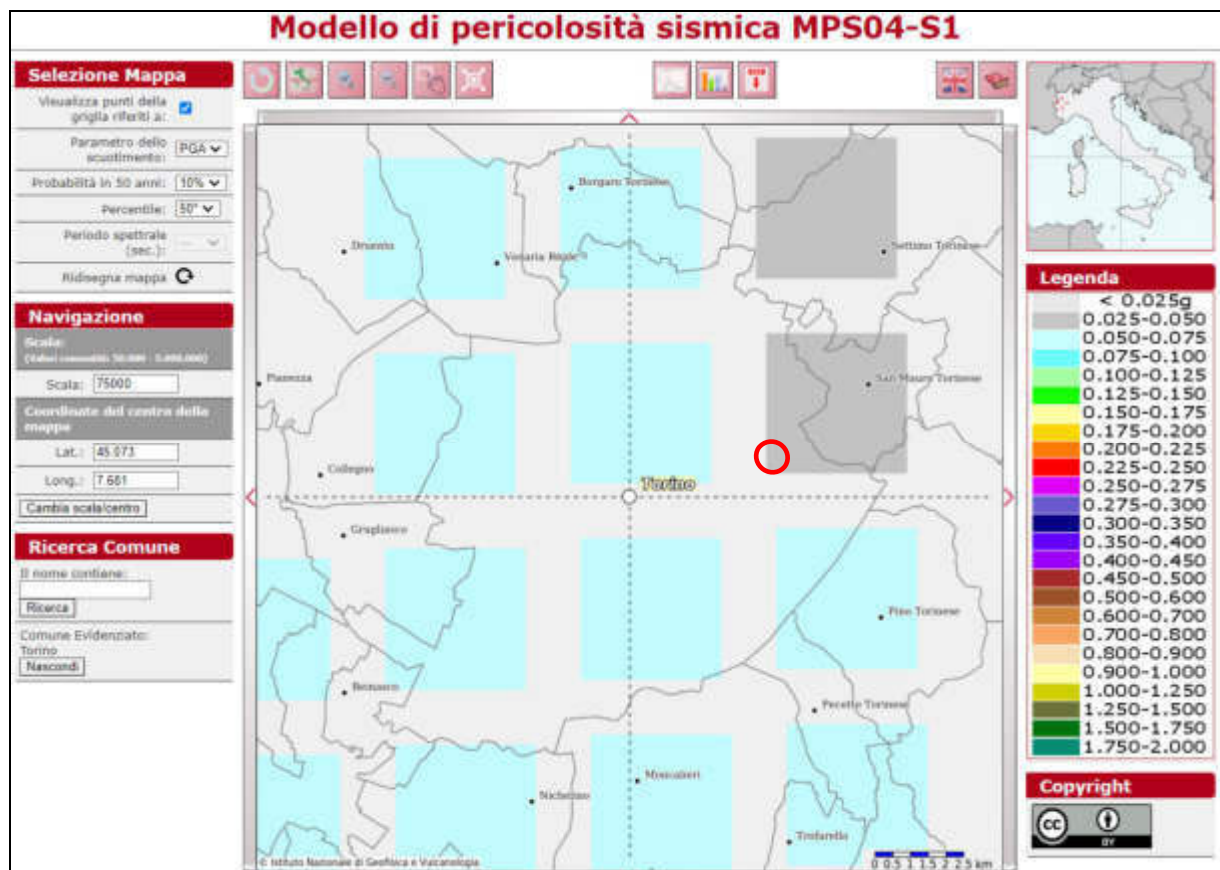


Figura 8-3: Estratto "Mappe interattive di pericolosità sismica" elaborate dall'INGV per il sito in esame.

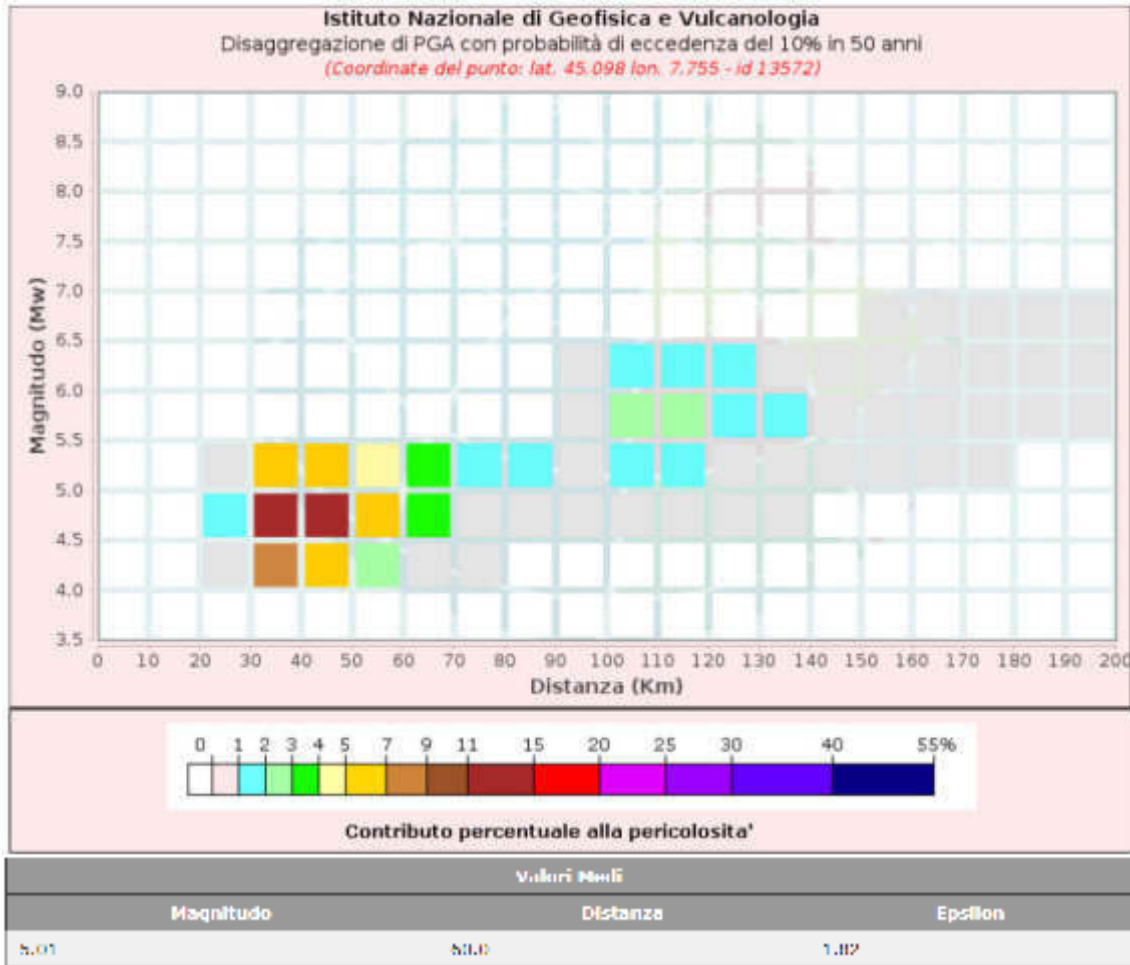


Figura 8-4: Estratto "Mappe interattive di pericolosità sismica" elaborate dall'INGV per il sito in esame: Disaggregazione di PGA; sintesi valori medi.

8.1 Pericolosità sismica

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.

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

Nel caso in esame, stante le informazioni fornite dal progettista strutturale Ing. Nicolì si è assunta una vita nominale dell'opera V_N di 50 anni (opere ordinarie) e classe d'uso II ($C_U = 1,0$), risultando 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. 3.2.1 – 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. 45.08836
 Long. 7.72192

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	2.601	0.168
50	0.027	2.601	0.190
72	0.031	2.642	0.205
101	0.034	2.666	0.217
140	0.037	2.680	0.228
201	0.041	2.690	0.242
475	0.052	2.755	0.271
975	0.060	2.805	0.291
2475	0.073	2.898	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.

Relativamente alla definizione della categoria del sottosuolo, è possibile utilizzare i dati delle indagini geofisiche eseguite per la progettazione della passerella ciclopedonale afferente al Cluster 1 (in sito immediatamente attiguo e in terreni analoghi) in data 16 gennaio 2024, costituite da:

- n° 2 stendimenti sismici MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) con passo tra i geofoni di 2 m;
- n° 2 prove sismiche puntuali HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) eseguite all'incirca in prossimità del centro degli stendimenti MASW.

In particolare si considerano le prove MASW-1 e HVSR-3, ubicate circa 300 m a Est del sito del Cluster 2 – ex Galoppatoio militare; in allegato a fondo testo si riporta uno stralcio delle Note tecnico-esecutive dell'Indagine geognostica a corredo del Cluster 1 – Cittadella dello sport, contenente la descrizione e le risultanze delle indagini citate.

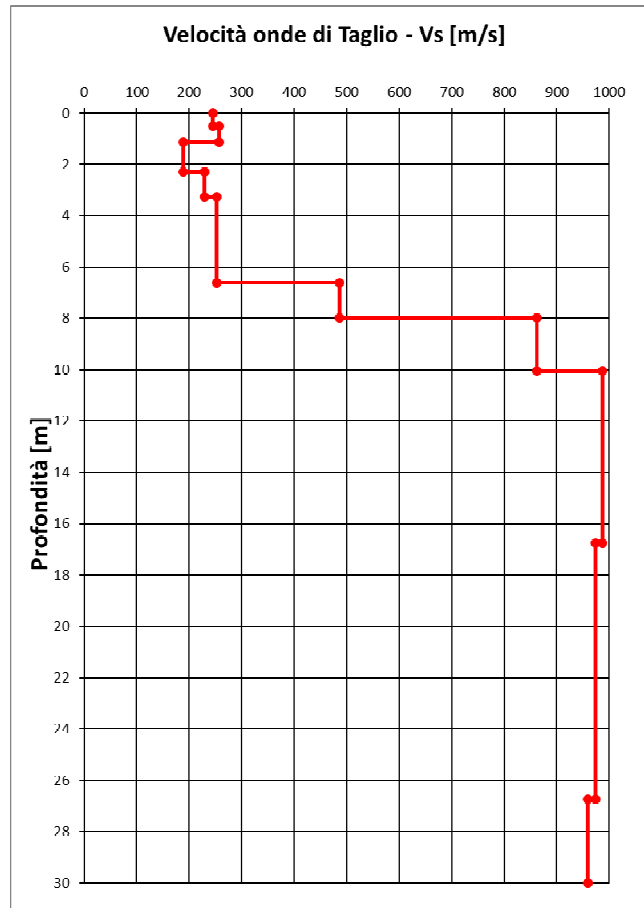
Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle indagini sismiche considerate.

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

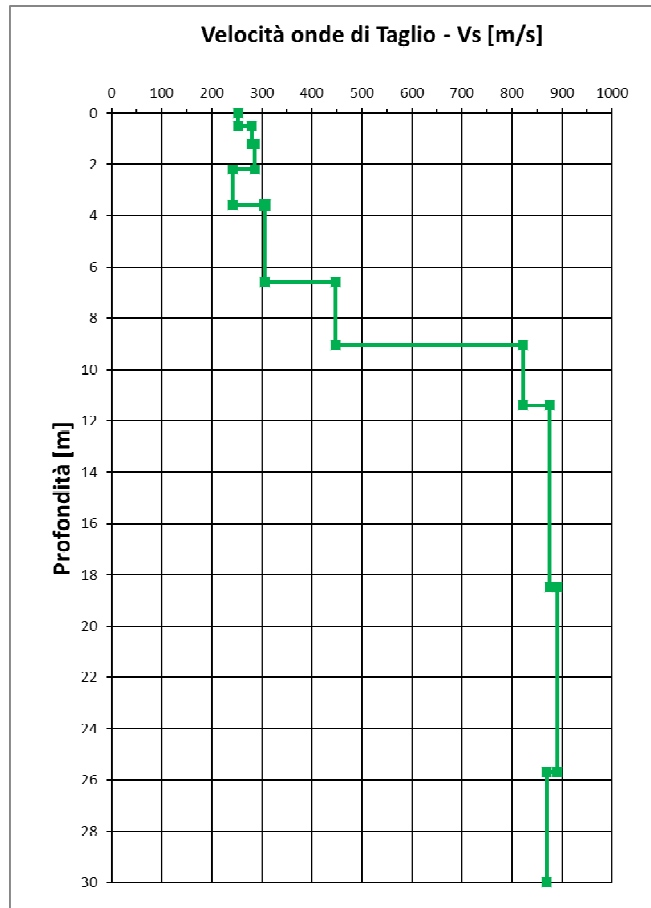


HVSR3

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



L'interpretazione, relativa alle prove considerate, dei profili di velocità delle onde S con la profondità, dai quali si evidenzia la presenza in corrispondenza delle indagini considerate 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 individuati a partire da 8,0-9,0 m dal p.c., e forniscono valori di $V_{s,eq}$, calcolato utilizzando la formula di cui sopra, compresi tra di 293 m/s (MASW1), e 334 m/s (HVSr3).

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 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.

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	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

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_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.022	2.601	0.168
SLD	50	0.027	2.602	0.190
SLV	475	0.052	2.755	0.271
SLC	975	0.060	2.805	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 con 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:

$$a_{max} = a_g * S_s * S_T = 0,052g * 1,6 * 1,0 = \mathbf{0,0832g}$$

9 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 2 – Rigenerazione ex Galoppatoio militare”.

In particolare il “Cluster 2” è riferito a un’area compresa tra via F. Nietzsche e le rive del Fiume Po, in adiacenza all’area del Parco del Meisino, e si prevedono risanamenti strutturali e conservativi dei corpi di fabbrica esistenti, al fine di inserire le nuove funzioni didattiche di carattere naturalistico e di avviamento alla pratica sportiva. Si prevede di realizzare due nuovi manufatti, come due nuove “cascine” situate alla quota del piano primo dell’edificio principale. Sull’impronta dei fabbricati con il parziale mantenimento degli impianti murari, vengono realizzate delle grandi terrazze aperte sul paesaggio. Per quanto riguarda gli edifici esistenti, alcuni saranno parzialmente demoliti per mantenere solo gli elementi di pregio, altri saranno demoliti totalmente o recuperati totalmente.

Il PRG vigente individua l’area di interesse compresa nella Classe IIIb4 (P) di pericolosità geomorfologica. Per le norme relative a tale classe si faccia riferimento al Cap. 2. 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.

È altresì da sottolinearsi come le banche dati geologiche-geomorfologiche consultate – cfr. cap. 3.2 – abbiano evidenziato come l’area in esame, così come l’area del Parco del Meisino in generale, sia stata in parte interessata dalle inondazioni connesse con i principali eventi alluvionali del recente passato (1994, 2000, 2016), in ragione del fatto che 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 dell’ex Galoppatoio militare oggetto d’intervento, si evidenzia come il sito in esame sia stato raggiunto dalle acque di esondazione del F. Po, in particolare in occasione degli eventi alluvionali dell’ottobre 2000 e del novembre 2016, ed è inserita nelle aree inondabili dalla banca dati regionale BDGeo100, mentre non è stato raggiunto da acque di esondazione nel corso dell’evento del 1994.

Stante la normativa vigente di PRGC gli interventi in progetto saranno normativamente ammissibili solo condizione che rispettino integralmente i disposti del Cap. 2.1.2, comma 63bis e 64 (per la Sottoclasse IIIb4) dell’Allegato B alle N.U.E.A.:

“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 (...).”

Per la definizione dell’assetto litostratigrafico, idrogeologico e litotecnico del sito si è proceduto, oltre che alla consultazione di dati bibliografici (in particolare le indagini geognostiche realizzate a corredo del progetto esecutivo relativo al Cluster 1), alla realizzazione di una campagna di indagini geognostiche sito-specifica costituita da n° 5 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti. Per la descrizione delle indagini e dei risultati si rimanda al Cap. 4 e agli Allegati 1 e 2 a fondo testo.

L’indagine geognostica, anche sulla scorta dei dati bibliografici, ha evidenziato nell’area indagata la

presenza in superficie, con una sottile copertura di terreno vegetale, di depositi alluvionali e materiali di riporto / rimaneggiati costituiti da sabbie fini o molto fini, con limo o limose, talora debolmente argillose, contenenti talora ghiaie e frammenti antropici, *matrix supported*, da molto sciolte a sciolte (**Complesso 1**). Tali materiali sono stati rinvenuti tra il p.c. e profondità di circa 1,5-2,0 m da p.c.

Al di sotto di tali materiali si rinvengono i depositi alluvionali (fluviali) rappresentati presumibilmente nella porzione sommitale dal margine della superficie terrazzata più recente di depositi del F. Po (Unità del Meisino di Forno et al., olocenici-attuali), rilevata di pochi metri sull'alveo attuale, e presumibilmente dai sottostanti depositi alluvionali-fluvioglaciali pleistocenici-olocenici, costituiti da alternanze di sabbie e sabbie fini limose o argillo-limose e di livelli di sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose debolmente limose o limoso-argillose talora con ciottoli; il grado di addensamento va da sciolto ad addensato (**Complesso 2**). Tali materiali possono frequentemente presentare rifiuto alla penetrazione dovuto alla presenza di clasti più grossolani e/o orizzonti maggiormente addensati (o parzialmente cementati) come registrato in 4 delle 5 prove realizzate a profondità comprese tra i 7 ed i 9 m (ed in particolare alla profondità costante di 7 m di profondità nelle prove 3, 4 e 5 realizzate nella porzione centro-occidentale del sito).

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 (Cluster 2), la falda superficiale sia indicata ad una quota di circa 208-209 m s.l.m. con una soggiacenza media di circa 3÷4 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.

Relativamente alle indagini realizzate per il Cluster 1, si sono eseguite misure piezometriche nel piezometro installato nel sondaggio CAR1 e in alcune delle verticali penetrometriche, che hanno mostrato nel periodo 10/01-16/04/2024 soggiacenze di circa 3,8÷4,3 m dal p.c. a W di via Don L. Sturzo e di circa 2,3÷2,4 m dal p.c. a E di via Don L. Sturzo, ove la quota del p.c. è relativamente inferiore rispetto al settore a W.

Per quanto riguarda le 5 verticali penetrometriche indagate in data 18 Marzo 2024, in estrazione le aste hanno mostrato umidità e la presumibile soggiacenza della falda a circa 3-4 m di profondità.

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

Le indagini geofisiche considerate (relative al Cluster 1 ed eseguite in terreni analoghi in siti immediatamente attigui), per cui si fa integrale rimando al Par. 8.1 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 auspicabile 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 – NOTE TECNICO-ESECUTIVE INDAGINE GEOGNOSTICA CLUSTER 2
CON UBICAZIONE INDAGINI**

Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Impresa Ruscalla Renato S.p.A.

CANTIERE: PARCO DELLO SPORT E DELL'EDUCAZIONE
AMBIENTALE - CLUSTER 2 - EX GALOPPATOIO MILITARE
PARCO DEL MEISINO - TORINO

INDAGINE GEOGNOSTICA

Note tecnico – esecutive

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Descrizione
Ø	25/03/2024	dott. Stellato S. 	dott. geol. Mosso E. 	dott. geol. Chiesa G. 	Prima Emissione

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.

Certificato n° 1536 del 25/03/2024

Impresa Ruscalla Renato S.p.A.

INDAGINE GEOGNOSTICA

Parco dello Sport e dell'educazione Ambientale

Cluster 2 - Ex Galoppatoio Militare

Parco del Meisino - Torino

Su incarico della “Impresa Ruscalla Renato S.p.A.” è stata eseguita nella giornata del 18 marzo 2024 una indagine geognostica costituita da n° 5 prove penetrometriche dinamiche (DPSH), ubicata all'interno del Parco del Meisino (Fig. 1 e 2), nel territorio comunale di Torino

L'indagine aveva lo scopo di verificare l'assetto litostratigrafico e le caratteristiche geotecniche dei materiali presenti in corrispondenza all'area di progetto delle opere di rigenerazione dell'Ex Galoppatoio Militare “Ferruccio Dardi”.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE TIPO DPSH

Per l'esecuzione dell'indagine si è utilizzato un penetrometro dinamico superpesante semovente, Pagani modello TG 63/100 (DPSH – in configurazione “ISSMFE”)

Si precisa che l'acquisizione dei dati penetrometrici è stata fatta secondo l'avanzamento prescritto dalla specifica ISSMFE (N₂₀), la restituzione degli stessi nelle tabelle successive è avvenuta calcolando il valore di N₃₀ su richiesta dei progettisti incaricati.

Nella seguente **Tabella 1** sono riportate le caratteristiche standard della configurazione standard (specificata DPSH – ISSMFE) utilizzata in fase esecutiva:

Certificato n° 1536 del 25/03/2024

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO "PAGANI 63/100" (CONFIGURAZIONE ISSMFE)	
Peso massa battente	63.5 kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Diametro punta conica	50,50 mm
Area di base della punta	15.00 cm ²
Angolo di apertura della punta	90°
Lunghezza delle aste	1,00 m
Peso di 1 asta	6.31 Kg/m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi	N ₍₂₀₎
Lavoro specifico per colpo	167 KJ/m ²
Norma di riferimento	ISSMFE

Tabella 1

Le verticali penetrometriche, denominate da *DPSH1* a *DPSH5*, sono state spinte fino alla profondità di raggiungimento del rifiuto alla penetrazione o fino alla profondità massima di m 10.20 da piano campagna; le coordinate di ubicazione e le profondità raggiunte da ciascuna prova sono riportate nella **Tabella 2** seguente:

Prova n°	Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali)	Profondità da p.c. (m)
DPSH1	45.08803 7.72229	9.00 (Rifiuto)
DPSH2	45.08837 7.72235	10.20
DPSH3	45.08818 7.72134	7.20 (Rifiuto)
DPSH4	45.08841 7.72145	7.20 (Rifiuto)
DPSH5	45.08825 7.72177	7.20 (Rifiuto)

Tabella 1

Certificato n° 1536 del 25/03/2024

Si trasmettono in allegato i risultati ed i diagrammi delle indagini eseguite.

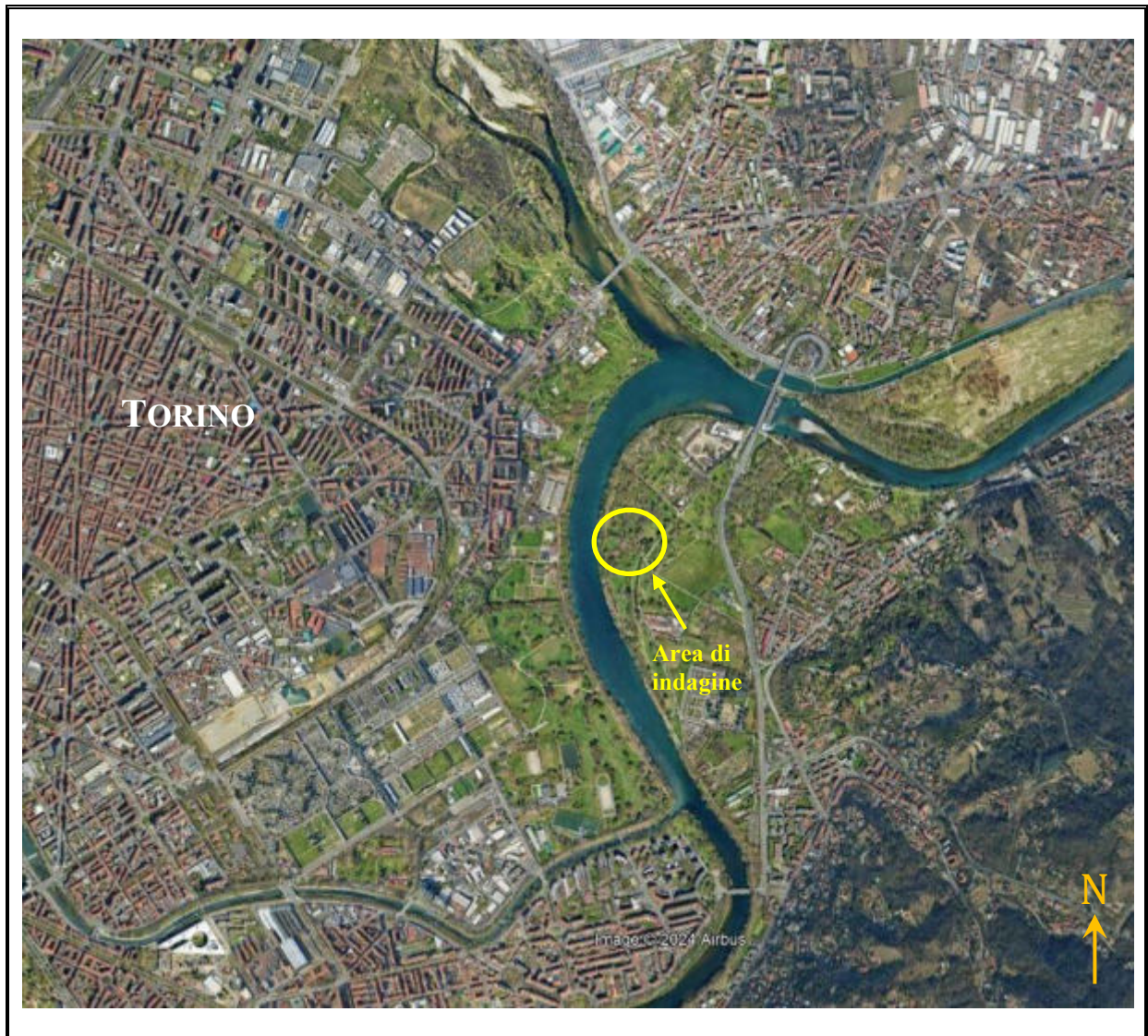


Fig. 1: Inquadramento area di indagine.

(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)

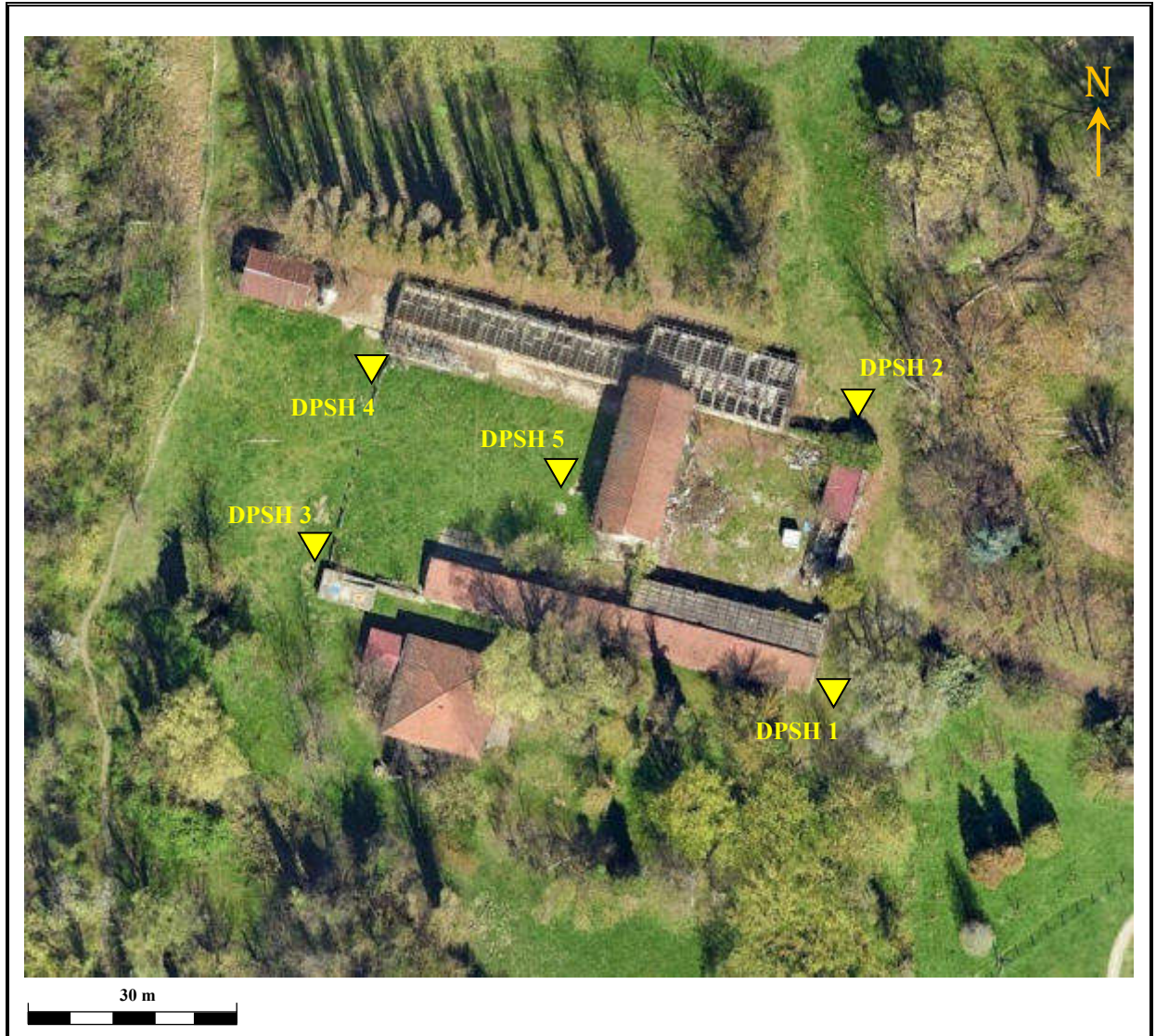


Fig. 2: Ubicazione delle indagini eseguite.

(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)

Certificato n° 1536 del 25/03/2024

**Allegato
penetrometrico**

Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Committente: Impresa Ruscalla Renato S.p.A.

Località: Parco del Meisino - Torino

Cantiere: Ex Galoppatoio Militare - Cluster 2

Data: 18/03/2024

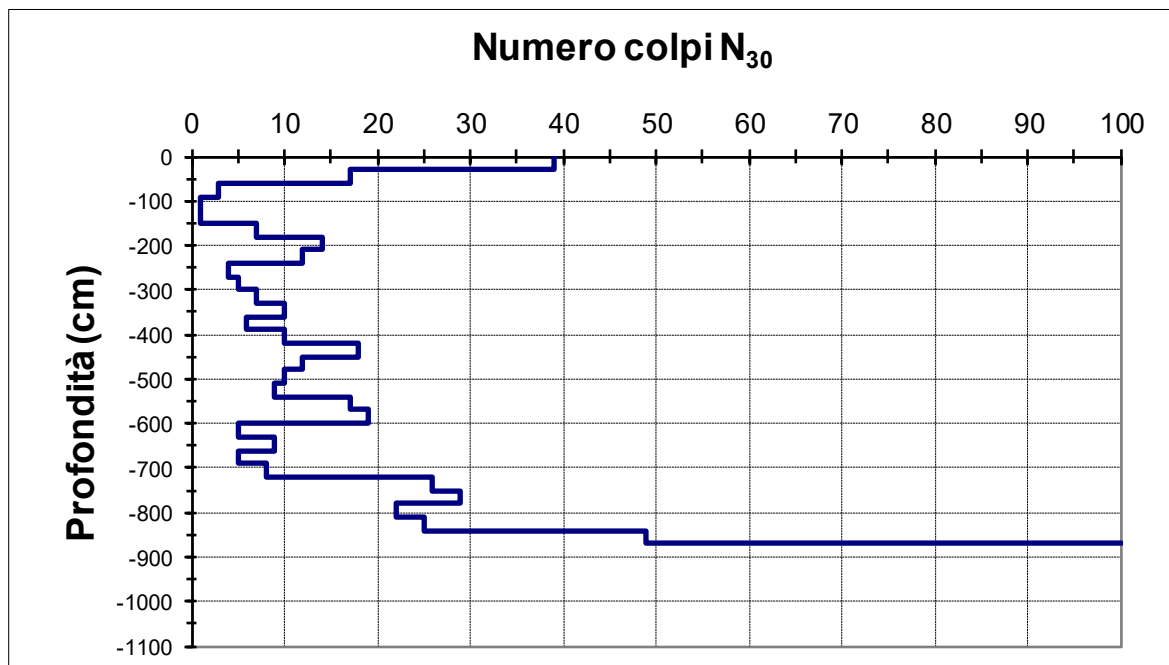
Prova n° DPSH 1

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510	10	1020		1530	
30	39	540	9	1050		1560	
60	17	570	17	1080		1590	
90	3	600	19	1110		1620	
120	1	630	5	1140		1650	
150	1	660	9	1170		1680	
180	7	690	5	1200		1710	
210	14	720	8	1230		1740	
240	12	750	26	1260		1770	
270	4	780	29	1290		1800	
300	5	810	22	1320		1830	
330	7	840	25	1350		1860	
360	10	870	49	1380		1890	
390	6	900	R	1410		1920	
420	10	930		1440		1950	
450	18	960		1470		1980	
480	12	990		1500		2010	



Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Committente: Impresa Ruscalla Renato S.p.A.

Località: Parco del Meisino - Torino

Cantiere: Ex Galoppatoio Militare - Cluster 2

Data: 18/03/2024

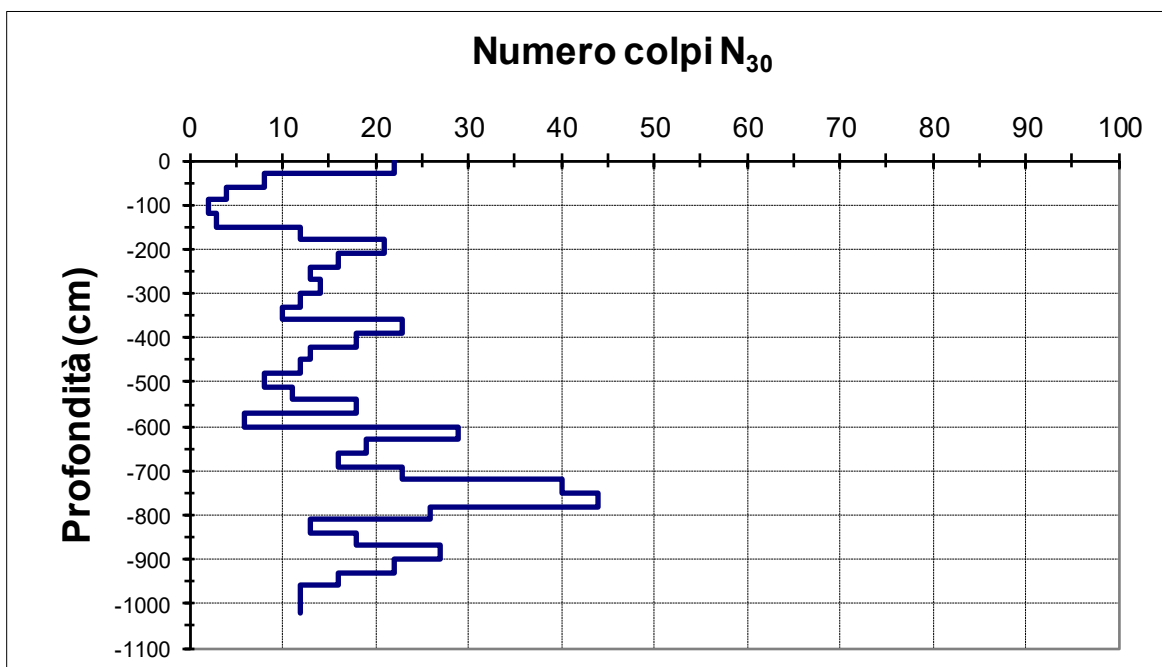
Prova n° DPSH 2

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510	8	1020	12	1530	
30	22	540	11	1050		1560	
60	8	570	18	1080		1590	
90	4	600	6	1110		1620	
120	2	630	29	1140		1650	
150	3	660	19	1170		1680	
180	12	690	16	1200		1710	
210	21	720	23	1230		1740	
240	16	750	40	1260		1770	
270	13	780	44	1290		1800	
300	14	810	26	1320		1830	
330	12	840	13	1350		1860	
360	10	870	18	1380		1890	
390	23	900	27	1410		1920	
420	18	930	22	1440		1950	
450	13	960	16	1470		1980	
480	12	990	12	1500		2010	



Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Committente: Impresa Ruscalla Renato S.p.A.

Località: Parco del Meisino - Torino

Cantiere: Ex Galoppatoio Militare - Cluster 2

Data: 18/03/2024

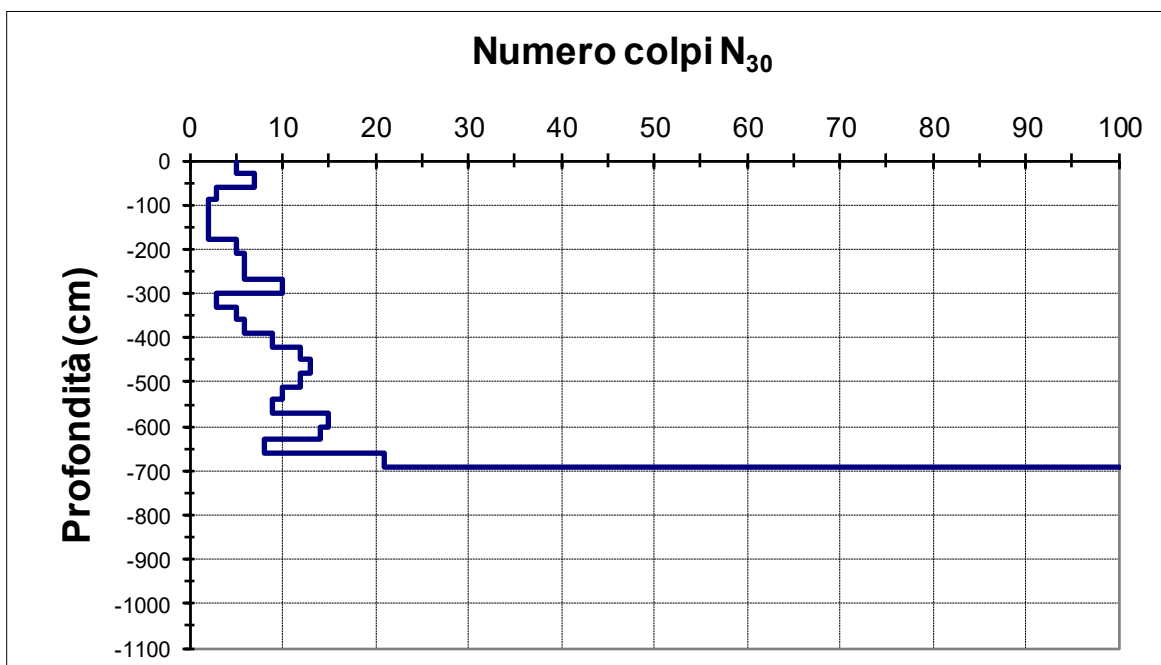
Prova n° DPSH 3

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510	12	1020		1530	
30	5	540	10	1050		1560	
60	7	570	9	1080		1590	
90	3	600	15	1110		1620	
120	2	630	14	1140		1650	
150	2	660	8	1170		1680	
180	2	690	21	1200		1710	
210	5	720	R	1230		1740	
240	6	750		1260		1770	
270	6	780		1290		1800	
300	10	810		1320		1830	
330	3	840		1350		1860	
360	5	870		1380		1890	
390	6	900		1410		1920	
420	9	930		1440		1950	
450	12	960		1470		1980	
480	13	990		1500		2010	



Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Committente: Impresa Ruscalla Renato S.p.A.
Località: Parco del Meisino - Torino
Cantiere: Ex Galoppatoio Militare - Cluster 2
Data: 18/03/2024

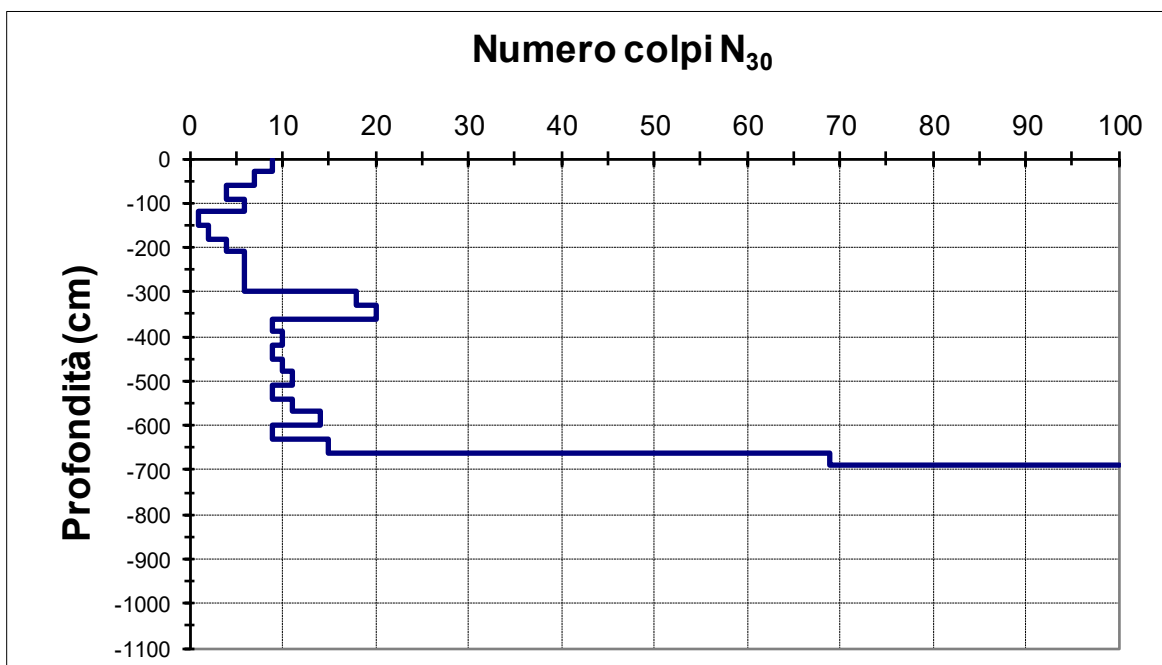
Prova n° DPSH 4

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510	11	1020		1530	
30	9	540	9	1050		1560	
60	7	570	11	1080		1590	
90	4	600	14	1110		1620	
120	6	630	9	1140		1650	
150	1	660	15	1170		1680	
180	2	690	69	1200		1710	
210	4	720	R	1230		1740	
240	6	750		1260		1770	
270	6	780		1290		1800	
300	6	810		1320		1830	
330	18	840		1350		1860	
360	20	870		1380		1890	
390	9	900		1410		1920	
420	10	930		1440		1950	
450	9	960		1470		1980	
480	10	990		1500		2010	



Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Committente: Impresa Ruscalla Renato S.p.A.

Località: Parco del Meisino - Torino

Cantiere: Ex Galoppatoio Militare - Cluster 2

Data: 18/03/2024

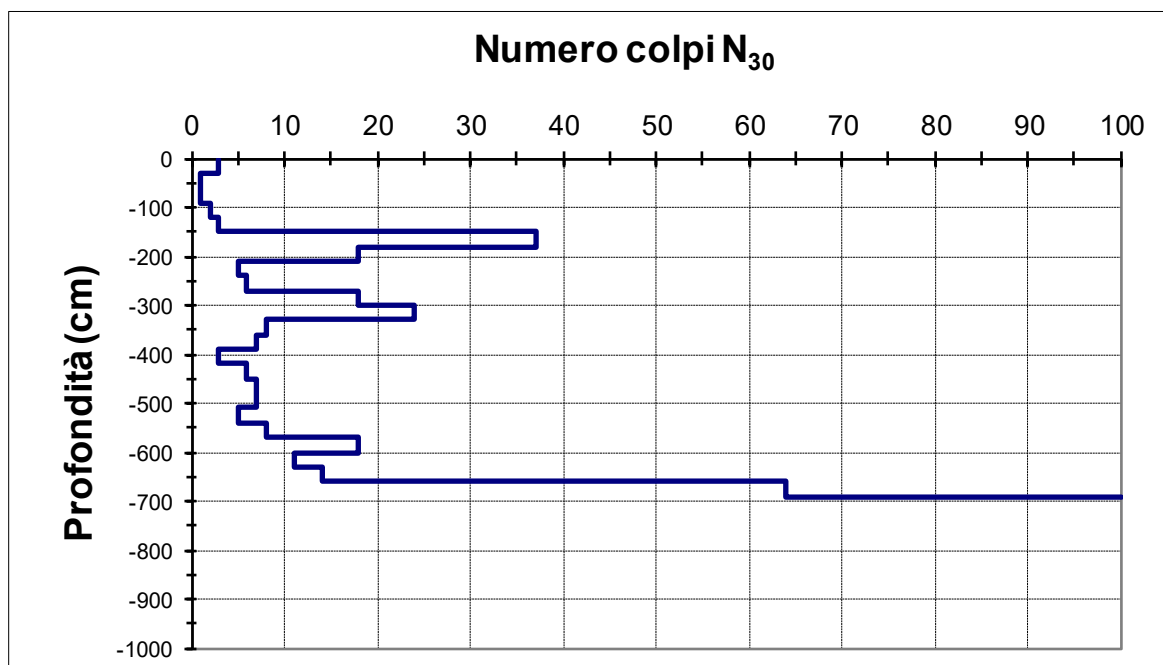
Prova n° DPSH 5

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510	7	1020		1530	
30	3	540	5	1050		1560	
60	1	570	8	1080		1590	
90	1	600	18	1110		1620	
120	2	630	11	1140		1650	
150	3	660	14	1170		1680	
180	37	690	64	1200		1710	
210	18	720	R	1230		1740	
240	5	750		1260		1770	
270	6	780		1290		1800	
300	18	810		1320		1830	
330	24	840		1350		1860	
360	8	870		1380		1890	
390	7	900		1410		1920	
420	3	930		1440		1950	
450	6	960		1470		1980	
480	7	990		1500		2010	



Certificato n° 1536 del 25/03/2024

**Allegato
fotografico**

Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Foto 1: Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH 1.



Foto 2: Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH 2.

Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Foto 3: Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH 3.



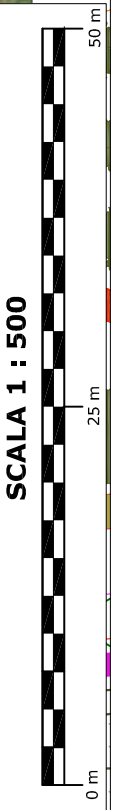
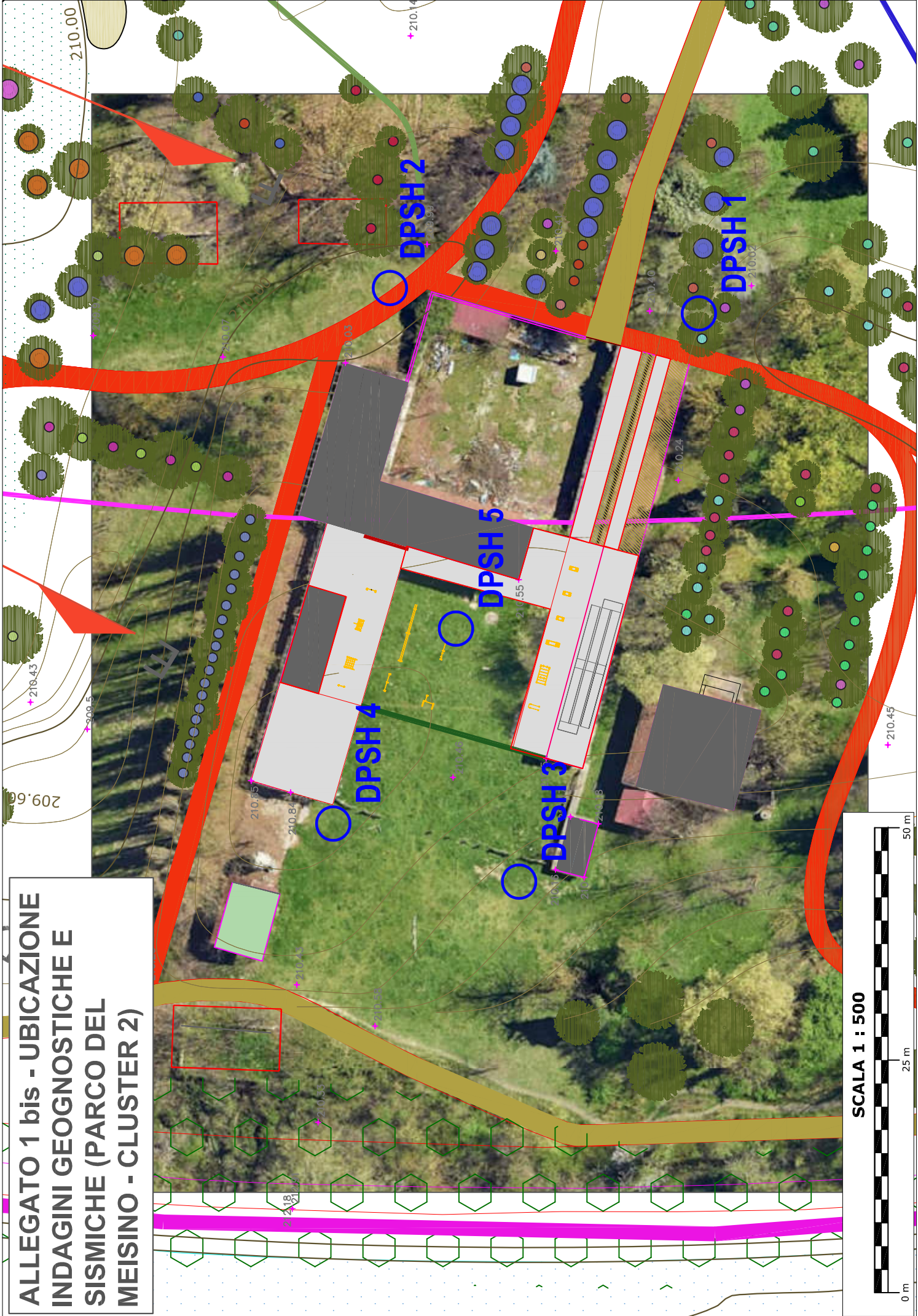
Foto 4: Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH 4.

Certificato n° 1536 del 25/03/2024



Foto 5: Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH 5.

**ALLEGATO 1 bis - UBICAZIONE
INDAGINI GEOGNOSTICHE E
SISMICHE (PARCO DEL
MEISINO - CLUSTER 2)**



SCALA 1 : 500

***ALLEGATO 2 – STRALCIO NOTE TECNICO-ESECUTIVE INDAGINE GEOGNOSTICA
CLUSTER 1 – INDAGINI GEOFISICHE***

**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

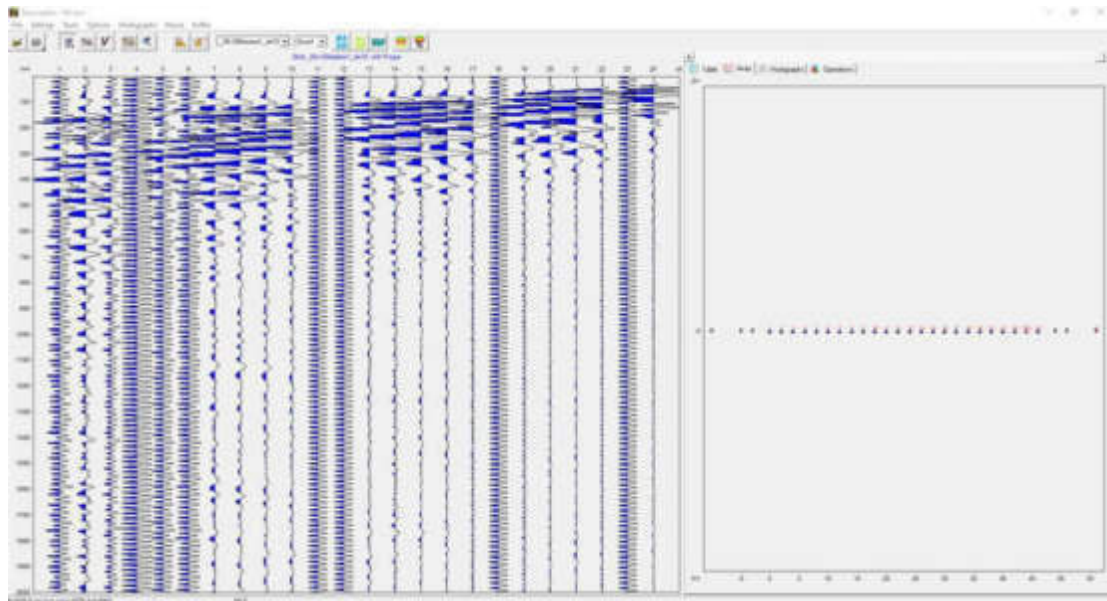
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle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

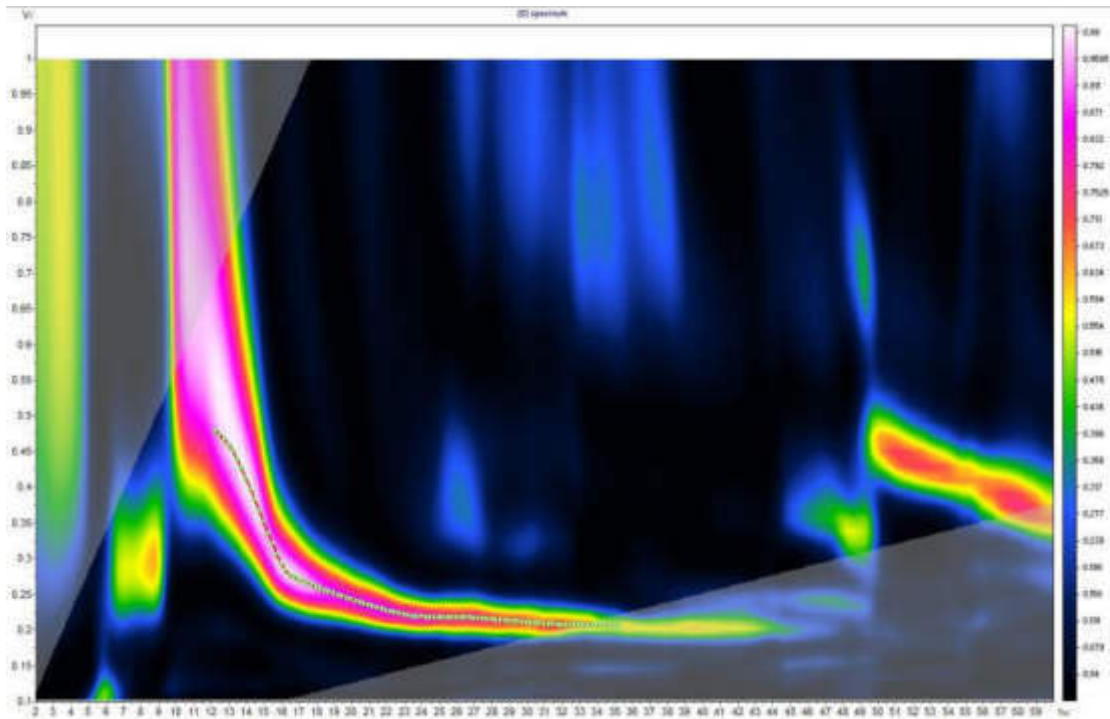
13	15.2	1	0.335	0.329
14	15.5	1	0.32	0.317
15	15.7	1	0.306	0.307
16	16	1	0.293	0.299
17	16.2	1	0.283	0.291
18	16.5	1	0.277	0.284
19	16.7	1	0.273	0.278
20	17	1	0.27	0.273
21	17.2	1	0.268	0.269
22	17.5	1	0.265	0.264
23	17.7	1	0.263	0.261
24	18	1	0.26	0.257
25	18.2	1	0.258	0.254
26	18.5	1	0.255	0.251
27	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

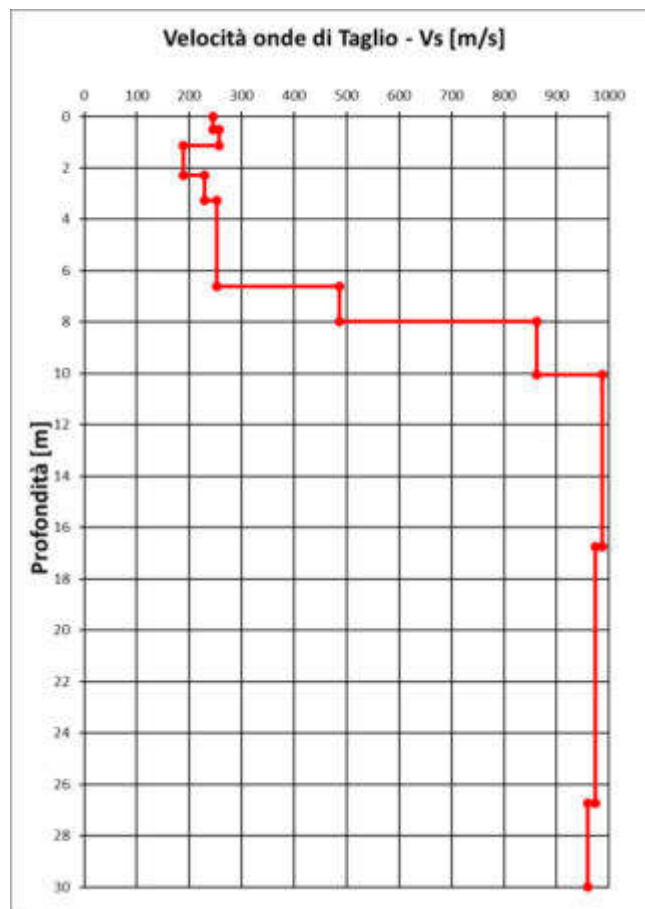
61	27.2	1	0.216	0.213
62	27.5	1	0.216	0.213
63	27.7	1	0.215	0.212
64	28	1	0.215	0.212
65	28.2	1	0.214	0.212
66	28.5	1	0.213	0.211
67	28.7	1	0.213	0.211
68	29	1	0.212	0.211
69	29.2	1	0.212	0.21
70	29.5	1	0.212	0.21
71	29.7	1	0.211	0.21
72	30	1	0.211	0.209
73	30.2	1	0.21	0.209
74	30.5	1	0.209	0.209
75	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.

**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.

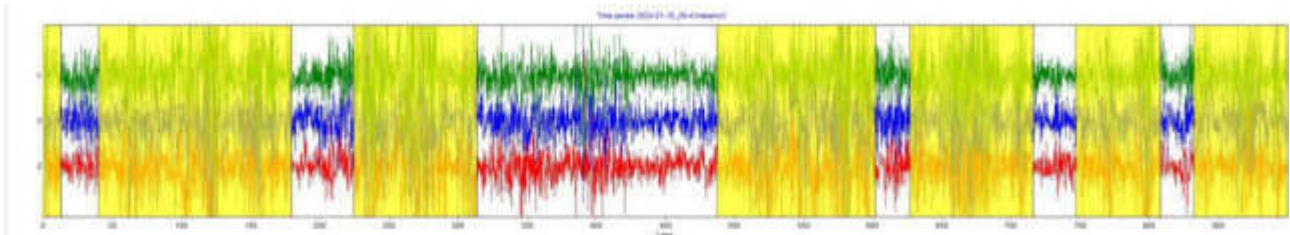
Sorgenti naturali e antropiche	Bande di Frequenza secondo Gutenberg (Hz)	Bande di frequenza secondo Asten e Henstridge (Hz)
Onde sulla costa	0.05 - 0.1	0.5 - 1.2
Perturbazioni meteorologiche su grande scala	0.1 - 0.25	0.16 - 0.5
Cicloni oceanici	0.3 - 1	0.5 - 3
condizioni meteorologiche locali	1.4 -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

HVSR 3

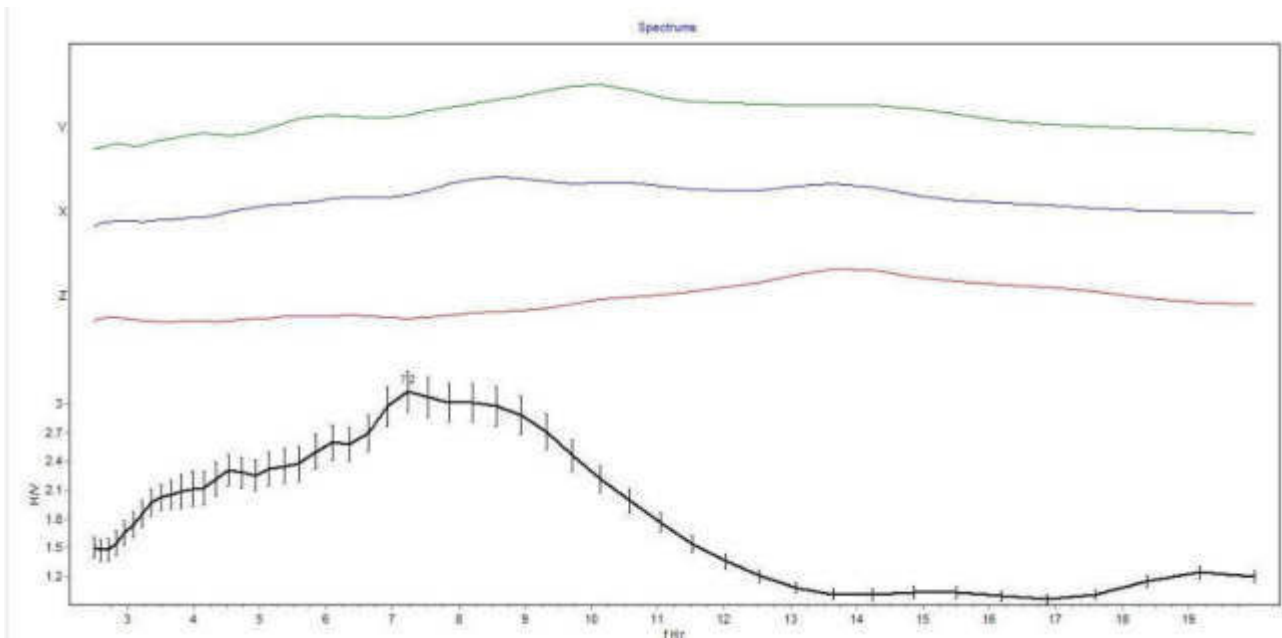
Analisi dati HVSR 3

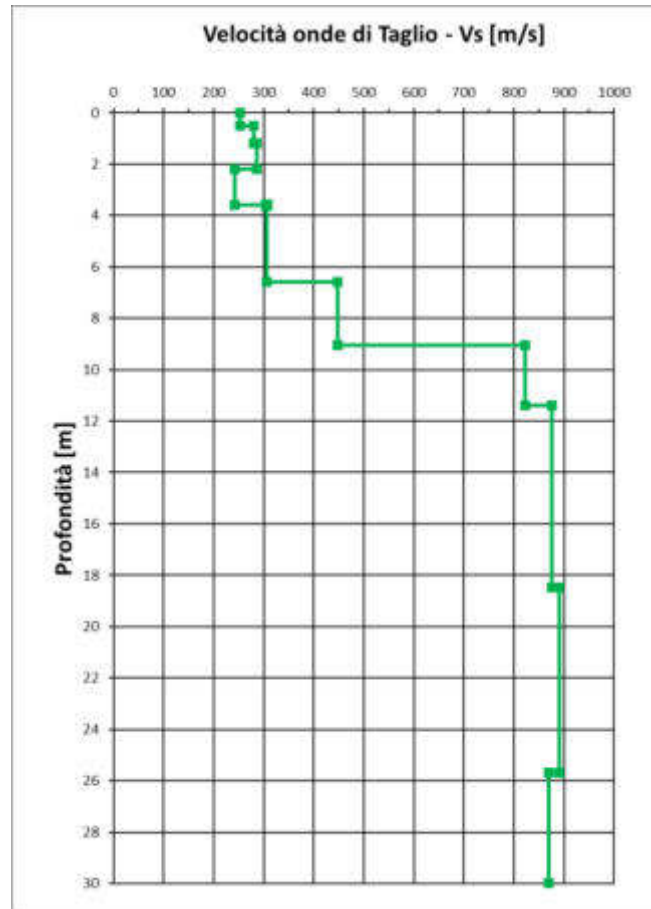
Tempo di acquisizione [sec]:	900
Finestre di analisi [in bianco]	6
Frequenza massima [Hz]	20

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]	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 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.



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.


ALLEGATO 3 – SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

PARCO DELLO SPORT E DELL'EDUCAZIONE AMBIENTALE CLUSTER 2 - RIQUALIFICAZIONE EX GALOPPATOIO MILITARE

ALLEGATO 3 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

(SEZIONE PROSPETTO TRATTA DA ELAB . 21 - Elaborati grafici
ex-galoppatoio stato di fatto sezioni - 1AX srl)

LEGENDA:

- 1 DEPOSITI ALLUVIONALI - MATERIALI DI RIPORTO / RIMANEGGIATI: SABBIE FINI O MOLTO FINI, CON LIMO O LIMOSE, TALORA DEBOLMENTE ARGILLOSE E/O DEBOLMENTE GHIAIOSE, CONTENENTI TALORA GHIAIE E FRAMMENTI ANTROPICI, DA MOLTO SCIOLTE A SCIOLTE
 - 2 DEPOSITI ALLUVIONALI: ALTERNANZE DI SABBIE E SABBIE FINI LIMOSE O ARGILLO-LIMOSE E DI LIVELLI DI SABBIE GHIAIOSE E GHIAIE SABBIOSE DEBOLMENTE LIMOSE O LIMOSO-ARGILLOSE TALORA CON CIOTTOLI DA SCIOLTE A MEDIAMENTE ADDENSATE
-  — ANDAMENTO FALDA SUPERFICIALE (1/8/03/2024)

