



RIPRISTINO DELL'OFFICIOSITA' IDRAULICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO MEDIANTE RISEZIONAMENTO DELL'ALVEO E CONSOLIDAMENTO SPONDE CON OPERE DI DIFESA IDRAULICA SUL TORRENTE PUDIGA A NOVATE MILANESE

CUP: C67H21002500002

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

TAVOLA

R1

DIRETTORE GENERALE

DOTT.SSA ING. VALERIA CHINAGLIA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

DOTT. ING. STEFANO BURCHIELLI

PROGETTISTA

ING. FABIO TAGLIORETTI

GRUPPO DI LAVORO

GEOM. GIANMATTEO BELLINI

ARCH. ALBERTO GIUDICI

GEOM. LUCA GARAVAGLIA

Est Ticino Villoresi

Consorzio di Bonifica

AREA TECNICA E GESTIONE RETE - SERVIZIO PROGETTAZIONE E IMMOBILI

Via L. Ariosto, 30 - 20145 Milano

centralino 02/48561301 - fax 02/48013031 - www.etvilloresi.it - e-mail: info@etvilloresi.it

DATA

FEBBRAIO 2022

NOME FILE:

SDS / 2021-07 / Interventi manutenzione straordinaria 2021 / 02 - Pudiga Novate / 09-Progetto definitivo

CODICE PROGETTO

SDS 2021/07_02

REDATTO
iFT

CONTROLLATO
iFT

APPROVATO
iSB

REV.

DATA

DESCRIZIONE MODIFICA

REDATTO

CONTROLLATO

APPROVATO



INDICE

| | |
|---|-----------|
| PREMESSA | 1 |
| INQUADRAMENTO NORMATIVO - MANUTENZIONE DELLE OPERE DI DIFESA DEL SUOLO | 1 |
| ELENCO ELABORATI..... | 2 |
| 1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO | 3 |
| 1.1 Inquadramento territoriale | 3 |
| 1.2 Problematiche e criticità..... | 4 |
| 1.3 Indagini propedeutiche alla progettazione..... | 5 |
| 1.3.1 Rilievo topografico del corso d'acqua | 5 |
| 1.3.2 Caratterizzazione geologico e geotecnica dei terreni | 5 |
| 1.3.3 Analisi di campioni di terreno | 8 |
| 1.4 Segnalazione di occupazione di aree demaniali | 9 |
| 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO | 11 |
| 2.1 Caratteristiche tecniche | 11 |
| 2.1.1 Taglio vegetazione e abbattimento selettivo..... | 11 |
| 2.1.2 Rimozione di sedimento | 12 |
| 2.1.3 Formazione di scogliera in massi..... | 14 |
| 2.2 Gestione delle materie..... | 15 |
| 2.3 Interferenze con sottoservizi..... | 15 |
| 2.4 Occupazioni di suolo e accessi in alveo | 16 |
| 2.5 Tempistica e durata degli interventi..... | 16 |
| 2.6 Stima economica dell'intervento | 16 |

ALLEGATO 1 – Relazione geologica

ALLEGATO 2 – Relazione Ambientale



PREMESSA

Con d.g.r. n. XI/4123 del 21/12/2020 è stato approvato il testo della convenzione tra Regione Lombardia e Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi *per attività da svolgersi su parti del reticolo idrico principale presente all'interno del territorio comprensoriale*, relativa al triennio 2021-÷2023.

A seguito di segnalazione di criticità pervenuta dal Comune di Novate Milanese, i tecnici consortili in data 26/02/2021 hanno svolto un sopralluogo in loco, verificando puntualmente la situazione di criticità dovuta principalmente alla presenza di due cedimenti spondali causati dalla presenza in alveo di grossi quantitativi di sedimento. Per tale motivo si è deciso di inserire nell'ambito del programma 2021, approvato il 28/04/2021, il progetto relativo al *"Ripristino dell'officiosità idraulica delle sezioni di deflusso del torrente Pudiga a Novate Milanese mediante risezionamento dell'alveo e consolidamento delle sponde con opere di difesa idraulica"*, consistente in interventi per la rimozione del sedimento di fondo, finalizzato al ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso, e il consolidamento delle sponde del torrente, accompagnato dal taglio della vegetazione abbondantemente cresciuta in alveo e sulle sponde.

INQUADRAMENTO NORMATIVO - MANUTENZIONE DELLE OPERE DI DIFESA DEL SUOLO

La progettazione tiene conto della recente normativa regionale L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 sugli interventi di difesa del suolo e le attività di manutenzione dei corsi d'acqua, e degli annessi indirizzi e specifiche tecniche contenuti nella d.g.r. 18 giugno 2018.

La d.g.r. n. XI/238 del 18 giugno 2018 definisce gli aspetti inerenti gli indirizzi per la programmazione, la progettazione e la realizzazione degli interventi di manutenzione delle opere di difesa del suolo, degli alvei del reticolo idrico e la manutenzione diffusa del territorio, nonché elabora specifiche tecniche e modalità di gestione della vegetazione nella sezione incisa degli alvei, delle fasce di rispetto lungo le sponde dei corsi d'acqua e delle relative opere idrauliche (artt. 19, 20 e 21 della L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua").

Ai sensi dell'art. 20, comma 4, della L.R. 4/2016, *"le attività di manutenzione della sezione incisa degli alvei, delle fasce di rispetto lungo le sponde dei corsi d'acqua e delle relative opere idrauliche sul reticolo idrico principale, minore e consortile, anche se consistenti in taglio della vegetazione, in quanto rivolte alla conservazione del paesaggio tradizionale e al rafforzamento dell'assetto idrogeologico del territorio e sempre che non comportino alterazione permanente dello stato dei luoghi con costruzioni edilizie e altre opere civili, non richiedono né l'autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'articolo 149, comma 1, lettera b), del decreto*



legislativo 22 gennaio 2004, n.42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n.137), né l'autorizzazione alla trasformazione d'uso del suolo di cui all'articolo 44 della l.r.31/2008". Il comma 5 dello stesso articolo, nel contempo, stabilisce che la Giunta regionale adotta specifiche tecniche e modalità di gestione della vegetazione nella sezione incisa degli alvei, delle fasce di rispetto lungo le sponde dei corsi d'acqua e delle relative opere idrauliche, allo scopo di contemperare e armonizzare le esigenze di salvaguardia paesaggistico-ambientale con quelle di sicurezza idraulica.

Il decreto, inoltre, descrive le funzionalità plurime dei corsi d'acqua: idraulica, ecologica, paesaggistica, che devono essere considerate contemporaneamente nella progettazione delle manutenzioni. Rimandando alla dettagliata descrizione di tali ambiti contenuta nel decreto, si evidenzia che nella progettazione degli interventi si è tenuto debitamente conto di tali tematiche.

ELENCO ELABORATI

Costituiscono parte integrante del progetto i seguenti elaborati, come stabiliti all'art. 24 del D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010:

R1 – Relazione Tecnica Generale

R2 – Studio di Fattibilità Ambientale

R3 – Elenco Prezzi Unitari

R4 – Analisi dei Prezzi

R5 – Computo Metrico Estimativo

R6 – Disciplinare descrittivo degli Elementi Tecnici

R7- Piano Particellare d'Esproprio

R8 – Quadro Economico

R9 - Prime indicazioni e disposizioni per la stesura del piano di sicurezza

T1 - Corografia

T2 - Tratto di intervento

T3 – Rilievo topografico

T4 – Ubicazione indagini geognostiche

T5.1 – Sezioni tipologiche

T5.2 – Sezioni tipologiche

T6 - Piano particellare d'esproprio

S1 - Viabilità e accessi di cantiere



1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

1.1 Inquadramento territoriale

Il torrente Pudiga è uno dei cosiddetti torrenti delle Groane insieme a Nirone, Guisa, Garbogera. Il Pudiga nasce come torrente Lombra: non possiede una vera sorgente, ma si origina nei boschi tra Cogliate e Barlassina grazie alle piogge che cadono sui terreni argillosi, e quindi poco permeabili, delle Groane. Successivamente attraversa i territori di Ceriano Laghetto, Solaro, Limbiate e Senago, dove in sponda destra riceve le acque del torrente Cisinara: da questo punto assume definitivamente il nome di torrente Pudiga. In questo tratto l'alveo, che presenta anche un andamento meandriforme, risulta incassato all'interno dei sedimenti del terrazzo delle Groane, caratterizzato da sponde molto acclivi e depresse alcune metri rispetto al piano campagna. Il Pudiga prosegue il suo corso attraversando i comuni di Bollate, dove scorre in gran parte tombinato, Baranzate e Novate Milanese, dove prosegue nuovamente a cielo aperto: giunto a Milano assume la denominazione di Mussa o Fugone. A Milano scorre nel sottosuolo delle vie Espinasse, Accursio e sotto la circonvallazione filoviaria. Raggiunge infine piazzale Stuparich, dove si immette nel fiume Olona. Il suo percorso a Milano è totalmente tombinato: la copertura del tratto milanese del Pudiga, già canalizzato all'inizio del XX secolo, è avvenuta tra il 1955 e il 1967.



Figura 1 – Inquadramento territoriale del tratto del corso d'acqua oggetto di intervento.



1.2 Problematiche e criticità

Nel tratto oggetto di intervento il torrente scorre a cielo libero: l'alveo scorre inizialmente in una sezione rettangolare in muri in calcestruzzo, per poi proseguire in sponde naturali dove sono visibili fenomeni di erosione con piccoli cedimenti spondali in corrispondenza di alcuni stabilimenti produttivi. L'alveo è raggiungibile direttamente da terra, utilizzando accessi attraverso proprietà private.

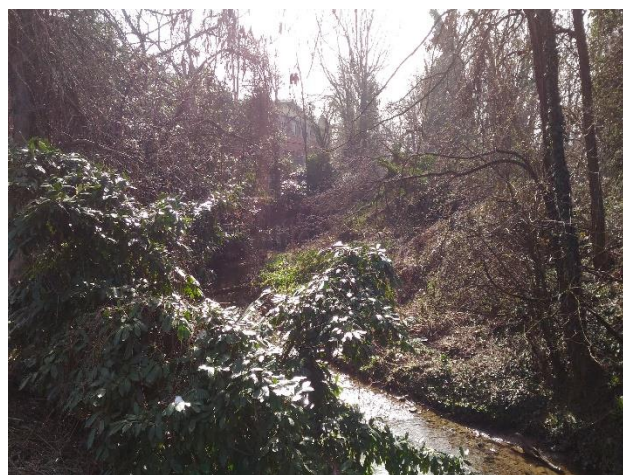


Foto 1 – Alveo del torrente Pudiga: tratto iniziale con sponde in calcestruzzo (a sinistra) e tratto successivo con sponde naturali (a destra).

Come visibile nelle foto precedenti gli accumuli di sedimento sul fondo sono significativamente diffusi lungo tutto il corso del torrente, riducendo la sezione di deflusso e costituendo anche facile incaglio per materiale trasportato dalla corrente (specialmente rifiuti), compromettendo l'efficienza idraulica del corso d'acqua.

In alcuni punti l'accumulo di sedimento ha portato anche alla deviazione della corrente del corso d'acqua verso le sponde generando fenomeni di erosione che stanno lentamente provocando il cedimento di brevi tratti di sponda.



Foto 2 – Cedimento in sponda destra all'altezza dell'officina in via Baranzate, 89/11.

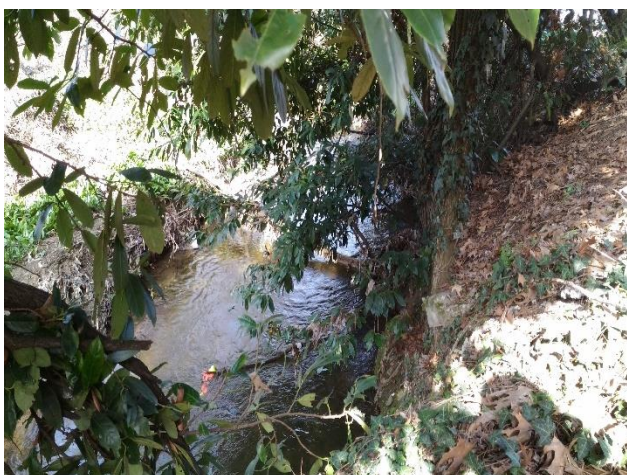


Foto 3 – Cedimento in sponda sinistra all'altezza della ditta di verniciatura in via Curiel, 3.

Infine, lungo l'intero tratto è presente abbondante vegetazione arbustiva e arborea, in alcuni casi prospiciente l'alveo al punto da costituire ostacolo al regolare deflusso delle acque.

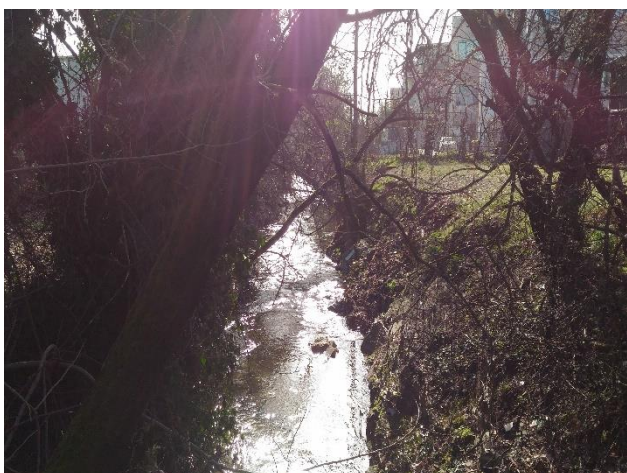


Foto 4 – Abbondante sviluppo della vegetazione.

1.3 Indagini propedeutiche alla progettazione

Per la progettazione degli interventi sono state svolte attività propedeutiche consistenti nell'esecuzione di un rilievo topografico, di indagini geognostiche e di analisi di sedimento di terreno. Nel seguito si descrivono brevemente le attività svolte e i principali risultati ottenuti.

1.3.1 Rilievo topografico del corso d'acqua

Il rilievo topografico è stato svolto dalla ditta STAF s.r.l. ed è consistito nel rilievo di n. 11 sezioni trasversali del corso d'acqua. Nella tavola grafica T3 - *Rilievo topografico* sono rappresentate graficamente le sezioni trasversali rilevate.

1.3.2 Caratterizzazione geologico e geotecnica dei terreni

Lo studio per la definizione geologico-geotecnica dei terreni è stato affidato alla ditta SINGEA



s.r.l. di Carpenedolo (BS), che ha svolto anche direttamente le indagini geognostiche. Rimandando alla relazione geologica e sismica allegata al progetto, nel seguito si riportano alcuni risultati utilizzati per la successiva progettazione degli interventi. Nella tavola grafica T4 – *Ubicazione indagini geognostiche* si riporta la planimetria con l'ubicazione dei sondaggi geognostici eseguiti e dei punti dove sono stati prelevati campioni di terreno per le relative analisi chimiche.

Per quanto riguarda la natura e le caratteristiche geo-meccaniche del terreno, nello studio si ritiene che i risultati dell'indagine siano sufficientemente esaustivi e rappresentativi, tali da permettere una caratterizzazione litologica del terreno indagato in relazione alla tipologia costruttiva in progetto. I terreni in oggetto, dal punto di vista stratigrafico, si presentano piuttosto omogenei anche se non mancano eterogeneità sia in senso verticale che orizzontale con passaggi laterali ed eteropie, nonché variazioni nel grado di addensamento. Al di sotto di uno strato di un livello di sabbia con ghiaia, con percentuale di limo variabile, moderatamente addensata di natura fluvioglaciale, presente solo localmente (prova SCPT-02), di spessore pari a 2.20 m, sono presenti depositi granulari di natura fluvioglaciali, costituiti da sabbia ghiaiosa, localmente con ghiaia, con percentuale di limo variabile, da poco a moderatamente addensata passanti a circa -6.20÷6.40 m da p.c. a sabbia e ghiaia debolmente limosa, moderatamente addensata, fino a profondità variabili fra -7.80 m da p.c. e -8.80 m da p.c., seguiti da depositi di natura fluvioglaciale addensati, costituiti da ghiaie sabbiose, debolmente limose, fino alla massima profondità raggiunta dalle indagini (-10.00 m da p.c.). Durante l'esecuzione delle indagini la falda acquifera non è stata rinvenuta sino alla massima profondità raggiunta (pari a -10.00 m da p.c.).

Il modello geotecnico adottato per il sito in esame è riportato nella seguente Figura 2.

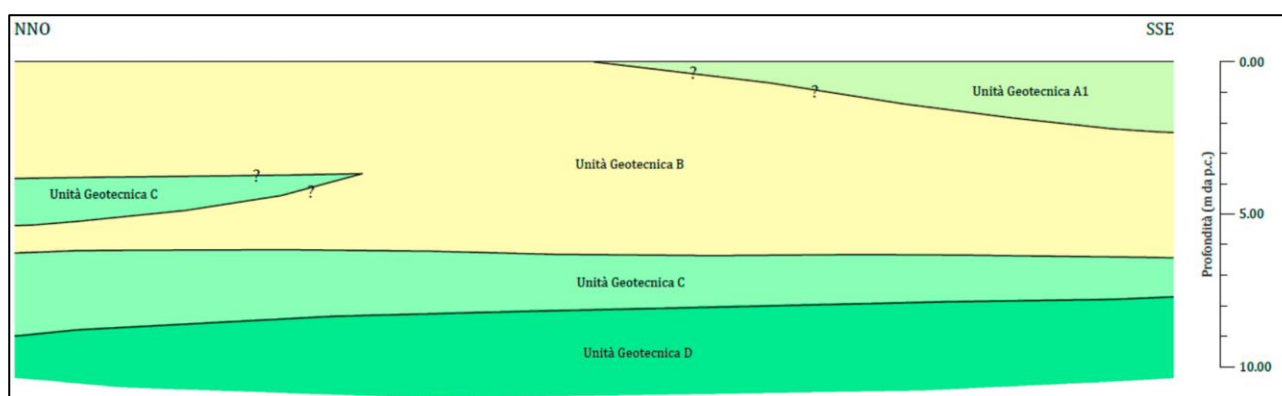


Figura 2 – Modello geotecnico di riferimento.

Per ciascuna unità geotecnica individuata sono stati definiti i principali parametri geotecnici:

- **unità geotecnica A:** depositi fluvioglaciali granulari moderatamente addensati: di sabbia con ghiaia, con percentuale di limo variabile- profondità: da 0,00 m a -2,20 m da p.c.



(presente solo localmente):

| | |
|---|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Densità relativa (%) | $D_r = 60-70$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$) | $\phi' = 33-34$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 260-270$ |

- **unità geotecnica B:** depositi fluvioglaciali granulari da poco a moderatamente addensati: costituiti da sabbia ghiaiosa, localmente con ghiaia, con percentuale di limo variabile - profondità: da 0.00÷-2.20 m da p.c. a -6.20÷-6.40 m da p.c.

| | |
|---|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Densità relativa (%) | $D_r = 35-45$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$) | $\phi' = 28-30$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 160-200$ |

- **unità geotecnica C:** depositi fluvioglaciali granulari moderatamente addensati: sabbia e ghiaia debolmente limosa - profondità: da -3.80 m da p.c. a -5.20 m da p.c. (presente solo localmente), e da -6.20÷-6.40 m da p.c. a -7.80÷8.80 m da p.c.

| | |
|---|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Densità relativa (%) | $D_r = 55-65$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$) | $\phi' = 33-34$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 330-350$ |

- **unità geotecnica D:** depositi fluvioglaciali granulari addensati: ghiaia sabbiosa, debolmente limose - profondità: da -7.80÷-8.80 m da p.c. a -10.00 m da p.c. (massima profondità raggiunta dalle indagini).



| | |
|---|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio ($^{\circ}$) | $\phi' = 35-28$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 440-450$ |

1.3.3 Analisi di campioni di terreno

L'attività di caratterizzazione dei terreni è stata svolta sempre dalla ditta SINGEA s.r.l., che ha svolto l'attività di prelievo, mentre le analisi chimiche sono state eseguite dal laboratorio CSA s.r.l. di Rimini.

Per la caratterizzazione ambientale del sottosuolo sono stati prelevati n. 2 campioni di terreno da altrettanti scavi manuali, spinti sino a profondità pari a -0.30 m da p.c. (n.1 campione ambientale per scavo), successivamente sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio.

I risultati delle analisi sono riportati nella seguente tabella, da cui si evince che sui campioni prelevati si hanno superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste per siti ad uso residenziale-verde (tipo A), definite nella Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., relativi a Piombo, Rame, Zinco e agli Idrocarburi Pesanti ($C>12$).

| SINTESI RISULTATI ANALITICI | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|--|
| Parametro | U. M. | P37-CA1 | P38-CA1 | LOQ | DLgs 152/06 All.5 Tab.1 Res-Verde | DLgs 152/06 All 5 Tab 1 Com-Ind |
| METALLI | | | | | | |
| Arsenico | mg/Kg s.s. | 10,0 ($\pm 2,4$) | 6,0 ($\pm 1,4$) | 1 | 20 | 50 |
| Cadmio | mg/Kg s.s. | 0,64 ($\pm 0,14$) | 1,09 ($\pm 0,23$) | 0.05 | 2 | 15 |
| Cobalto | mg/Kg s.s. | 7,8 ($\pm 1,2$) | 7,1 ($\pm 1,2$) | 0.5 | 20 | 250 |
| Nichel | mg/Kg s.s. | 32,5 ($\pm 3,5$) | 37,7 ($\pm 4,0$) | 0.5 | 120 | 500 |
| Piombo | mg/Kg s.s. | 68,0 ($\pm 6,6$) | 228 (± 20) | 1 | 100 | 1000 |
| Rame | mg/Kg s.s. | 76,6 ($\pm 8,3$) | 127 (± 13) | 0.5 | 120 | 600 |
| Zinco | mg/Kg s.s. | 144 (± 22) | 647 (± 97) | 0.5 | 150 | 1500 |
| Mercurio | mg/Kg s.s. | 0,654 ($\pm 0,098$) | 0,304 ($\pm 0,046$) | 0.005 | 1 | 5 |
| Cromo totale | mg/Kg s.s. | 49,3 ($\pm 5,3$) | 62,0 ($\pm 6,6$) | 0.5 | 150 | 800 |
| Cromo esavalente | mg/Kg s.s. | < 0,2 | < 0,2 | 0.2 | 2 | 15 |
| ALTRE SOSTANZE | | | | | | |
| Idrocarburi pesanti ($C>12$) | mg/Kg s.s. | 1020 (± 260) | 440 (± 100) | 5 | 50 | 750 |
| Amianto (fibre libere) | mg/Kg s.s. | < 100 | < 100 | 100 | 1000 | 1000 |

Alla luce di tali risultati, il materiale è stato definito con codice CER 17.05.04: i costi riportati nel computo metrico estimativo comprendono anche una voce di sovrapprezzo qualora il materiale non risulti palabile e debba essere classificato come fango di dragaggio e smaltito con codice CER 17.05.06. In fase di esecuzione resta l'onere della ditta appaltatrice di svolgere



le opportune analisi per la classificazione del materiale ai fini del corretto smaltimento in appositi impianti autorizzati.

1.4 Segnalazione di occupazione di aree demaniali

Durante i sopralluoghi effettuati, nel tratto di corso d'acqua a valle del ponte in corrispondenza del nuovo centro commerciale, si è verificata un'occupazione piuttosto disordinata di ambiti di pertinenza fluviale: le aree risultavano inaccessibili, ma si è comunque potuto accedere al fine di valutare le condizioni del corso d'acqua. Rimandando alla successiva Figura 3 che riporta lo stralcio planimetrico con le occupazioni demaniali riscontrate, nella successiva Foto 5 si mostra la situazione al momento del sopralluogo.



Foto 5 – Occupazione delle aree demaniali.

Oltre all'occupazione delle fasce di rispetto, risultano presenti tre attraversamenti del corso d'acqua, realizzati per mettere in contatto le due porzioni di terreno separate dal torrente: in Foto 6 si mostra uno di questi manufatti di attraversamento.

Si randa al competente ufficio regionale la verifica della regolarità di questi manufatti, per i quali dovrebbe essere stata rilasciata apposita concessione di polizia idraulica.



Foto 6 – Attraversamento del corso d'acqua.

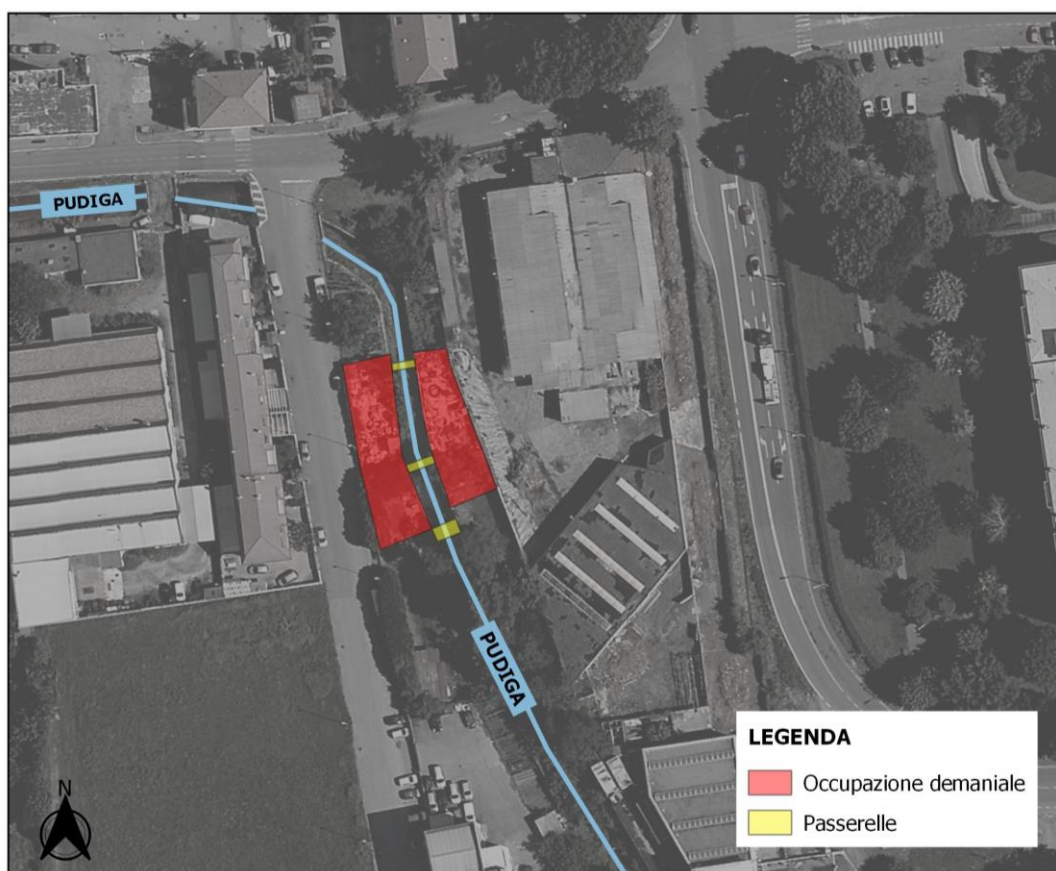


Figura 3 - Stralcio planimetrico con riportate le occupazioni demaniali rilevate e le tre passerelle sul torrente.



2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Gli interventi in progetto, finalizzati al ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso, interessano un tratto del torrente Pudiga di circa 400 metri, a partire dal ponte di via Manzoni a Novate Milanese al fine di consentire il regolare deflusso delle portate del corso d'acqua, attraverso la realizzazione delle seguenti lavorazioni:

- taglio della vegetazione presente in alveo e sulle sponde
- rimozione di accumuli di sedimento presenti in limitati tratti del corso d'acqua
- consolidamento spondale di alcuni tratti in erosione mediante formazione di scogliera in massi naturali

Rimandando allo specifico elaborato R6 – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici e agli elaborati grafici progettuali tavole T5.1/T5.2 – Sezioni tipologiche, nel seguito si propone una breve descrizione degli interventi in progetto.

2.1 Caratteristiche tecniche

2.1.1 Taglio vegetazione e abbattimento selettivo

Le attività di decespugliamento delle scarpate fluviali andranno prevalentemente eseguite con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante/triturante conforme alle vigenti disposizioni di legge. In tutti i casi ove non fosse possibile procedere con mezzo meccanico l'intervento sarà completato a mano. Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro fino a 10 cm, se necessario con due passate in senso opposto del mezzo operativo, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate. La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e eliminata mediante cippatura oppure regolarmente smaltita in discarica autorizzata. terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

Le attività di disboscamento selettivo delle scarpate fluviali comprendono le superfici in cui vi sia presenza di piante con diametro del tronco superiore a 10 cm. Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati e eliminati mediante cippatura oppure regolarmente smaltiti in discarica autorizzata. Durante la rimozione delle piante l'Appaltatore dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Appaltatore è comunque pienamente responsabile di



qualsiasi danno conseguente agli interventi di rimozione e dovrà, altresì, usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dalla Direzione Lavori.

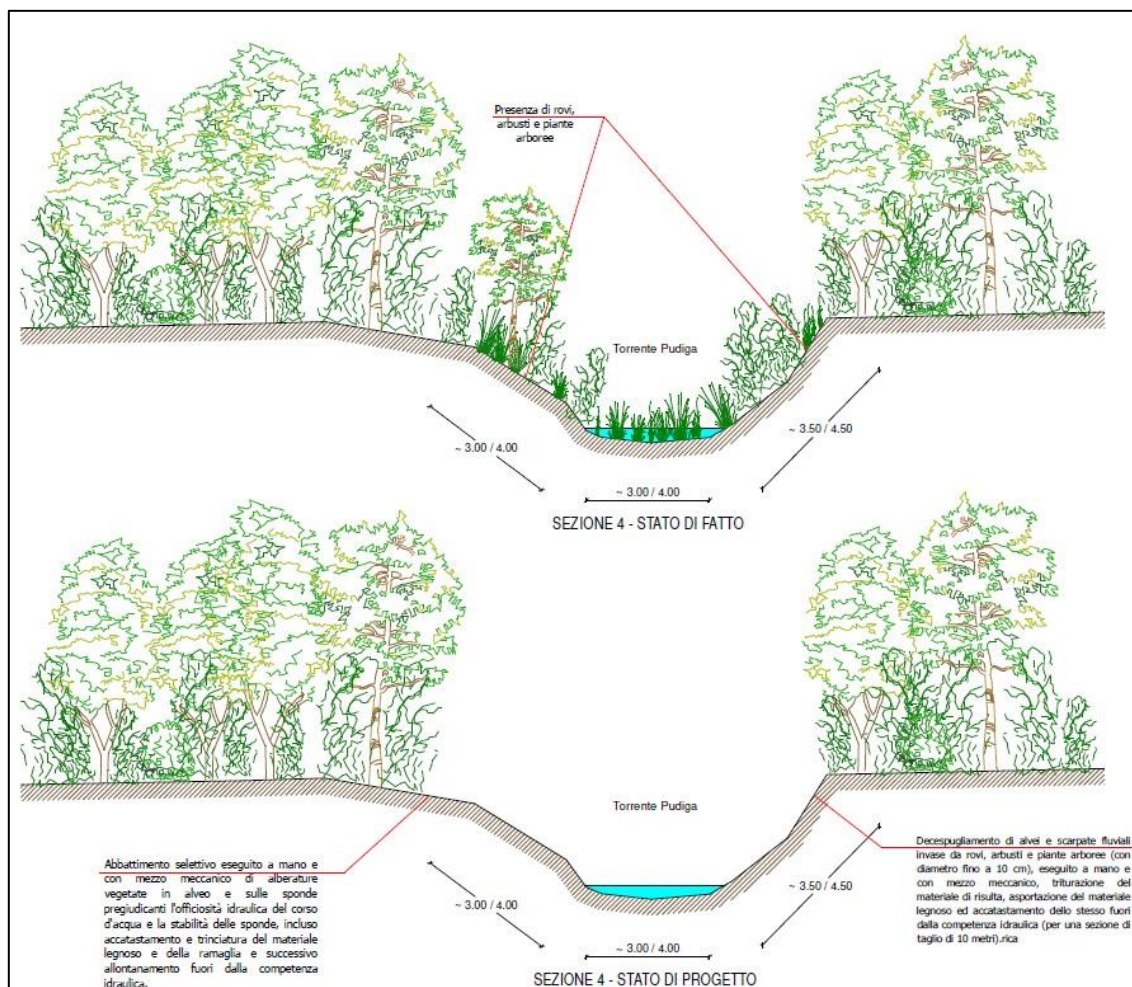


Figura 4 – Taglio vegetazione abbattimento selettivo: sezioni tipologiche relative allo stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto). L'intervento deve consentire di liberare dalla vegetazione presente l'alveo e le sponde del corso d'acqua.

2.1.2 Rimozione di sedimento

A valle del ponte stradale di via Manzoni si è formato un accumulo di materiale da rimuovere. La rimozione del sedimento presente in alveo potrà avvenire operando direttamente all'interno del corso d'acqua utilizzando un miniescavatore opportunamente calato in alveo oppure utilizzando la rampa di accesso in alveo da realizzare per la formazione della scogliera lungo la sponda destra più a valle. Le operazioni andranno svolte con attenzione in modo da operare senza provocare danneggiamenti al fondo e alle sponde del torrente, che in questo tratto sono realizzate in muri di calcestruzzo. Attraverso un escavatore dotato di braccio potrà successivamente essere rimosso dall'alveo il sedimento e caricato sui mezzi di trasporto per il conferimento a discarica.



La rimozione del sedimento nel tratto posto più a valle potrà essere effettuata accedendo direttamente in alveo tramite rampa di accesso in terra realizzata per la formazione della seconda scogliera in sponda sinistra. Anche in questo caso dovrà essere posta attenzione affinché durante le operazioni di scavo non si provochino danneggiamenti all'alveo e alle sponde del corso d'acqua.

Come già riportato al precedente paragrafo 1.3.3, il materiale presente in alveo è ritenuto classificabile con CER 17.05.04: in fase di esecuzione resta l'onere della ditta appaltatrice di svolgere le opportune analisi per la classificazione del materiale ai fini del corretto smaltimento in appositi impianti.

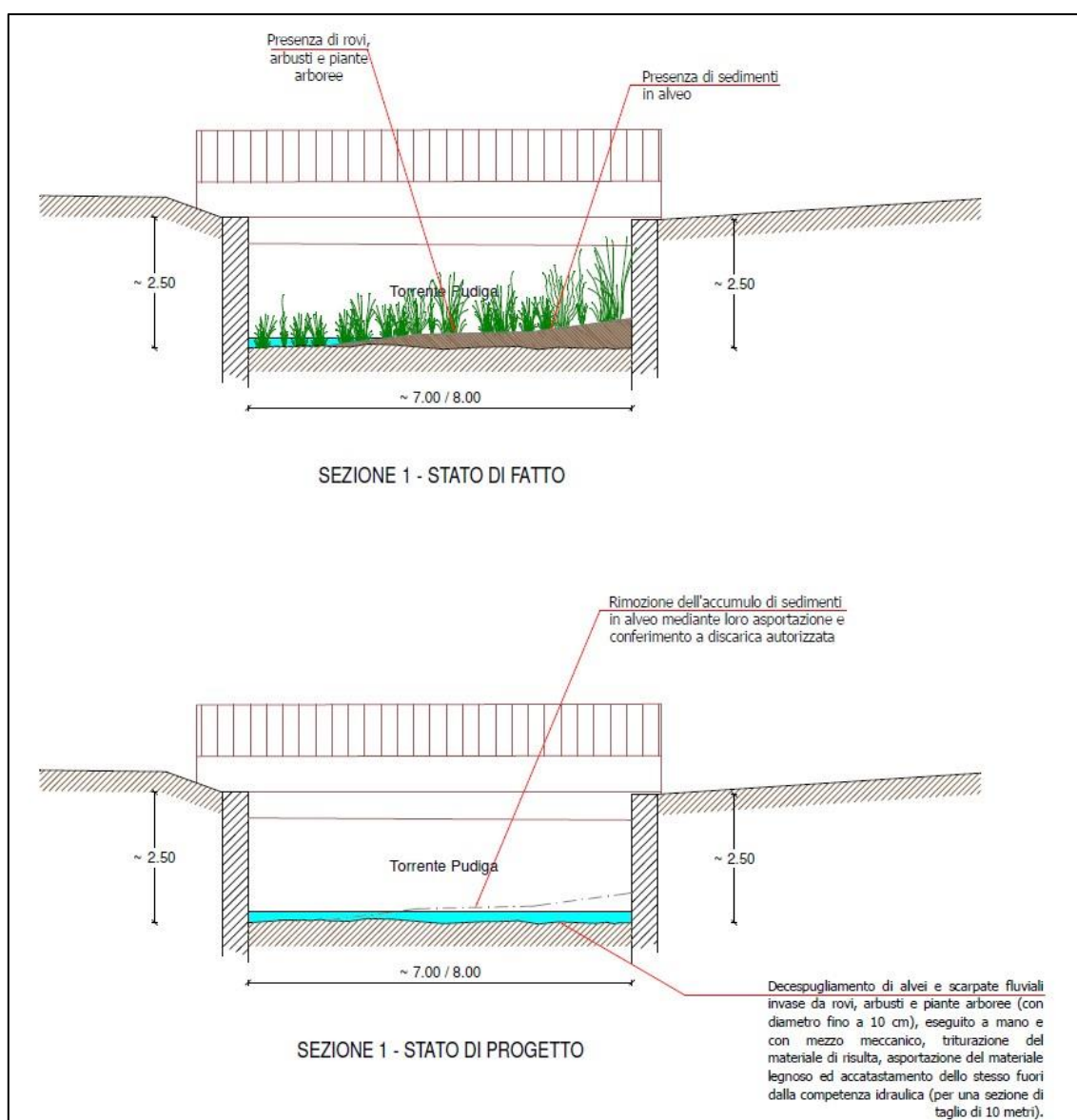


Figura 5 – Rimozione sedimento in alveo: sezioni tipologiche dell'intervento nello stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto) in corrispondenza del ponte stradale di via Manzoni.



2.1.3 Formazione di scogliera in massi

Le opere di protezione spondale previste dal progetto sono rappresentate da scogliere in massi, di natura granitica, gneissica, serpentinoso, ricavati da formazioni compatte, completamente inalterate, prive di microfratturazioni e, nel caso di utilizzo di rocce carbonatiche, solo se in strati di notevole spessore.

Le scogliere sono costituite da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda con massi intasati, come descritte negli elaborati grafici allegati al progetto.

La berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione e dovrà essere costituita da massi collocati in opera uno alla volta in modo che risultino stabili. I massi dovranno essere collocati in maniera tale che risultino stabili e non oscillanti. Il riempimento dei vuoti fra i massi dovrà essere effettuato utilizzando parte del materiale scavato, facendo attenzione che non rimangano interstizi fra un masso e l'altro.

La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte. Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti. I vuoti tra i massi dovranno essere intasati con materiale inerte terroso derivante dallo scavo.

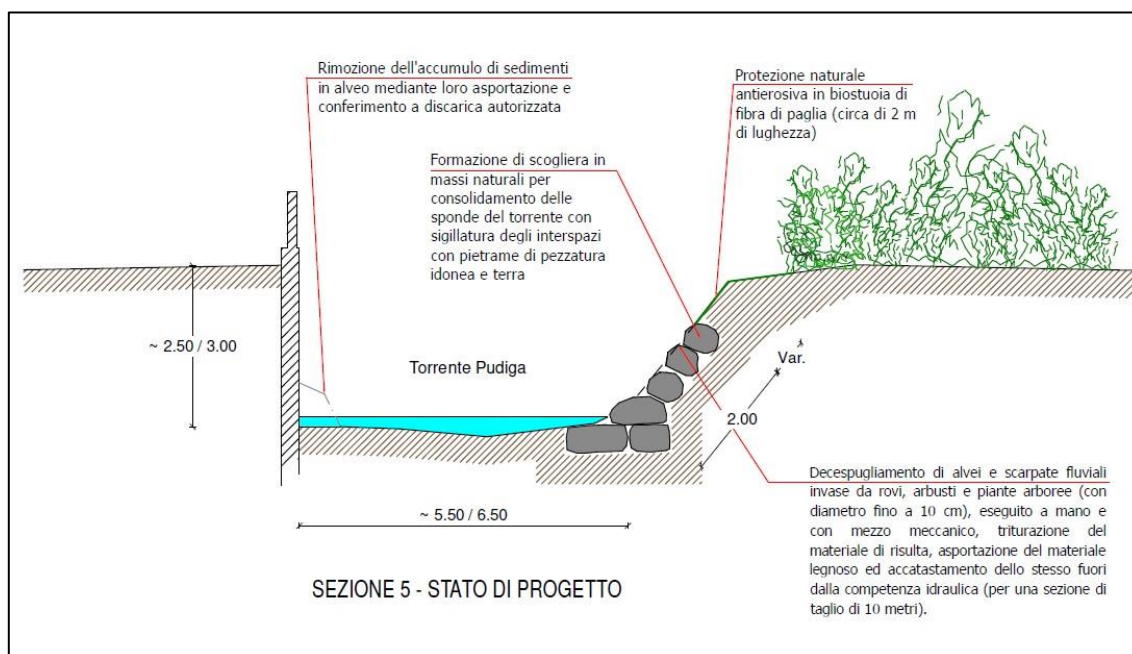


Figura 6 – Formazione scogliera: sezione tipologica relativa alla scogliera di monte in sponda destra.

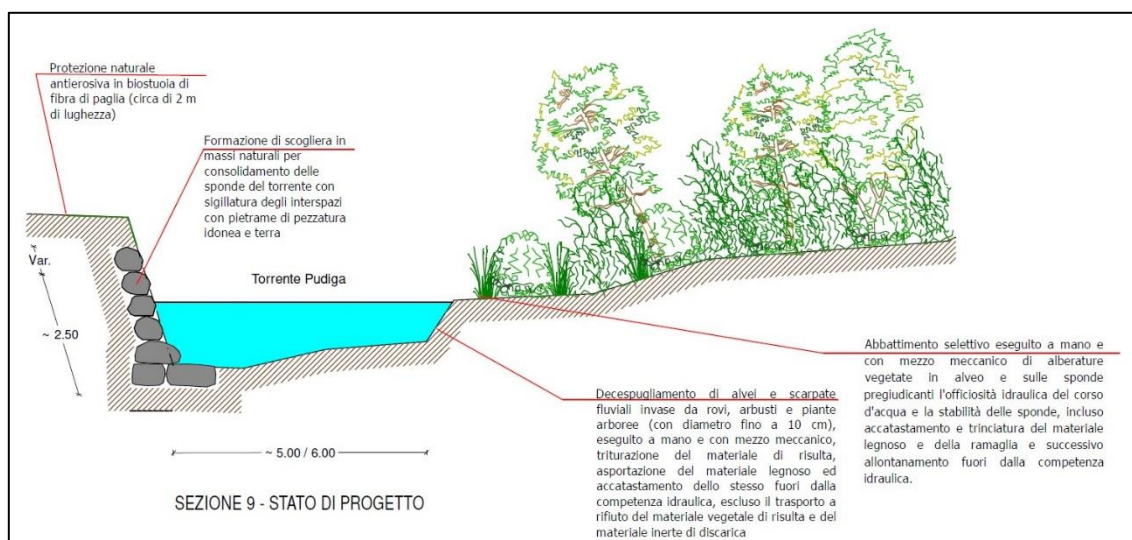


Figura 7 - Formazione scogliera: sezione tipologica relativa alla scogliera di valle in sponda sinistra.

2.2 Gestione delle materie

Nell'ambito delle lavorazioni in progetto sono previsti movimenti terra per la rimozione del sedimento accumulato in alveo e per la formazione delle scogliere in massi.

Come già riportato al precedente paragrafo 1.3.3, il materiale presente in alveo è ritenuto classificabile con CER 17.05.04: in fase di esecuzione resta l'onere della ditta appaltatrice di svolgere le opportune analisi per la classificazione del materiale ai fini del corretto smaltimento in appositi impianti autorizzati. Nel computo metrico estimativo sono state messe a disposizione risorse qualora il materiale non risultasse palabile e venisse classificato con codice CER 17.05.06. Qualora il materiale fosse classificabile con codice CER 17.05.04, queste risorse si renderanno disponibili per smaltire maggiori quantità di sedimento dal fondo alveo.

Nella zona sono stati individuati alcuni impianti per il recupero e lo smaltimento del materiale da scavo, ubicati a distanze variabili da Novate Milanese: nel computo metrico si è ipotizzato per il trasporto a discarica una distanza fino a 45 km. La ditta appaltatrice può ricorrere anche ad altri impianti di conferimento a condizione che siano certificati per il codice CER del materiale, purché non vi siano aumenti di costo per la Stazione Appaltante.

2.3 Interferenze con sottoservizi

Le lavorazioni e le opere in progetto interessano solo marginalmente il sottosuolo, in zone comprese nell'alveo e sulle sponde del corso d'acqua, per le quali si ritiene basso il rischio di interessare sottoservizi legati alle reti tecnologiche. In ogni caso è stata condotta un'analisi preliminare circa la presenza di eventuali sottoservizi nelle zone interessate dalle lavorazioni consultando il vigente Piano Urbano Generale dei Servizi e del Sottosuolo (PUGSS) del comune di Novate Milanese.



Per quanto riguarda le linee elettriche non dovrebbero esserci interferenze dal momento che l'unico attraversamento individuato, all'altezza di via Curiel, avviene per via aerea. Anche per quanto riguarda la rete distribuzione gas non sono state individuate interferenze, visto che l'unico attraversamento risulta essere in corrispondenza del ponte stradale tra via Manzoni e via Baranzate.

Per quanto riguarda le reti di acquedotto e fognatura, sempre all'altezza di via Curiel, si riscontra un attraversamento sotterraneo in un tratto dove non sono previste attività di scavo.

Infine, non si sono rilevate interferenze con le reti di telecomunicazione.

2.4 Occupazioni di suolo e accessi in alveo

Le attività verranno svolte all'interno dell'alveo del corso d'acqua, in ambito demaniale, pertanto non è prevista la necessità di occupazione di suolo riconducibile a soggetti privati, né temporaneamente né a titolo definitivo. Per consentire l'accesso al corso d'acqua si prevede la realizzazione di due rampe di accesso localizzate nei punti indicati nella tavola *S1 - Viabilità e accessi di cantiere*, alla quale si rimanda per maggiori dettagli. In questo caso si prevede l'occupazione temporanea, per la sola durata dei lavori, di alcuni terreni di proprietà privata.

2.5 Tempistica e durata degli interventi

La durata complessiva dell'intervento, comprensiva anche delle tempistiche per l'allestimento del cantiere e per il ripristino finale dei luoghi, è stimata in **60 giorni** naturali e consecutivi.

| | settimana 1 | | | | settimana 2 | | | | settimana 3 | | | | settimana 4 | | | | settimana 5 | | | | settimana 6 | | | | settimana 7 | | | | settimana 8 | | | | settimana 9 | | | |
|---|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|-------------|--|--|--|
| | l | m | g | v | l | m | g | v | l | m | g | v | l | m | g | v | l | m | g | v | l | m | g | v | l | m | g | v | l | m | g | v | | | | |
| Taglio vegetazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Allestimento cantiere | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taglio vegetazione (decespugliamento) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taglio vegetazione (abbattimento selettivo) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ripristino luoghi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rimozione sedimenti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Allestimento cantiere | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rimozione sedimenti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ripristino luoghi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Consolidamento sponde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Formazione scogliere in massi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| sistemazione sponde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fine cantiere e ripristino luoghi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2.6 Stima economica dell'intervento

Rimandando al dettaglio dell'elaborato *R5 - Computo metrico Estimativo*, l'importo complessivo delle lavorazioni in progetto risulta pari a € 77'423,26.=. (per quanto riguarda i prezzi utilizzati si rimanda agli elaborati *R3 - Elenco Prezzi* e *R4 - Analisi Prezzi*), ai quali si aggiungono € 1'936,84.=. di oneri specifici di sicurezza, per un totale complessivo di € 79'360,09.=.

Nel quadro economico, di cui all'elaborato *R8 - Quadro Economico*, si riporta la composizione delle spese in base al finanziamento complessivo pari a **120'000,00.=.** Euro.



RIPRISTINO DELL'OFFICIOSITA' IDRAULICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO MEDIANTE RISEZIONAMENTO DELL'ALVEO E CONSOLIDAMENTO SPONDE CON OPERE DI DIFESA IDRAULICA SUL TORRENTE PUDIGA A NOVATE MILANESE

CUP: C67H21002500002

PROGETTO DEFINITIVO

| | |
|--|--------------------------------|
| <p>RELAZIONE TECNICA GENERALE allegato 1 - relazione geologica</p> | <p>TAVOLA</p> <p>R1</p> |
|--|--------------------------------|

DIRETTORE GENERALE

DOTT.SSA ING. VALERIA CHINAGLIA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

DOTT. ING. STEFANO BURCHIELLI

PROGETTISTA

ING. FABIO TAGLIORETTI

GRUPPO DI LAVORO

GEOM. GIANMATTEO BELLINI

ARCH. ALBERTO GIUDICI

GEOM. LUCA GARAVAGLIA

| | | | | | |
|---|------|----------------------|--|----------------------------|--------------------------|
| <p>Est Ticino Villoresi Consorzio di Bonifica AREA TECNICA E GESTIONE RETE - SERVIZIO PROGETTAZIONE E IMMOBILI Via L. Ariosto, 30 - 20145 Milano centralino 02/48561301 - fax 02/48013031 - www.etvilloresi.it - e-mail: info@etvilloresi.it</p> | | | <p>DATA FEBBRAIO 2022</p> | | |
| | | | <p>NOME FILE: SDS / 2021-07 / Interventi manutenzione straordinaria 2021 / 02 - Pudiga Novate / 09-Progetto definitivo</p> | | |
| | | | <p>CODICE PROGETTO SDS 2021/07_02</p> | | |
| | | | <p>REDATTO iFT</p> | <p>CONTROLLATO iFT</p> | <p>APPROVATO iSB</p> |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE MODIFICA | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Provincia di Milano
COMUNE DI NOVATE MILANESE



**TORRENTE PUDIGA
REALIZZAZIONE NUOVO MURO
DI SOSTEGNO SPONDALE
VIA ALESSANDRO MANZONI**

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

Carpenedolo (BS), 16.11.2021

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

**Provincia di Pavia
COMUNE DI PAVIAA**

**TORRENTE PUDIGA
REALIZZAZIONE NUOVO MURO DI SOSTEGNO SPONDALE
VIA ALESSANDRO MANZONI**

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi
Via Lodovico Ariosto, 30
20145 - Milano (MI)

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | RIFERIMENTI NORMATIVI | 4 |
| 2 | GENERALITÀ..... | 6 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO..... | 7 |
| 3.1 | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO | 7 |
| 3.2 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO..... | 8 |
| 3.3 | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO..... | 9 |
| 4 | FATTIBILITÀ GEOLOGICA, VINCOLI E PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE | 10 |
| 5 | SISMICITÀ..... | 13 |
| 6 | INDAGINI GEOGNOSTICHE..... | 15 |
| 6.1 | GENERALITÀ..... | 15 |
| 6.2 | PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (SCPT) | 15 |
| 6.2.1 | GENERALITÀ..... | 15 |
| 6.2.2 | ATTREZZATURA | 16 |
| 6.2.3 | ELABORAZIONE..... | 16 |
| 6.2.4 | PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE PENETROMETRICHE SCPT | 16 |
| 7 | CONSIDERAZIONI SULLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DELL'AREA E SUGLI EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA | 18 |
| 7.1 | DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO..... | 18 |
| 7.2 | AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO | 19 |
| 7.3 | PROCEDURA REGIONE LOMBARDIA..... | 19 |
| 7.4 | DETERMINAZIONE DEL PERIODO DI RIFERIMENTO DEL SITO | 20 |
| 8 | AZIONE SISMICA..... | 22 |
| 8.1 | INTRODUZIONE..... | 22 |
| 8.2 | AZIONE SISMICA DI BASE | 23 |
| 8.3 | AZIONE SISMICA DI PROGETTO | 25 |
| 9 | RISCHIO DI LIQUEFAZIONE | 27 |
| 9.1 | GENERALITÀ..... | 27 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 10 | NATURA E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SOTTOSUOLO | 29 |
| 11 | CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI | 32 |

ALLEGATI

- Corografia generale in scala 1:10.000
- Carta Geologica in scala 1:100.000
- Planimetria generale con ubicazione indagini
- Sintesi risultati prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)
- Report fotografico

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- **Decreto Ministeriale 11/03/1988**

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"

- **Decreto Ministeriale 16/01/1996**

"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"

- **Decreto Ministeriale 14/01/2008**

Norme Tecniche per le Costruzioni

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Circolare n.617 del 02/02/2009**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 02/02/2009

- **Decreto Ministeriale 17/01/2018**

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Circolare n.7 del 21/01/2019**

Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018. Circolare 02/02/2009"

- **Eurocodice 8 (1998)**

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture -Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (2003)

- **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali UNI

- **Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002)

- **Legge Regionale Lombardia 11/03/2005 n. 12**

Legge per il Governo del Territorio

- **Legge Regionale Lombardia n.4 del 15/03/2016**

Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua

- **D.G.R. Lombardia n. 9/2616 del 30/11/2011**

Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12

- **D.G.R. Lombardia n. 10/2129 del 11/07/2014**

Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)

- **D.G.R. Lombardia n. 10/2489 del 10/10/2014**

Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»

- **D.G.R. Lombardia n. 10/4144 del 8/10/2015**

Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»

- **D.G.R. Lombardia n. 10/5001 del 30/03/2016**

Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)

- **Direttiva 2007/60/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23/10/2007**

Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni

- **D.Lgs 23/02/2010, n. 49**

Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni

- **D.P.C.M. 26/10/2015**

Approvazione del "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni" per il Distretto Idrografico Padano

- **Autorità di Bacino del Fiume Po**

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)-Interventi sulla rete idrografica e sui versanti-Norme di Attuazione

- **Autorità di Bacino del Fiume Po – Atto del Comitato Istituzionale - Deliberazione n.4/2015**

D.Lgs 23/02/2010, n. 49 e s.m.i., art.7, comma 8: adozione del "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni" del Distretto Idrografico Padano

- **Autorità di Bacino del Fiume Po – Atto del Comitato Istituzionale - Deliberazione n.2/2016**

Direttiva 2007/60/CE, art.7; D.Lgs. 3/04/2006, n.152 e s.m.i., art.63, comma 10; D.Lgs. 23/02/2010 n.49 e s.m.i., art. 7, comma 8 – Approvazione del "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico Padano" (PGRA)

- **D.G.R. Lombardia n. 10/6738 del 19/06/2017**

Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del "Piano dei Rischi di Alluvione" (PGRA)

- **Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Novate Milanese**

2 GENERALITÀ

Su incarico dell'Ing. Di Leo Alessandro, per conto della società Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche, nonché è stata redatta la presente geologica e sismica, sui terreni interessati dalla realizzazione di un nuovo muro di sostegno sponale lungo il torrente Pudiga, ubicato in Comune di Novate Milanese (MI), in via Alessandro Manzoni s.n.c..

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

L'opera in progetto, alla luce della normativa vigente (NTC 2018), appartiene al Tipo 2 (N.T.C. 2018 2.4.1, Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari) con Classe d'Uso II (N.T.C. 2018 2.4.2, Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti).

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

Per la caratterizzazione geologico-geotecnica dei terreni di sottofondazione e per la definizione della categoria di sottosuolo e della frequenza naturale di sito, nel mese di settembre 2021, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.2 prove penetrometriche dinamica continua (SCPT) di tipo super pesante (DPSH), spinta sino a profondità pari a -10.00 m da p.c.;

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

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Novate Milanese, che si estende su un'area di 5.46 km², è compreso tra una quota minima di 140 m s.m. nella porzione sud del Comune, e una massima di 153 m s.m. in corrispondenza del confine settentrionale.

L'area in oggetto, situata in Comune di Novate Milanese, presso via Alessandro Manzoni s.n.c.; ricade nel Foglio B6B1 della Carta Tecnica Regionale ed è centrata sulle coordinate 45°31'39.42" di latitudine N, 09°07'31.33" di longitudine E, a una quota di circa 145 m s.m.



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

Catastralmente l'area oggetto di intervento è identificata dal codice univoco n.2894961 del Foglio n.12 del Comune di Novate Milanese (codice catastale F955).



-Veduta aerea dell'area in esame (estratto da mappa catastale)-

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geologico, il territorio comunale di Novate Milanese, come gran parte della Provincia di Milano, è caratterizzato superficialmente da una facies fluvio-glaciale quaternaria che costituisce il livello principale dell'estesa pianura su cui è sito il Comune.

L'individuazione delle litologie superficiali sul territorio del Comune di Novate Milanese, è resa particolarmente difficile a causa della forte antropizzazione subita negli anni, che ha convertito il territorio da agricolo in densamente urbanizzato.

La litologia dell'area è quindi in prevalenza rappresentata da materiali costituiti in genere da ghiaie ben gradate con sabbia.

Dal punto di vista geomorfologico, la conformazione di base del territorio comunale è determinata prevalentemente dai processi di origine fluvioglaciale che ne hanno modellato l'aspetto conformandolo tramite la deposizione sub orizzontale dei materiali trasportati e la conseguente formazione dei terrazzi quaternari, che tuttavia oggi non appaiono in maniera marcata.

La presenza di un'unica unità litologica superficiale riconoscibile e generalmente omogenea sul territorio comunale è la ragione più importante di un rimodellamento piuttosto uniforme da parte degli agenti atmosferici, che non ha alterato di fatto l'originaria morfologia di deposizione.

Il successivo, intenso processo di urbanizzazione nell'area oggetto di studio ha quindi spostato il rimodellamento superficiale del terreno dalle cause "naturali" a quelle dovute al progressivo e significativo insediamento antropico: l'elevata percentuale dei terreni impermeabilizzati da opere di copertura artificiale come pure la deviazione/ri-sistemazione dei corsi d'acqua esistenti tramite canalizzazioni e/o tombinamenti, implica che le modellazioni morfologiche sono oggi interamente dettate dalle scelte degli interventi umani.

Il territorio risulta essere pianeggiante con una debole immersione da N verso S del 3.5 ‰ circa, ma se pure l'aspetto geomorfologico del Comune di Novate Milanese possa apparire diversificato antropicamente, gli elementi strutturali restano quelli intrinseci del territorio, e non rivelano aspetti suscettibili di dar luogo a possibili fenomeni geodinamici.

Secondo la Carta Geologica a scala 1: 100.000 Foglio N.45-MILANO, l'area in esame appartiene alle Ghiaie sabbiose e sabbie (prevalenti a sud), con strato superficiale di alterazione limitato a 40÷60 cm, generalmente brunastro, costituenti il Livello Fondamentale della Pianura (Diluvium Recente).

Morfologicamente il sito in esame, posto ad una quota di circa 145 m s.m., è ubicato in un'area pianeggiante, non soggetta a fenomeni di dinamica geomorfologica in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi.

3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La struttura idrogeologica generale dell'area è caratterizzata dalla presenza, procedendo dall'alto verso il basso, di falde libere o, dove si riscontra la presenza di intercalazioni argillose (anche a quote variabili), di falde semiconfinate o localmente confinate, che si sviluppano all'interno dei litotipi permeabili: tali caratteristiche individuano il cosiddetto "Acquifero tradizionale".

Secondo la Suddivisione in Unità idrogeologiche, proposta dallo studio sulle falde profonde della Provincia di Milano (Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. et Al. 1995), che mette in relazione le caratteristiche litologico -stratigrafiche con le modalità di circolazione idrica, l'area di studio rientra nella denominazione di "Unità ghiaioso - sabbiosa" databile al Pleistocene superiore- Olocene.

In base a studi più recenti, mirati e approfonditi, a tale suddivisione in unità litologiche viene fatta corrispondere una suddivisione in unità idrostratigrafiche ("Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" redatta da Regione Lombardia ed Agip - 2002") che individuano, all'interno dell'Acquifero Tradizionale, un gruppo acquifero A ed un gruppo acquifero B

La suddivisione è basata, oltre che su dati di pozzi e di appositi sondaggi geognostici anche profondi, su una notevolissima mole di dati sismici.

Seguono le unità idrostratigrafiche C e D della citata pubblicazione della Regione Lombardia - Agip, che corrispondono al III° acquifero di Francani e Pozzi del 1981 e all'unità stratigrafica denominata litozona sabbioso-argillosa di Martinis e Mazzarella, 1971.

In specifico, e a scala locale, sembra di poter affermare che, nell'ambito territoriale del Comune di Novate Milanese, il gruppo acquifero A potrebbe avere uno spessore cumulativo dei depositi incoerenti permeabili di poco superiore ai 40 m ed il suo limite basale si porrebbe alla quota che non risulta molto inferiore ai 100 m s.m.

Per quanto riguarda invece il gruppo acquifero B, immediatamente sottostante il gruppo A, lo spessore cumulativo dei suoi depositi porosi permeabili è poco meno di 20 m, ed il limite basale si trova indicativamente intorno ai 75-80 m s.m.

I depositi del primo acquifero ricevono direttamente l'alimentazione dalle piogge, dai corsi d'acqua e dalle irrigazioni, e, a loro volta, alimentano parzialmente alcune delle falde semiconfinate .

Le importanti variazioni di livello subite dalla falda freatica nella città di Milano e nel suo hinterland, sono in parte collegabili all'andamento del regime pluviometrico, ma in prevalenza all'evoluzione che il prelievo idrico ha subito negli anni.

Nel territorio comunale, la falda superficiale ha direzione di movimento NO-SE, con soggiacenze variabili fra 15÷20 m nel settore occidentale del territorio comunale e fra 20-30 m nel settore centro-orientale.

Nel corso delle indagini eseguite non è stata osservata la presenza di falda acquifera sino alla massima profondità raggiunta dalle indagini (-10.00 m da p.c.), in accordo con i dati riportati sul PGT comunale, che nell'area oggetto di intervento indicano una soggiacenza pari a circa 15-18 m.

4 FATTIBILITÀ GEOLOGICA, VINCOLI E PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

La fase di progettazione e di valutazione della fattibilità dell'intervento prevede l'analisi delle limitazioni d'uso del territorio (vincoli) individuati e riportati nella "Componente geologica, idrogeologica, e sismica" del Piano di Governo del Territorio Comunale, nonché delle limitazioni relative alla normativa sovraordinata (Provinciale, Regionale e di Bacino).

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

- In riferimento alla "Carta di Fattibilità geologica per le azioni di piano", l'area oggetto di intervento ricade in classe 4b (Classe di fattibilità geologica con gravi limitazioni-aree allagate in occorrenza di eventi meteorici frequenti)
- In riferimento alla "Carta dei vincoli", l'area oggetto di intervento risulta inclusa all'interno della fascia di rispetto di 10 m del reticolo idrico principale.
- In riferimento al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, l'area oggetto di intervento ricade nello scenario di pericolosità frequente (P3/H) per l'ambito territoriale di Reticolo Principale (RP), classificata con rischio molto elevato (R4) e moderato (R1).
- Con riferimento alla Carta della Pericolosità Sismica Locale l'area oggetto di intervento risulta inquadrata nello scenario sismico Z4a (zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi).

Sulla base di quanto sopra esposto, gli interventi in progetto sono compatibili in relazione ai vincoli e alle limitazioni comunali e sovracomunali presenti nell'area in oggetto in quanto l'opera in progetto è classificata come intervento di sistemazione idrologica/idrogeologica necessario alla messa in sicurezza dei siti.

In relazione ai vincoli a scala sovracomunale (PAI e PGRA), legati alla posizione dell'area oggetto di intervento all'interno dello scenario di rischio frequente per l'ambito di Principale (RP) con rischio molto elevato (H/R4), i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, da svolgersi secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla D.G.R. IX/2616/201122.

Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell'ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA, sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA.

Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio, è facoltà del Comune applicare, anche all'interno degli edificati esistenti, le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M (fasce A e B) o richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che utilizzi come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile,

accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista.

Nelle figure seguenti sono riportati gli stralci della cartografia ufficiale consultata con l'ubicazione dell'area oggetto di intervento.



Classe di fattibilità 2: Fattibilità con modeste limitazioni.

F2 Aree con limitazioni modeste. (...) Per gli ambiti assegnati alla classe 2 sono indicati gli eventuali approfondimenti di indagine e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

Classe di fattibilità 3: Fattibilità con consistenti limitazioni.

F3a Area messa in sicurezza e destinata a parco pubblico (parte), e nuova Z.I. (parte)
(In queste aree le edificazioni sono condizionate dalla prescrizione secondo cui qualsiasi intervento deve mantenere l'integrità del sistema che garantisce l'isolamento dei materiali di riempimento della ex cava)

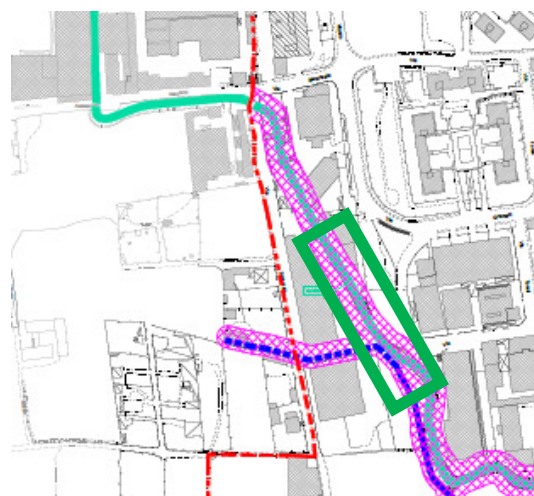
F3b Area di parco intercomunale (PLIS)
Qualsiasi edificazione nell'area è soggetta anche ad autorizzazione dell'autorità del parco

F3c Area allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali (tr 100 anni)
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagate con minore frequenza con caratteristiche tali da non pregiudicare l'incolumità di persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento delle attività economiche - fonte direttiva alluvioni 2007/60/CE revisione 2015

Classe di fattibilità 4: Fattibilità con gravi limitazioni.

F4a Aree con limitazioni gravi. (...) sono escluse nuove edificazioni ad eccezione delle opere di consolidamento o sistemazione idraulica. Per gli edifici esistenti è consentita la manutenzione, il restauro e gli adeguamenti sismici previsti dalla normativa.

F4b Area allagate in occasione di eventi meteorici frequenti (tr 20-50 anni)
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondate con consistenti fenomeni di trasporto solido - fonte direttiva alluvioni 2007/60/CE revisione 2015



VINCOLI IDROGEOLOGICI / IDROGRAFICI

- Zona di tutela assoluta dei pozzi pubblici ad uso idropotabile (raggio 10 m)
- Zona di rispetto dei pozzi pubblici ad uso idropotabile (raggio 200 m salvo ripermetrazioni)
- Fasce di rispetto del reticolo idrico, come previste dall'art. 96 del R.D. 25 Luglio 1904 n.523 (10 m)
- Fasce di rispetto del reticolo idrico, come previste dall'art. 96 del R.D. 25 Luglio 1904 n.523 (10 m), per i tratti abbandonati - Tale Vincolo decade a seguito della sdemianizzazione delle aree

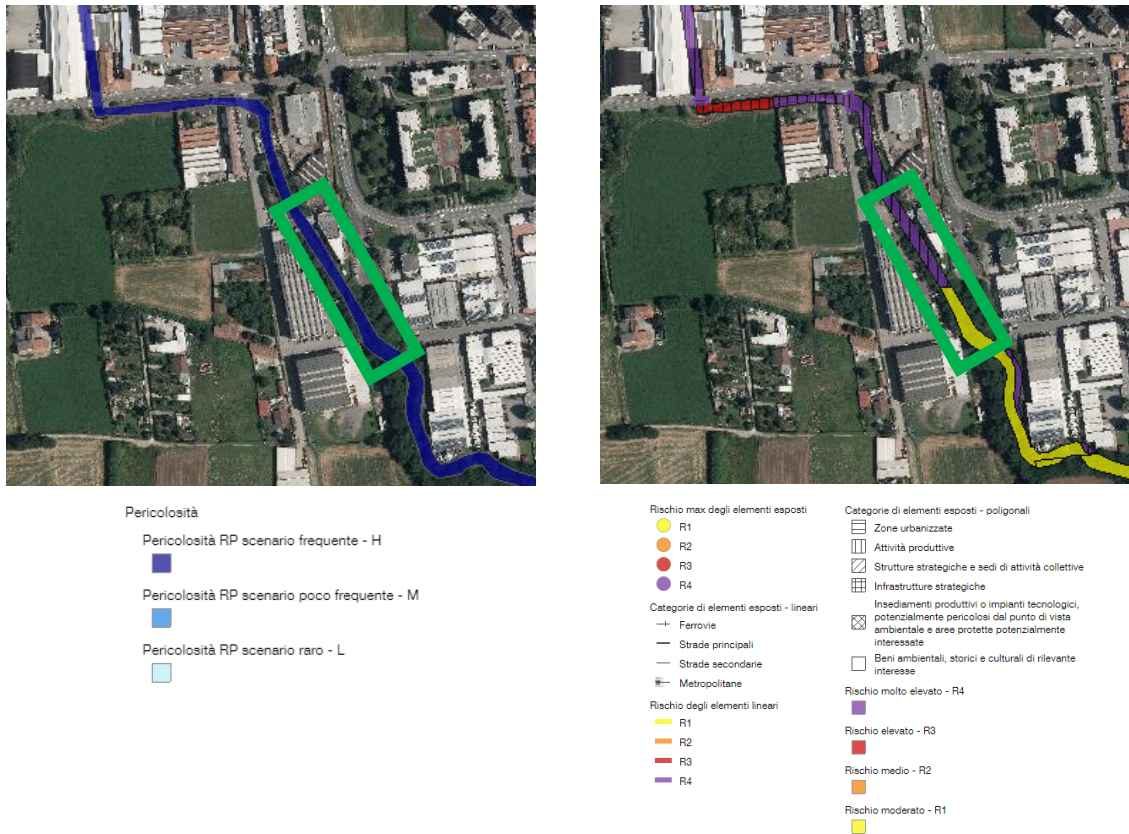
ELEMENTI IDROGRAFICI

- | | | |
|--|---|------------------------------|
| | TORRENTE PUDEGA | } RETICOLO IDRICO PRINCIPALE |
| | TORRENTE GARBOGGERA | |
| | TORRENTE GARBOGGERA Tombinato | |
| | TORRENTE GARBOGGERA (Alveo abbandonato) | |
| | TORRENTE GARBOGGERA (Alveo tombinato abbandonato) | |
| | CANALI DERV. VILLORESI | } RETICOLO IDRICO MINORE |
| | CANALI DERV. VILLORESI (tombinato) | |
| | FONTANILI ESISTENTI | |
| | ALVEO FONTANILE ABBANDONATO | |

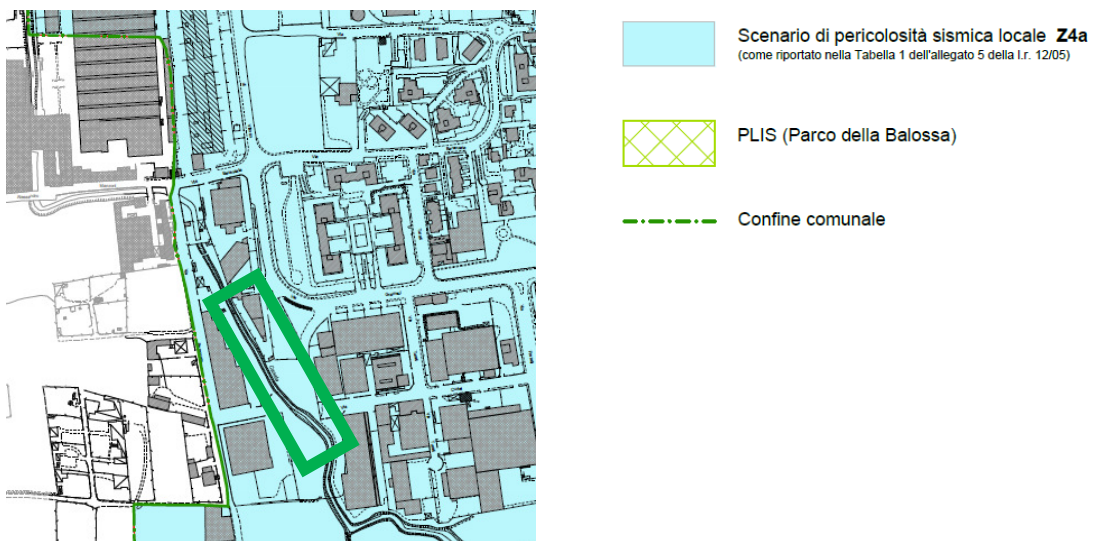
ALTRI ELEMENTI DI INTERESSE

- PLIS (Parco della Balossa)
- Vasca di laminazione - fonte: Studio di fattibilità AdPO ott 2004

-Stralcio Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano e stralcio Carta dei Vincoli-



-Stralcio Carte Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA): pericolosità (sinistra) e rischio (destra)-



-Stralcio Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL)-

5 SISMICITÀ

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

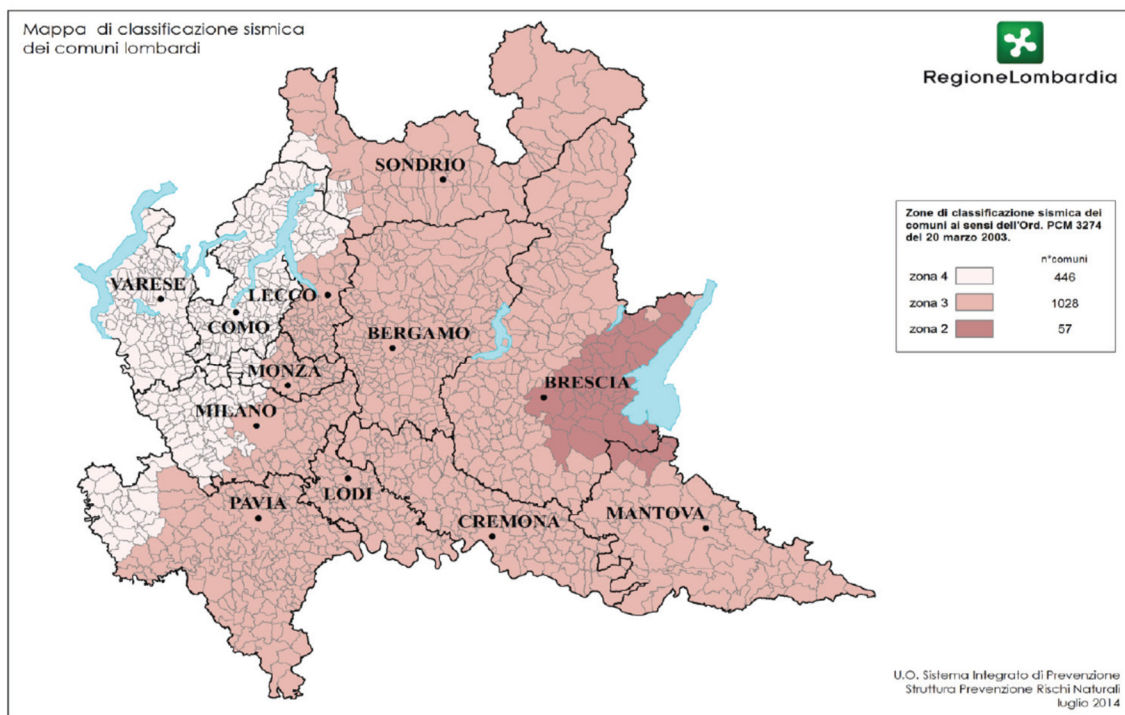
La normativa vigente sul rischio sismico è di seguito riassunta:

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

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

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

Dal 10/04/2016, con l'entrata in vigore del D.G.R. n. 10/2129, il Comune di Novate Milanese viene classificato in **zona 4**.



-Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi-

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

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

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

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

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

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

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

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

6.1 GENERALITÀ

La necessità di acquisire validi e significativi dati geotecnici, circa le caratteristiche del sottosuolo, ha suggerito l'esecuzione di un'indagine geognostica specifica; essa è consistita nell'esecuzione di:

- n.2 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT) di tipo super pesante (DPSH), spinte sino a profondità pari a -10.00 m da p.c.;

Negli allegati specifici, annessi al presente documento, sono riportati, i risultati delle prove in sito eseguite, nonché la relativa documentazione fotografica.

Nei paragrafi seguenti sono sinteticamente descritte le lavorazioni effettuate.

6.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (SCPT)

6.2.1 GENERALITÀ

Durante la campagna di indagini sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro super pesante (DPSH), realizzate secondo la normativa EN ISO 22476-2, in conformità con le procedure ISSMF del 1998 e con le Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (A.G.I.).

Le prove penetrometriche dinamiche consistono nell'infissione verticale all'interno del terreno, di una punta conica avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante.

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

Durante la prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di un tratto di 20.0 cm della punta ed alternativamente del rivestimento (se utilizzato).

La prova si considera a rifiuto nel caso in cui il numero di colpi necessario all'infissione della punta di 20 cm è superiore a 100.

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

I parametri geotecnici del terreno di fondazione possono essere ricavati da relazioni empiriche proposte da vari autori correlando il numero di colpi del penetrometro con quelli della prova SPT, oppure correlando la resistenza dinamica R_{PD} alla resistenza alla punta q_c ottenuta con le prove penetrometriche statiche CPT. Le prove sono state eseguite con penetrometro statico/dinamico Pagani TG 63-200 KN da 20 ton, montato su semovente cingolato.

6.2.2 ATTREZZATURA

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

- Aste $\varnothing 32-34$ mm, $L=1.00$ m, peso 5.9 kg/m;
- Punta conica $\varnothing 50.5$ mm, angolo di apertura pari a 90° , area pari a 20.03 cm²;
- Tubi metallici di rivestimento $\varnothing_{EST}=48$ mm, peso 5.3 kg/m;
- Scarpa tagliente per colonna di rivestimento;
- Dispositivo di infissione della punta dotato di dispositivo di sganciamento automatico costituito da un maglio di peso pari a 73 kg, che cade liberamente da un'altezza costante di 0.75 m, e da una testa di battuta avvitata alla sommità della batteria di aste (energia specifica per colpo eseguito pari a 238 kJ/m²);
- Dispositivo conta colpi analogico.

6.2.3 ELABORAZIONE

Al fine di garantire l'uniformità dei risultati di prove eseguite con diverse attrezzature, per ogni passo di infissione della punta (di spessore pari a 20 cm), viene calcolata la resistenza alla penetrazione dinamica (R_{pd}), mediante la seguente formulazione (Formulazione Olandese):

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

Dove:

- M (kg): massa del maglio;
- H (cm): altezza di caduta del maglio;
- A (cm²): area della sezione trasversale della punta;
- e (cm): infissione media per colpo ($e=\delta/N$);
- δ (cm): avanzamento della punta (in questo caso 0.20 m);
- N (-): numero di colpi necessario alla penetrazione della punta di un tratto di lunghezza standard (in questo caso N_{20});
- P (kg): peso totale aste e sistema di battuta.

Nello specifico allegato sono riportati i tabulati dei risultati ottenuti da ogni singola prova e i grafici dell'andamento di N_{20} e R_{pd} con la profondità.

6.2.4 PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE PENETROMETRICHE SCPT

I parametri geotecnici dei terreni interessati dalle prove sono stati ricavati suddividendo i depositi investigati in livelli caratterizzati da valori di N_{20} relativamente costanti; per ogni livello è stato calcolato il valore di N_{SPT} equivalente ottenuto dalla seguente formulazione:

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

Dove:

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

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

Dai valori di $N_{SPT, EQ}$ ottenuti, opportunamente corretti in funzione del carico litostatico e della lunghezza delle aste ($(N_1)_{60-EQ}$), sono stati successivamente calcolati i principali parametri geotecnici medi associati agli strati utilizzando le seguenti correlazioni empiriche:

- Densità relativa: determinata secondo le formulazioni proposte da Terzaghi & Peck (1967) e da Yoshida & Kokusho (1988);
- Angolo di attrito efficace: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Peck, Hansaon & Thornburn (1974) e da Meyerhof (1956);
- Coesione non drenata: determinata utilizzando le correlazioni proposte da Terzaghi & Peck (1948) e da Sivrikay & Togol (2007);
- Modulo di deformazione drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Tornaghi et Al. e da Bowles (1987);
- Modulo di deformazione drenato al 25%: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Jamiolkowsky (1988) e da Stroud (1989);
- Modulo di deformazione non drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Bowles (1987) e da Kulhawy & Mayne (1990).

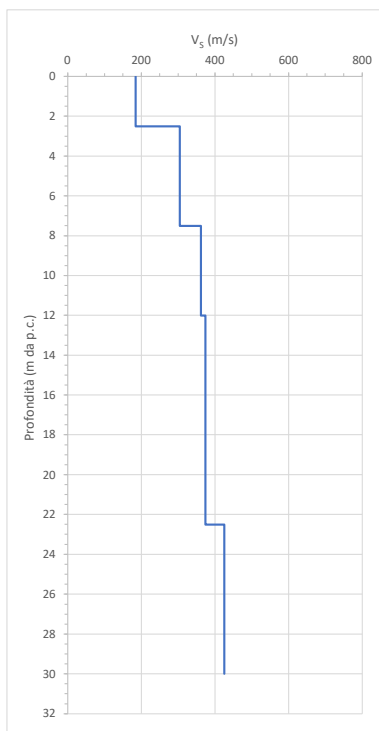
Nello specifico allegato sono riportate le tabelle di sintesi dei risultati delle prove SCPT effettuate e i corrispondenti parametri geotecnici ricavati dalla stessa, utilizzando le correlazioni di cui sopra.

7 CONSIDERAZIONI SULLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DELL'AREA E SUGLI EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

7.1 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Nella campagna di indagine eseguita a supporto del progetto dell'intervento oggetto della presente relazione, non sono state eseguite indagini geofisiche sito specifiche.

Di conseguenza per la definizione della categoria di sottosuolo e per la verifica di eventuali amplificazioni litologiche o topografiche sito specifiche, si è fatto riferimento all'indagine geofisica eseguita in via Torriani per l'aggiornamento del PGT comunale, di cui si riporta la tabella sismostratigrafica e il diagramma Vs-Profondità.



| TABELLA SISMOSTRATIGRAFICA | | |
|----------------------------|-----------------|-------------|
| Profondità (m da p.c.) | Spessore (m) | Vs (m/s) |
| 2.50 | 2.50 | 185 |
| 7.50 | 5.00 | 305 |
| 12.00 | 4.50 | 362 |
| 22.50 | 10.50 | 374 |
| 30.00 | 7.50 | 425 |

- Diagramma vs-Profondità e tabella sismostratigrafica -

Si sottolinea che nell'aggiornamento del PGT il valore $v_{s,EQ}$ è stato calcolato nell'intervallo -6.00÷-36.00 m da p.c., identificando una categoria di sottosuolo B: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/s".

Nel caso in esame, risulta più corretto ricalcolarsi il valore di $v_{s,EQ}$ in quanto il piano di posa della nuova opera risulta molto più superficiale rispetto a quello considerato nel PGT comunale (il piano di posa della nuova opera di difesa spondale è stato ipotizzato cautelativamente a -1.00 m da p.c.).

Sulla base di quanto sopra esposto, si può ricavare che i terreni costituenti il sottosuolo dell'area oggetto di intervento sono caratterizzati da $v_{s,EQ}$ pari a 353 m/s, calcolato a partire da piano fondazioni (ipotizzato a -1.00 m da p.c.), di conseguenza la categoria di sottosuolo è C.

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

- Categoria di sottosuolo per i depositi Mindeliani -

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

- Espressioni di S_s e C_c -

7.2 AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

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

Il parametro calcolato per ciascun Comune da Regione Lombardia è riportato in una banca dati e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa nazionale (NTC 2018) risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione del sito.

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

| INTERVALLO | CATEGORIA DI SOTTOSUOLO | | | |
|------------|-------------------------|-----|-----|-----|
| (secondi) | B | C | D | E |
| 0.1÷0.5 | 1.4 | 1.8 | 2.2 | 2.0 |
| 0.5÷1.5 | 1.7 | 2.4 | 4.2 | 3.1 |

-Fattori di amplificazione definiti da Regione Lombardia per il Comune di Novate Milanese-

7.3 PROCEDURA REGIONE LOMBARDIA

1° LIVELLO

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

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

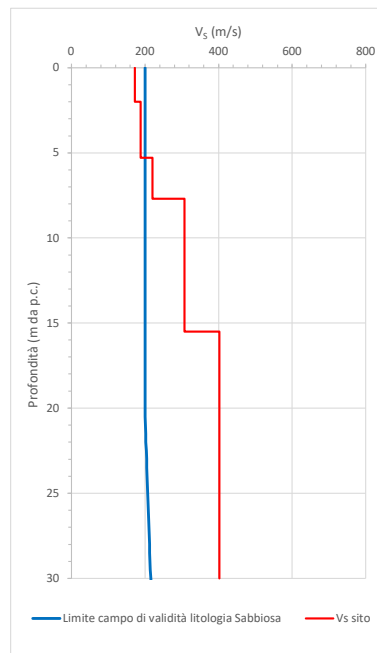
2° LIVELLO

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

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

Di fatto l'indagine geofisica evidenzia nei primi metri da piano fondazione valori di V_s di circa 185 m/s, in progressivo aumento con la profondità fino alla massima profondità ricavata che è di circa -31.00 m da p.c. (-30.00 m da piano fondazione).

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



- Andamento V_s scheda litologia sabbiosa Regione Lombardia/MASW -

7.4 DETERMINAZIONE DEL PERIODO DI RIFERIMENTO DEL SITO

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

$$T(s) = \frac{4 \times \sum_1^n h_i}{\frac{\sum_1^n v_{s,i} \times h_i}{\sum_1^n h_i}}$$

Dove h_i è lo spessore in metri dello strato i-esimo, $v_{s,i}$ è la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo e n è il numero di strati.

L'applicazione della relazione implica di conoscere l'andamento delle velocità con la profondità sino a raggiungimento di velocità delle onde di taglio $\geq 800\text{m/s}$. Nel caso in esame non è stato individuato il bedrock sismico fino a circa -31.00 m da p.c., pertanto si è dovuto stimare l'andamento delle velocità in profondità.

A tale scopo sono state utilizzate informazioni geologiche tratte da bibliografia oltre a valutare il trend di incremento della velocità con la profondità, ipotizzando una profondità del bedrock sismico a circa -55.0 m da piano fondazioni.

Considerando che la velocità del primo strato equivalente, di spessore pari a 6.50 m (a partire da piano fondazioni), è di circa 265 m/s e che la verifica degli effetti è stata condotta a partire da piano fondazioni, si ricava quanto segue:

- Periodo proprio di sito $T = 0.56\text{ s}$
- Fattore di amplificazione ricavato dalla scheda litologia sabbiosa per periodo $0.1 \div 0.5\text{ s}$: $F_a = 1.3$ (soglia comunale categoria C = 1.9 ± 0.1)
- Fattore di amplificazione ricavato dalla scheda litologia sabbiosa per periodo $0.5 \div 1.5\text{ s}$: $F_a = 1.9$ (soglia comunale categoria C = 2.4 ± 0.1)

Tenendo conto di un valore di variabilità di ± 0.1 del valore della soglia comunale, come previsto da normativa regionale, i valori di F_a caratteristico del sito di studio relativo alla categoria di sottosuolo C risultano entrambi inferiori ai valori di soglia comunale per i periodi $0.1 \div 0.5\text{ s}$ e $0.5 \div 1.5\text{ s}$.

Sulla base di quanto sopra esposto, la normativa nazionale è da ritenersi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito sia per il periodo $0.1 \div 0.5\text{ s}$ sia per il periodo $0.5 \div 1.5\text{ s}$, di conseguenza in fase di verifiche geotecniche e strutturali si potrà assumere la categoria di sottosuolo ricavata dalle indagini geofisiche eseguite (categoria di sottosuolo C).

8 AZIONE SISMICA

8.1 INTRODUZIONE

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

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

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

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

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

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \pi r^2$$

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

$$V_R = V_N \times C_U$$

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

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

-Categoria e coefficienti di amplificazione stratigrafica (NTC 2018)-

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

-Categoria e coefficienti di amplificazione topografica (NTC 2018)-

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

$$a_{max} = a_g \times S_s \times S_T$$

8.2 AZIONE SISMICA DI BASE

La definizione dei parametri sismici di progetto è stata eseguita, direttamente per il sito in esame, a partire dai parametri fondamentali per l'opera in progetto.

Sulla base delle caratteristiche dell'opera, sono stati scelti i seguenti parametri:

| | | |
|--------------------------|-------------|--|
| Tipo di costruzione: | Categoria 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni normali |
| Vita nominale (V_N): | 50 anni | Funzione del tipo di costruzione |

| | | |
|-----------------------------------|---------|--|
| Classe d'uso: | II | Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti |
| Coefficiente C_u : | 1.0 | Funzione della classe d'uso |
| Periodo di riferimento (V_R): | 50 anni | |

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

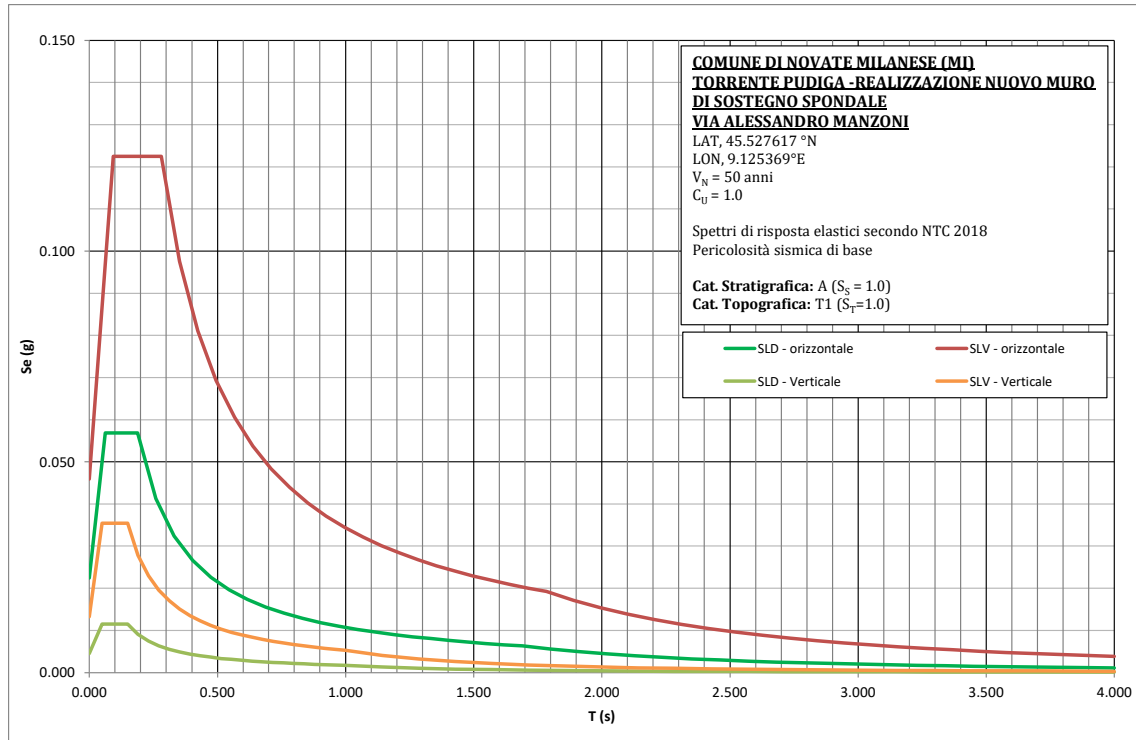
- Sito in esame: via Alessandro Manzoni, s.n.c. – Novate Milanese (MI)
- Latitudine: 45.527617°N
- Longitudine: 9.125369°E

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

| PARAMETRI SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA SU SUOLO RIGIDO | u.m. | STATO LIMITE | | | |
|---|------|--------------|-------|-------|-------|
| | | SLO | SLD | SLV | SLC |
| Probabilità di superamento (P_{VR}) | % | 81 | 63 | 10 | 5 |
| Tempo di ritorno (T_R) | anni | 30 | 50 | 475 | 975 |
| Accelerazione orizzontale massima attesa (su suolo rigido) (a_g) | g | 0.018 | 0.022 | 0.046 | 0.055 |
| Valore massimo fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0) | - | 2.554 | 2.532 | 2.668 | 2.709 |
| Tempo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T^*_d) | s | 0.160 | 0.188 | 0.280 | 0.301 |

-Parametri sismici spettro di risposta elastica su suolo rigido-

Nella figura seguente vengono riportati gli spettri elastici di base (su suolo rigido) orizzontale e verticale (NTC 2018) relativi allo stato limite di danno (SLD) e allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).



- Spettri di risposta elastici su suolo rigido (NTC 2018)-

8.3 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

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

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

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

- Categoria stratigrafica: definita sulla base delle considerazioni e dello studio dell'amplificazione sismica locale secondo la normativa regionale fatte al §7.

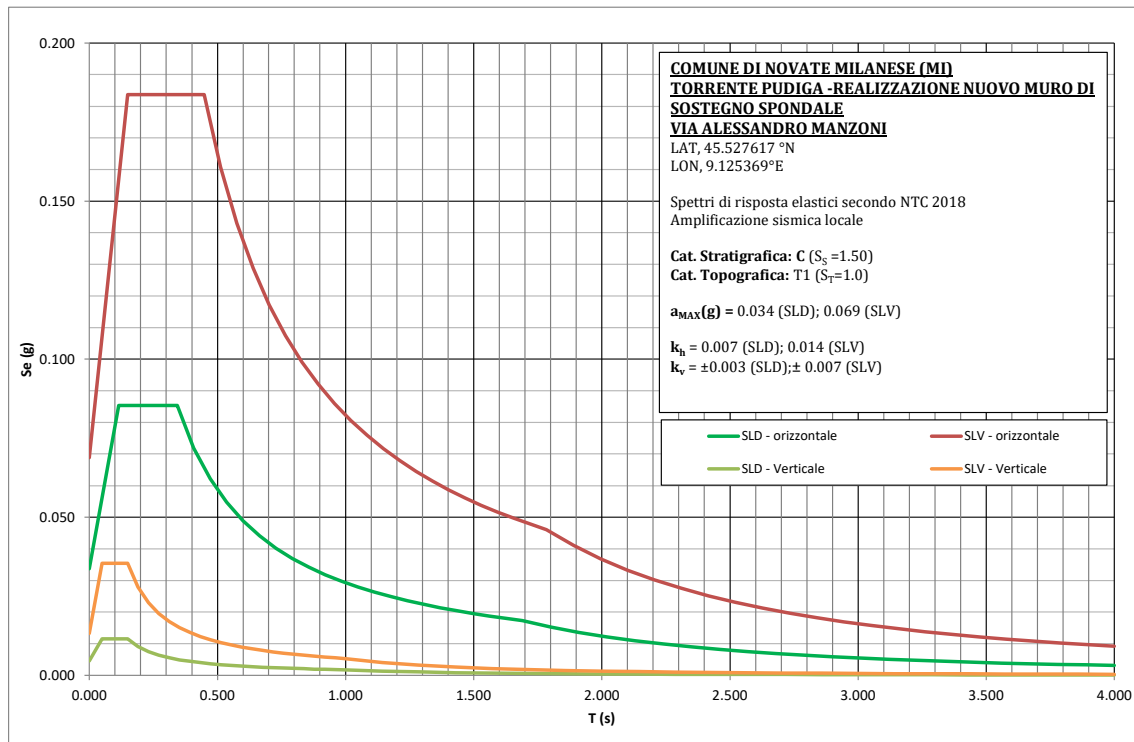
Categoria di sottosuolo: C *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi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

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

| PARAMETRI SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA DI PROGETTO | u.m. | STATO LIMITE | | | |
|---|------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | SLO | SLD | SLV | SLC |
| Coefficiente topografico (S_T) | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Coefficiente stratigrafico (S_S) | - | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Coefficiente di modifica del periodo (C_c) | - | 1.923 | 1.821 | 1.598 | 1.561 |
| Accelerazione orizzontale massima attesa di progetto ($a_{MAX}(g)$) | g | 0.027 | 0.034 | 0.069 | 0.083 |
| Accelerazione orizzontale massima attesa di progetto (a_{MAX}) | m/s ² | 0.262 | 0.331 | 0.675 | 0.812 |
| Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa (β_s) | - | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Coefficiente sismico orizzontale (k_H) | - | 0.005 | 0.007 | 0.014 | 0.017 |
| Coefficiente sismico verticale (k_V) | - | 0.003 | 0.003 | 0.007 | 0.008 |

-Parametri sismici spettro di progetto sito specifici-

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



-Spettri di risposta elastici di progetto sito specifici -

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalle NTC 2018:

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

9 RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

9.1 GENERALITÀ

La liquefazione di un terreno è un fenomeno di drastica riduzione (o completo annullamento) della resistenza al taglio dello stesso, causata dall'aumento delle pressioni interstiziali a seguito di un evento sismico.

Generalmente possono essere suscettibili a liquefazione depositi saturi costituiti da sabbia fine o media, con contenuto in fine variabile generalmente da 0 a 25%, da poco a mediamente addensati, posizionati a profondità inferiori a -15.00÷-20.00 m da p.c..

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche, è soggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti soprastanti. Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie; se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far aumentare la pressione interstiziale fino a eguagliare o superare la pressione litostatica, si sviluppa il fenomeno della liquefazione.

I metodi di calcolo permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto tra la resistenza ciclica mobilitata (R) e le azioni cicliche indotte dal sisma (T), ovvero:

$$F_s = \frac{R}{T}$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza sarà inferiore o pari a 1.

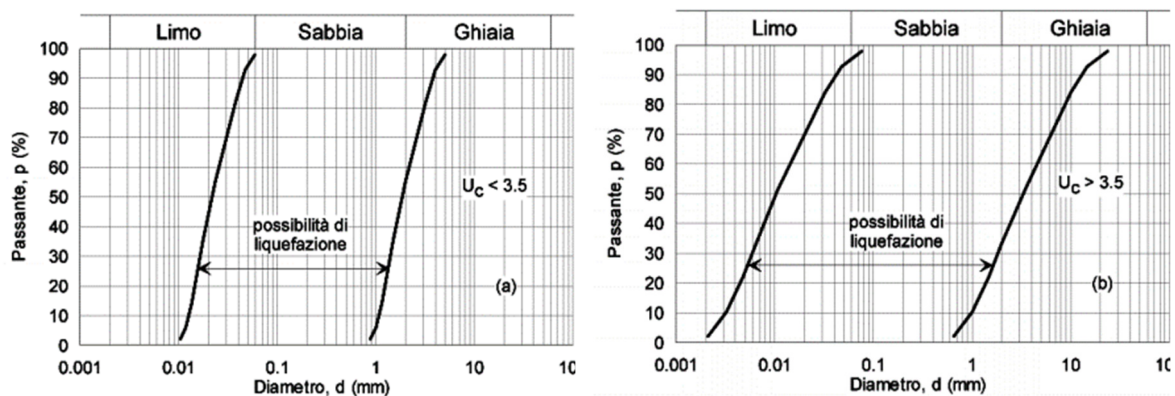
Le azioni cicliche indotte da un evento sismico (T) dipendono dai parametri dell'evento stesso, mentre la resistenza ciclica mobilitata (R) è funzione delle caratteristiche meccaniche del deposito, (principalmente del suo stato di addensamento), e può essere ricavato attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche, statiche o con le velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) all'interno dei terreni, ricavate da stendimenti di sismica a rifrazione o da indagini geofisiche in foro.

In ogni caso la verifica alla liquefazione può essere esclusa, in accordo con la normativa vigente (NTC 2018), quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15.0 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- Depositati costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{C1,N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata da prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100

kPa e $q_{C1,N}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure successive nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



Nel caso in oggetto, viste le caratteristiche simiche e idrogeologiche sito specifiche, in accordo con quanto prescritto dalla normativa vigente, la verifica alla liquefazione è stata esclusa.

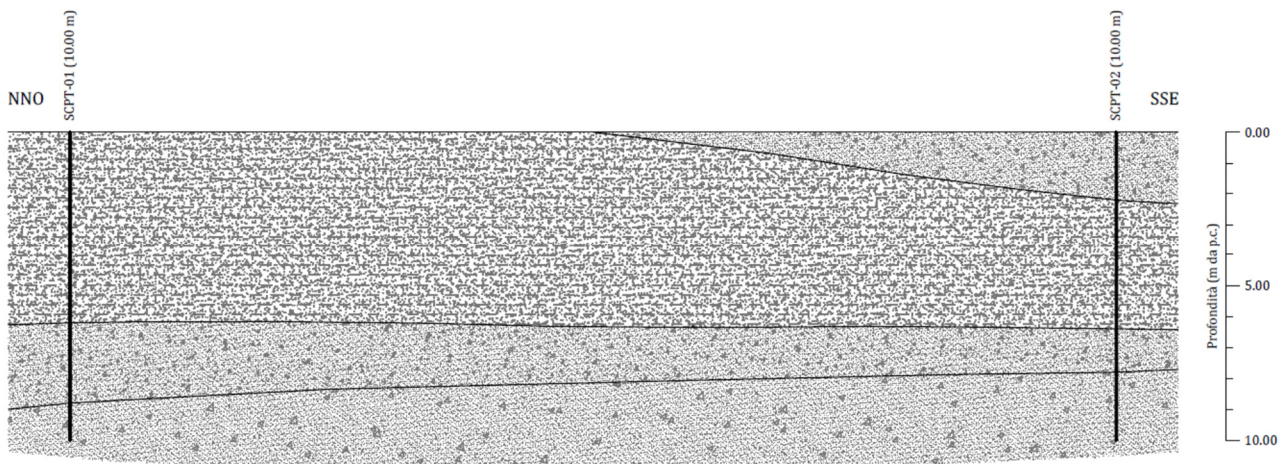
10 NATURA E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SOTTOSUOLO

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

Al di sotto di uno strato di un livello di sabbia con ghiaia, con percentuale di limo variabile, moderatamente addensata di natura fluvioglaciale, presente solo localmente (prova SCPT-02), di spessore pari a 2.20 m, sono presenti depositi granulari di natura fluvioglaciali, costituiti da sabbia ghiaiosa, localmente con ghiaia, con percentuale di limo variabile, da poco a moderatamente addensata passanti a circa -6.20÷6.40 m da p.c. a sabbia e ghiaia debolmente limosa, moderatamente addensata, fino a profondità variabili fra -7.80 m da p.c. e -8.80 m da p.c., seguiti da depositi di natura fluvioglaciale addensati, costituiti da ghiaie sabbiose, debolmente limose, fino alla massima profondità raggiunta dalle indagini (-10.00 m da p.c.).

Durante l'esecuzione delle indagini la falda acquifera non è stata rinvenuta sino alla massima profondità raggiunta (pari a -10.00 m da p.c.).

Nella figura seguente è riportato il modello geologico dell'area oggetto di indagine.



-Modello geologico dell'area-

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

UNITÀ GEOTECNICA A

- Depositi fluvioglaciali granulari moderatamente addensati: di sabbia con ghiaia, con percentuale di limo variabile
- Profondità: da 0.00 m a -2.20 m da p.c. (presente solo localmente)

| | |
|---|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Densità relativa (%) | $D_r = 60-70$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$) | $\phi' = 33-34$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 260-270$ |

UNITÀ GEOTECNICA B

- Depositi fluvioglaciali granulari da poco a moderatamente addensati: costituiti da sabbia ghiaiosa, localmente con ghiaia, con percentuale di limo variabile
- Profondità: da 0.00÷-2.20 m da p.c. a -6.20÷-6.40 m da p.c.

| | |
|---|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Densità relativa (%) | $D_r = 35-45$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$) | $\phi' = 28-30$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 160-200$ |

UNITÀ GEOTECNICA C

- Depositi fluvioglaciali granulari moderatamente addensati: sabbia e ghiaia deb. limosa
- Profondità: da -3.80 m da p.c. a -5.20 m da p.c. (presente solo localmente), e da -6.20÷-6.40 m da p.c. a -7.80÷8.80 m da p.c.

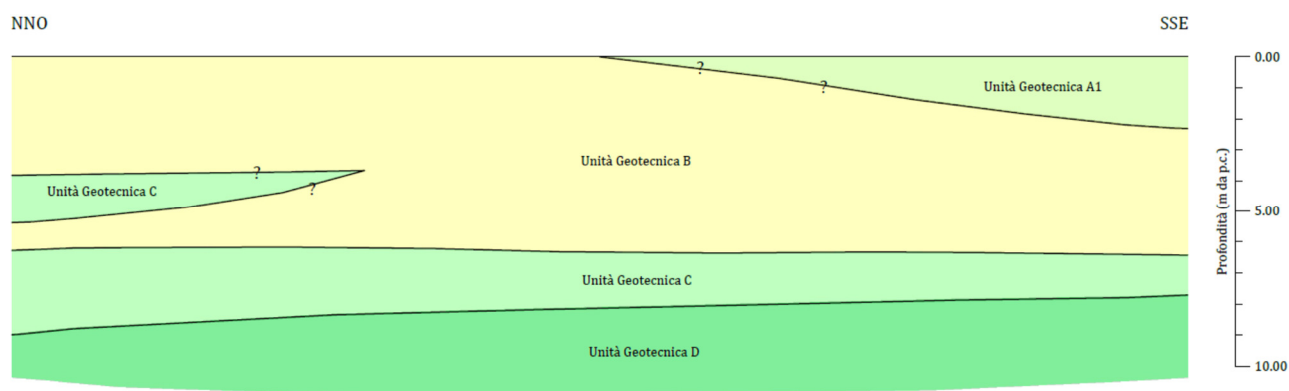
| | |
|---|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Densità relativa (%) | $D_r = 55-65$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$) | $\phi' = 33-34$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 330-350$ |

UNITÀ GEOTECNICA D

- Depositi fluvioglaciali granulari addensati: ghiaia sabbiosa, debolmente limose
- Profondità: da -7.80÷-8.80 m da p.c. a -10.00 m da p.c. (massima profondità raggiunta dalle indagini)

| | |
|------------------------------------|-------------------|
| Peso di volume naturale (t/mc) | $\gamma_N = 1.89$ |
| Peso di volume saturo (t/mc) | $\gamma_N = 2.01$ |
| Coesione efficace (kg/cmq) | $c' = 0.0$ |
| Angolo di resistenza al taglio (°) | $\phi' = 35-28$ |
| Modulo elastico (kg/cmq) | $E = 440-450$ |

Nella figura seguente è riportato in forma grafica il modello geotecnico adottato per il sito in esame.



-Modello geotecnico di riferimento per l'area in esame-

Alla luce di quanto sopra esposto è ragionevole estrapolare i dati ottenuti dall'indagine puntuale all'intero volume di terreno di fondazione in ogni singolo settore omogeneo, facendo cautelativamente riferimento, in sede di verifiche geotecniche, ai parametri più cautelativi delle unità sopra definite e agli spessori più pregiudizievoli per la sicurezza dell'opera.

11 CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

La presente relazione è stata redatta al fine di valutare le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche di un'area ubicata nel comune di Novate Milanese, in via Alessandro Manzoni, s.n.c., interessata dalla realizzazione di un nuovo muro di sostegno sponale in corrispondenza di un tratto del torrente Pudiga.

A tal fine, per verificare la natura dei terreni presenti nei primi metri di sottosuolo in corrispondenza dell'area, sono state eseguite n.2 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT) di tipo super pesante (DPSH), spinta sino a profondità pari a -10.00 m da p.c..

La definizione della categoria di sottosuolo per il calcolo dei parametri sismici sito-specifici è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dall'indagine geofisica eseguita per l'aggiornamento del PGT comunale (MASW), reinterpretati dalla scrivente, nonché dall'analisi di secondo livello prescritta da Regione Lombardia.

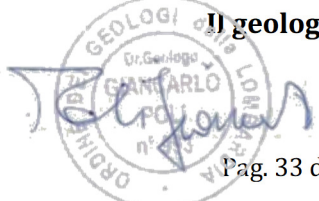
Tali indagini hanno messo in evidenza la presenza, al di sotto di uno strato di un livello di sabbia con ghiaia, con percentuale di limo variabile, moderatamente addensata di natura fluvioglaciale, presente solo localmente (prova SCPT-02), di spessore pari a 2.20 m, sono presenti depositi granulari di natura fluvioglaciali, costituiti da sabbia ghiaiosa, localmente con ghiaia, con percentuale di limo variabile, da poco a moderatamente addensata passanti a circa -6.20÷-6.40 m da p.c. a sabbia e ghiaia debolmente limosa, moderatamente addensata, fino a profondità variabili fra -7.80 m da p.c. e -8.80 m da p.c., seguiti da depositi di natura fluvioglaciale addensati, costituiti da ghiaie sabbiose, debolmente limose, fino alla massima profondità raggiunta dalle indagini (-10.00 m da p.c.).

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

- La geomorfologia dell'area, limitatamente alla zona interessata dagli interventi, risulta esente da fenomeni in rapida evoluzione geomorfologica in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi e la buona riuscita delle opere in progetto.
- Il livello piezometrico della prima falda durante la campagna di indagine non è stato osservato sino alla massima profondità raggiunta dalle indagini (-10.00 m da p.c.), in accordo con quanto riportato sul P.G.T. comunale, che indica una soggiacenza compresa fra -15.00÷-18.00 m da p.c..
- L'area oggetto di intervento ricade in classe di fattibilità geologica con gravi limitazioni (aree allagate in occorrenza di eventi meteorici frequenti).
- Dall'analisi della carta dei vincoli a scala comunale è emerso che l'area oggetto di intervento risulta inclusa all'interno della fascia di rispetto di 10 m del reticolo idrico principale.
- Dall'analisi delle carte dei vincoli territoriali a scala sovracomunale (PAI e PGRA), è emerso che l'area oggetto di intervento ricade nello scenario di pericolosità frequente (P3/H) per l'ambito territoriale di Reticolo Principale (RP), classificata con rischio molto elevato (R4) e moderato (R1).

- Dall'analisi delle Norme di attuazione del P.GT. comunale e degli strumenti di pianificazione sovra comunali (PAI e PGRA), gli interventi in progetto risultano compatibili in relazione ai vincoli e alle limitazioni di cui sopra.
- Con riferimento alla Carta della Pericolosità Sismica Locale l'area è inquadrata nello scenario Z4a (zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi)
- Sulla base dell'indagine sismica eseguita il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità da piano fondazioni (ipotizzate a -1.00 m da p.c.) ($V_{s,eq}$) nei terreni interessati dall'intervento in oggetto è pari a 353 m/s, pertanto la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."
- L'analisi di 2° livello per l'amplificazione sismica di sito eseguita utilizzando il metodo Regione Lombardia ha fornito, relativamente ai periodi $0.1 \div 0.5$ s e $0.5 \div 0.15$ s, valori F_a di sito rispettivamente pari a 1.3 e 1.9 per la categoria di sottosuolo C, entrambi inferiori ai corrispettivi valori di soglia comunale definiti da Regione Lombardia (rispettivamente pari a 1.9 ± 0.1 e 2.4 ± 0.1 per la categoria di sottosuolo C); in fase di verifiche geotecniche e strutturali, si potrà quindi adottare lo spettro previsto da normativa per la categoria di sottosuolo ricavata dalle indagini geofisiche (categoria C).
- L'accelerazione sismica massima attesa nell'area di studio (a_{MAX}) per lo Stato Limite di Vita (SLV), definita a partire dalla pericolosità sismica di base sito specifica e dai parametri sismici di progetto, risulta pari a 0.675 m/s^2 . I corrispondenti coefficienti verticale e orizzontale per le fondazioni sono rispettivamente: $K_h=0.014$ e $K_v= \pm 0.007$.
- La verifica a liquefazione dei terreni di fondazione, in accordo con quanto prescritto dalla normativa vigente, è stata esclusa sulla base delle caratteristiche idrogeologiche e sismiche sito specifiche, in quanto una drastica riduzione della resistenza al taglio in occasione dello sviluppo di un evento sismico è altamente improbabile.
- In fase esecutiva, dato il carattere puntuale dei dati forniti dalle indagini, sarà comunque opportuno verificare la rispondenza delle condizioni locali con le caratteristiche litologiche ed idrogeologiche indicate nella presente relazione; nel caso di mancata rispondenza si consiglia la sospensione dei lavori e la tempestiva comunicazione agli scriventi. Nell'eventualità anche le condizioni geotecniche e quindi di stabilità dei depositi dovranno essere rivedute e corrette.

Carpenedolo (BS), 16.11.2021

Il geologo

Pag. 33 di 34

ALLEGATI

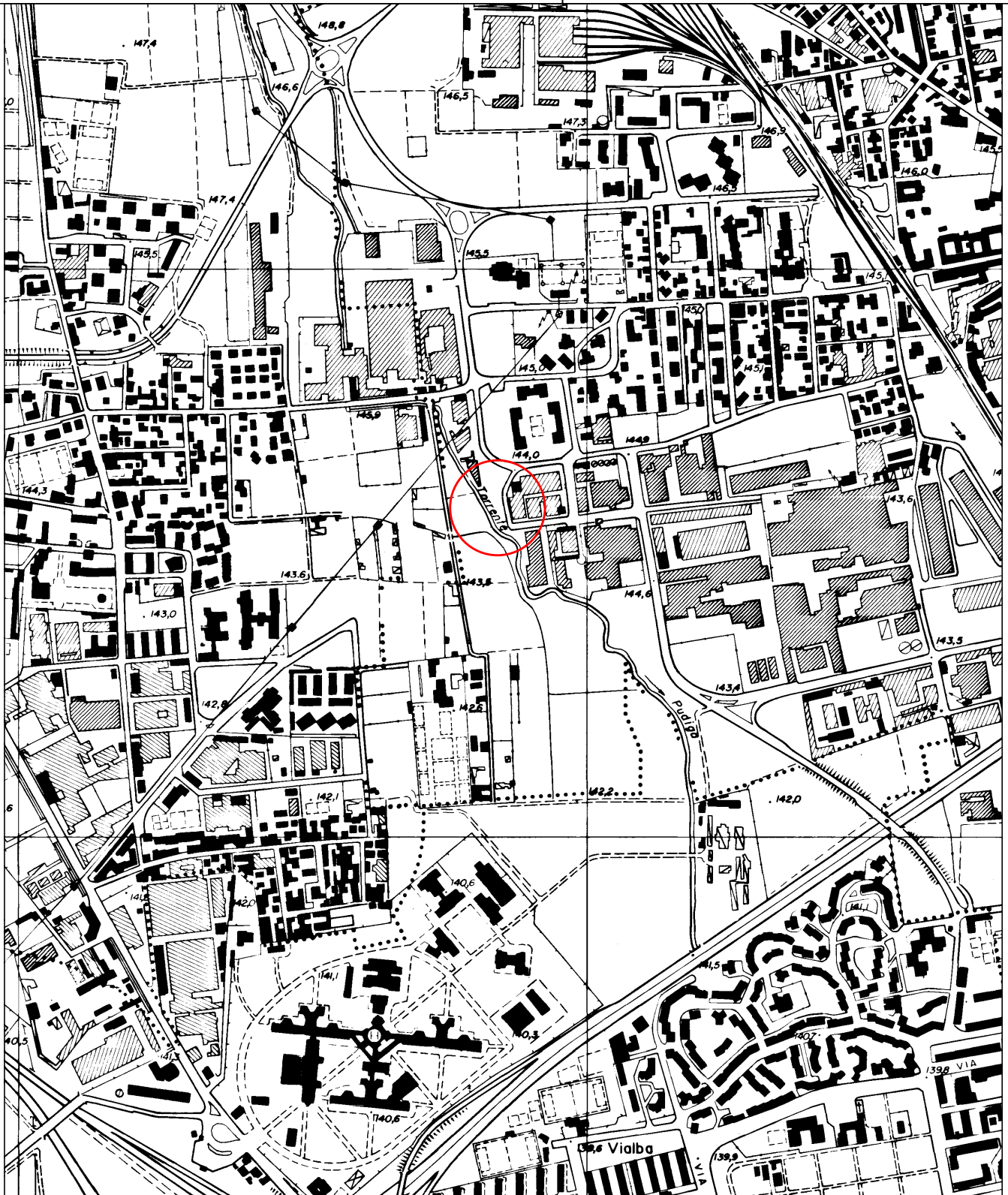
STUDIO ASSOCIATO GEO TECNICA

COROGRAFIA

1:10000

Provincia di Milano
Comune di NOVATE MILANESE
TORRENTE PUDIGA - REALIZZAZIONE NUOVO MURO DI SOSTEGNO
SPONDALE - VIA ALESSANDRO MANZONI

Sez. C.T.R. B6B1
Base cartografica Carta Tecnica Regionale
Regione Lombardia

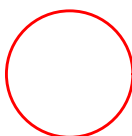
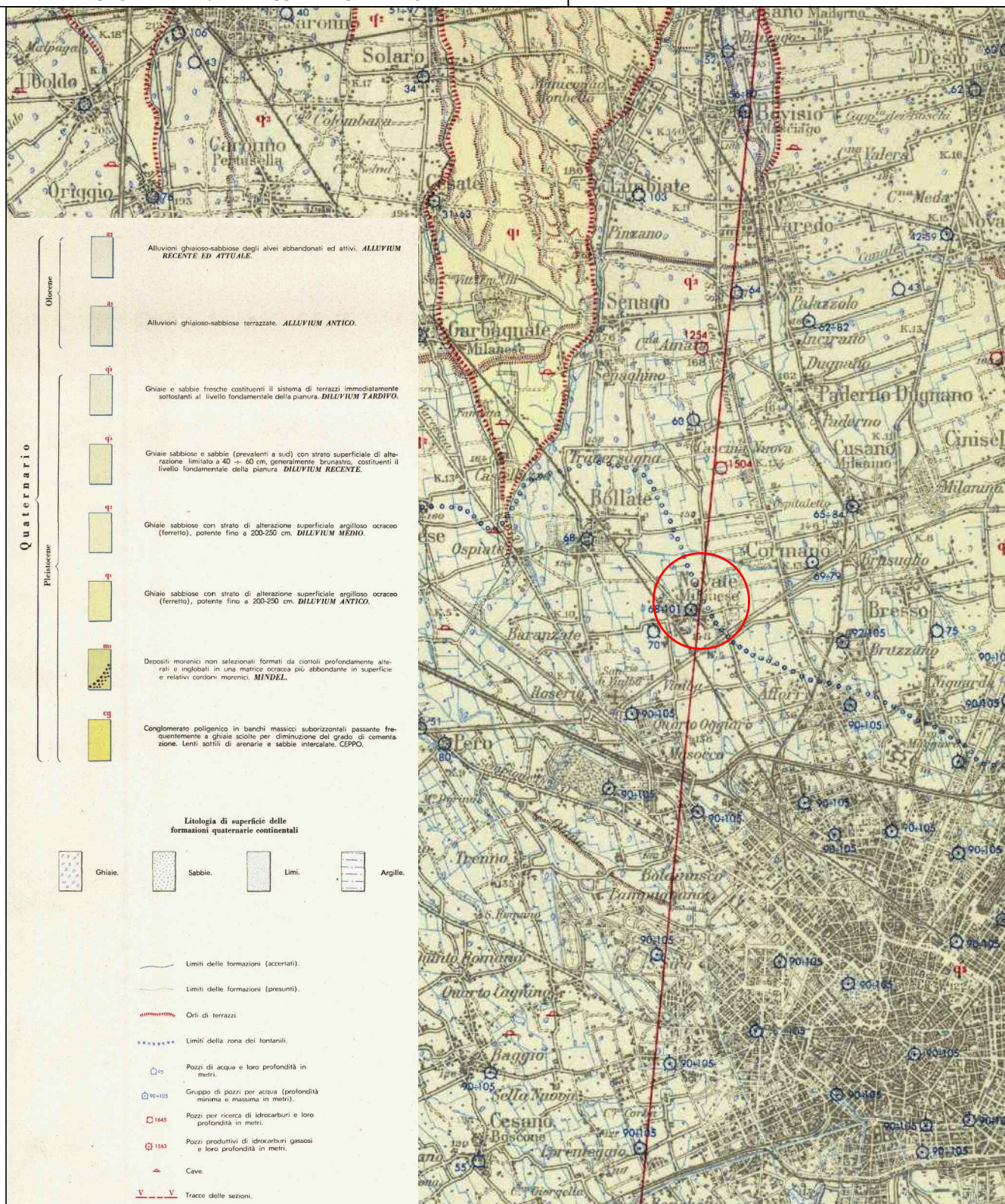


Area oggetto di intervento

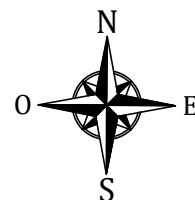


Provincia di Milano
Comune di NOVATE MILANESE
TORRENTE PUDIGA - REALIZZAZIONE NUOVO MURO DI SOSTEGNO
SPONDALE - VIA ALESSANDRO MANZONI

Foglio n.45 - MILANO (stralcio)
Base cartografica: Carta Geologica d'Italia
Servizio Geologico d'Italia



Area oggetto di intervento



STUDIO ASSOCIATO GEO TECNICA

PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE INDAGINI

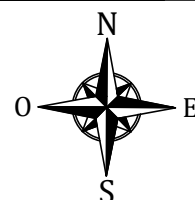
1:500

Provincia di Milano
Comune di NOVATE MILANESE
TORRENTE PUDIGA - REALIZZAZIONE NUOVO MURO DI SOSTEGNO
SPONDALE - VIA ALESSANDRO MANZONI



SCPT-01

Prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)



Provincia di Milano
COMUNE DI NOVATE MILANESE



**TORRENTE PUDIGA
REALIZZAZIONE NUOVO MURO
DI SOSTEGNO SPONDALE
VIA ALESSANDRO MANZONI**

Report fotografico

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA SCPT-01



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA SCPT-01 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA SCPT-02



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA SCPT-02 – Postazione

Provincia di Milano
COMUNE DI NOVATE MILANESE



**TORRENTE PUDIGA
REALIZZAZIONE NUOVO MURO
DI SOSTEGNO SPONDALE
VIA ALESSANDRO MANZONI**

**Sintesi risultati prove penetrometriche
dinamiche continue (SCPT)**

FALDA [m da p.c.]: Assente

Coeff. di energia [-]: 1.74

DATI DI PROVA[illegible]

1 di 3

COMMITTENTE: Consorzio Est Ticino Villorese

CANTIERE: Torrente Pudiga-Realizzazione nuovo muro di sostegno spondale

LOCALITA': Via Baranzate - Novate Milanese (MI)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-01

OPERATORE: Bianchi

DATA ESECUZIONE: 13.10.2021

FALDA [m da p.c.]: Assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-200

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 6.4

Diam. aste [mm]: 34

Peso unitario aste [kg/m]: 5.9

Lunghezza aste [m]: 1.00

Giunz. prima asta [m]: 0.4

Diam. punta [mm]: 50.5

Area di base punta [cmq]: 20.03

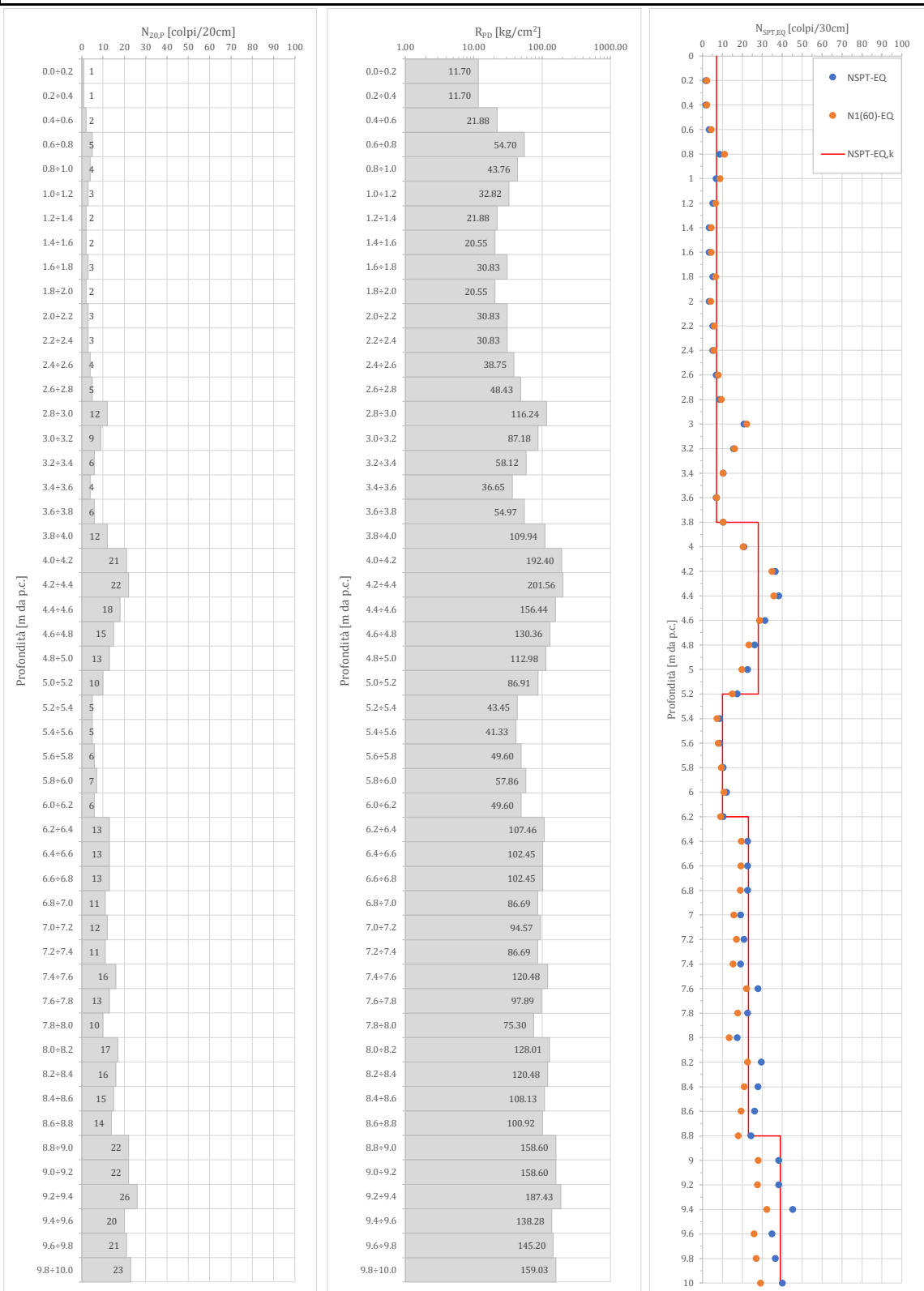
Angolo ap. Punta [°]: 90

Avanzamento punta [m]: 0.2

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 13.67

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

Coeff. di energia [-]: 1.74

DIAGRAMMI DI PROVA

Note:

| | | | |
|---------------------|---|---------------------------|------------|
| COMMITTENTE: | Consorzio Est Ticino Villoresi | | |
| CANTIERE: | Torrente Pudiga-Realizzazione nuovo muro di sostegno spondale | | |
| LOCALITA': | Via Baranzate - Novate Milanese (MI) | CODICE PROVA: | SCPT-01 |
| TIPOLOGIA: | Super Pesante (DPSH) non rivestita | OPERATORE: | Bianchi |
| | | DATA ESECUZIONE: | 13.10.2021 |
| | | FALDA [m da p.c.]: | Assente |

ELABORAZIONE STATISTICA

| STRATO | PROFONDITA' | N _{20,P} (colpi/20cm) | | | | | |
|--------|-------------|--------------------------------|------|-----|-----|------|----|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-3.80 | 4.1 | 3.3 | 1 | 12 | 2.8 | 4 |
| 2 | 3.80-5.20 | 15.9 | 15.3 | 10 | 22 | 4.6 | 16 |
| 3 | 5.20-6.20 | 5.8 | 5.8 | 5 | 7 | 0.8 | 6 |
| 4 | 6.20-8.80 | 13.4 | 13.2 | 10 | 17 | 2.1 | 13 |
| 5 | 8.80-10.00 | 22.3 | 22.3 | 20 | 26 | 2.1 | 22 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| STRATO | PROFONDITA' | R _{pp} [kg/cm ²] | | | | | |
|--------|-------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-3.80 | 40.65 | 34.22 | 11.70 | 116.24 | 26.05 | 40.60 |
| 2 | 3.80-5.20 | 141.51 | 135.85 | 86.91 | 201.56 | 43.46 | 141.50 |
| 3 | 5.20-6.20 | 48.37 | 48.03 | 41.33 | 57.86 | 6.46 | 48.40 |
| 4 | 6.20-8.80 | 102.42 | 101.40 | 75.30 | 128.01 | 14.94 | 102.40 |
| 5 | 8.80-10.00 | 157.85 | 157.13 | 138.28 | 187.43 | 16.86 | 157.90 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| STRATO | PROFONDITA' | N _{SPT-EQ} (colpi/30cm) | | | | | |
|--------|-------------|----------------------------------|------|-----|-----|------|----|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-3.80 | 7.1 | 5.8 | 2 | 21 | 4.8 | 7 |
| 2 | 3.80-5.20 | 27.7 | 26.7 | 17 | 38 | 8.0 | 28 |
| 3 | 5.20-6.20 | 10.1 | 10.0 | 9 | 12 | 1.5 | 10 |
| 4 | 6.20-8.80 | 23.4 | 23.1 | 17 | 30 | 3.7 | 23 |
| 5 | 8.80-10.00 | 39.0 | 38.8 | 35 | 45 | 3.6 | 39 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| STRATO | PROFONDITA' | N _{1(60),EQ} (colpi/30cm) | | | | | |
|--------|-------------|------------------------------------|------|-----|-----|------|----|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-3.80 | 8.0 | 6.8 | 2 | 22 | 4.9 | 8 |
| 2 | 3.80-5.20 | 25.5 | 24.4 | 15 | 36 | 7.9 | 25 |
| 3 | 5.20-6.20 | 9.0 | 8.9 | 7 | 11 | 1.4 | 9 |
| 4 | 6.20-8.80 | 18.5 | 18.4 | 13 | 23 | 2.7 | 19 |
| 5 | 8.80-10.00 | 28.4 | 28.3 | 26 | 32 | 2.2 | 28 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Simbologia:

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

Note:
PARAMETRI GOTECNICI

| | | NATURA GRANULARE | | | | | | | | | | NATURA COESIVA | | | | | |
|------|-------------|------------------|--------|-------|---------|---------|----------|--------|-------------|-------------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| STR. | PROFONDITA' | Dr (1) | Dr (2) | φ (1) | φ (2.1) | φ (2.2) | E' (1) | E' (2) | E' 25 (1.1) | E' 25 (1.2) | E' 25 (2) | c _U (1) | c _U (2.1) | c _U (2.2) | c _U (2.3) | E _U (1) | E _U (2) |
| [n] | [m da p.c.] | [%] | | [°] | | | [kg/cmq] | | [kg/cmq] | | | [kg/cmq] | | | | [kg/cmq] | |
| 1 | 0.00-3.80 | 35 | 38 | 28.5 | 27.5 | 32.7 | 160 | 113 | 50 | 211 | 44 | 0.36 | 0.35 | 0.25 | 0.39 | 40 | 60 |
| 2 | 3.80-5.20 | 64 | 67 | 34.6 | 34.2 | 39.3 | 343 | 218 | 192 | 684 | 187 | 1.53 | 1.48 | 1.06 | 1.64 | 103 | 140 |
| 3 | 5.20-6.20 | 39 | 41 | 29.3 | 29.9 | 35.1 | 219 | 128 | 86 | 367 | 75 | 0.62 | 0.59 | 0.43 | 0.66 | 49 | 77 |
| 4 | 6.20-8.80 | 55 | 59 | 32.7 | 33.5 | 38.6 | 335 | 196 | 189 | 730 | 176 | 1.45 | 1.40 | 1.00 | 1.54 | 90 | 127 |
| 5 | 8.80-10.00 | 69 | 72 | 35.4 | 35.8 | 40.9 | 439 | 275 | 307 | 1078 | 302 | 2.48 | 2.39 | 1.71 | 2.64 | 138 | 174 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Formulazioni utilizzate:

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

COMMITTENTE: Consorzio Est Ticino Villoresi

CANTIERE: Torrente Pudiga-Realizzazione nuovo muro di sostegno spondale

LOCALITA': Via Eugenio Curiel - Novate Milanese (MI)

CODICE PROVA: SCPT-02

DATA ESECUZIONE: 13.10.2021

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

OPERATORE: Bianchi

FALDA [m da p.c.]: 1.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-200

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 6.4

Diam. aste [mm]: 34

Peso unitario aste [kg/m]: 5.9

Lunghezza aste [m]: 1.00

Giunz. prima asta [m]: 0.4

Diam. punta [mm]: 50.5

Area di base punta [cmq]: 20.03

Angolo ap. Punta [°]: 90

Avanzamento punta [m]: 0.2

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 13.67

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

Coeff. di energia [-]: 1.74

DATI DI PROVA[illegible][illegible]

Note:

COMMITTENTE: Consorzio Est Ticino Villorese

CANTIERE: Torrente Pudiga-Realizzazione nuovo muro di sostegno spondale

LOCALITA': Via Eugenio Curiel - Novate Milanese (MI)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-02

OPERATORE: Bianchi

DATA ESECUZIONE: 13.10.2021

FALDA [m da p.c.]: 1.50

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-200

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 6.4

Diam. aste [mm]: 34

Peso unitario aste [kg/m]: 5.9

Lunghezza aste [m]: 1.00

Giunz. prima asta [m]: 0.4

Diam. punta [mm]: 50.5

Area di base punta [cmq]: 20.03

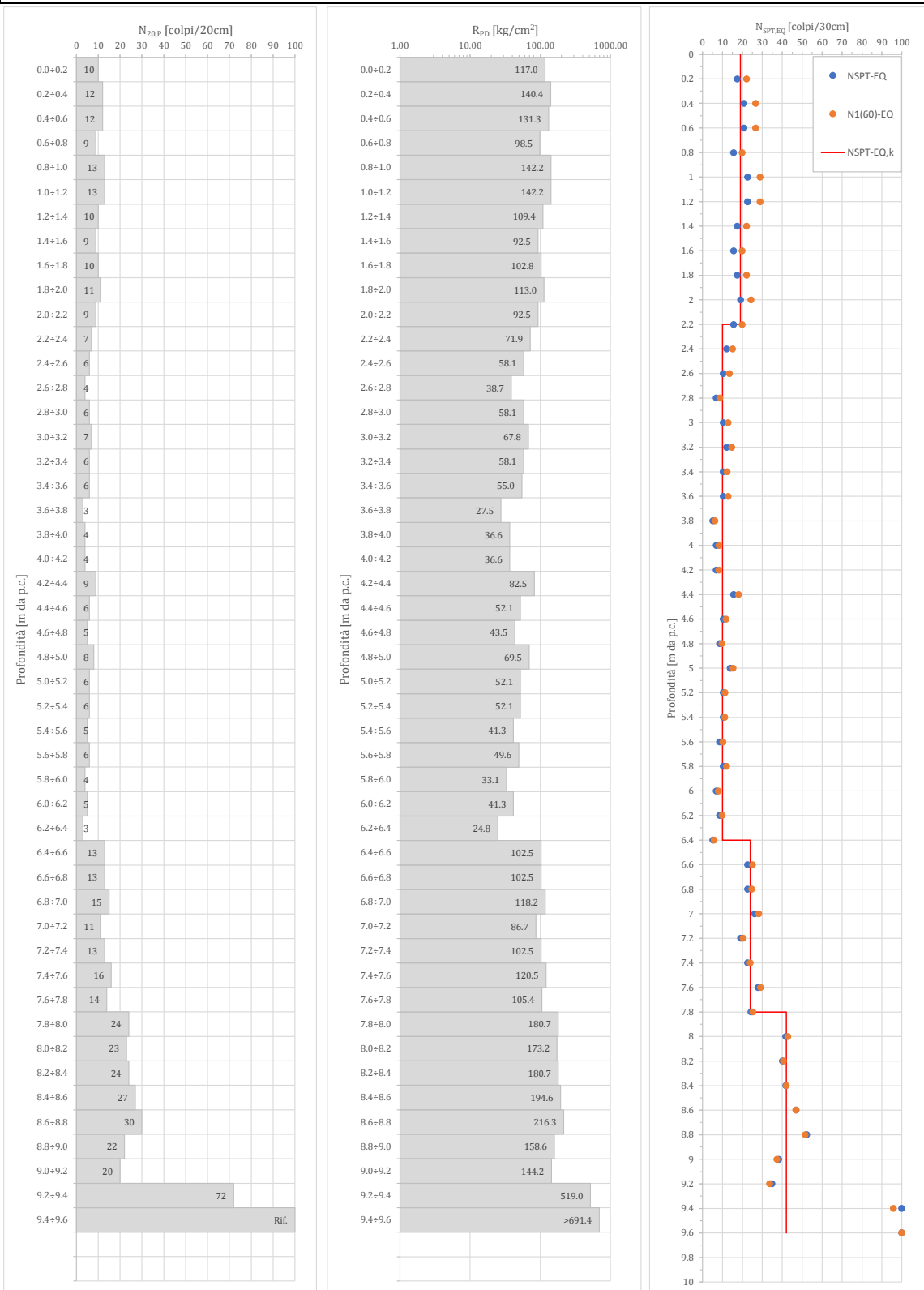
Angolo ap. Punta [°]: 90

Avanzamento punta [m]: 0.2

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 13.67

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

Coeff. di energia [-]: 1.74

DIAGRAMMI DI PROVA


Note:

COMMITTENTE: Consorzio Est Ticino Villorresi
CANTIERE: Torrente Pudiga-Realizzazione nuovo muro di sostegno spondale
LOCALITA': Via Eugenio Curiel - Novate Milanese (MI) **CODICE PROVA:** SCPT-02 **DATA ESECUZIONE:** 13.10.2021
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bianchi **FALDA [m da p.c.]:** 1.50

ELABORAZIONE STATISTICA

| STRATO | PROFONDITA' | N _{20,P} (colpi/20cm) | | | | | |
|--------|-------------|--------------------------------|------|-----|-----|------|----|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-2.20 | 10.7 | 10.6 | 9 | 13 | 1.6 | 11 |
| 2 | 2.20-6.40 | 5.5 | 5.3 | 3 | 9 | 1.5 | 6 |
| 3 | 6.40-7.80 | 13.6 | 13.5 | 11 | 16 | 1.6 | 14 |
| 4 | 7.80-9.60 | 24.3 | 24.1 | 20 | 30 | 3.3 | 24 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| STRATO | PROFONDITA' | R _{pp} [kg/cm ²] | | | | | |
|--------|-------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-2.20 | 116.51 | 115.02 | 92.48 | 142.22 | 19.60 | 116.50 |
| 2 | 2.20-6.40 | 50.03 | 47.79 | 24.80 | 82.46 | 15.12 | 50.00 |
| 3 | 6.40-7.80 | 105.45 | 104.92 | 86.69 | 120.48 | 11.31 | 105.40 |
| 4 | 7.80-9.60 | 178.33 | 177.01 | 144.18 | 216.27 | 23.45 | 178.30 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| STRATO | PROFONDITA' | N _{SPT-EQ} (colpi/30cm) | | | | | |
|--------|-------------|----------------------------------|------|-----|-----|------|----|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-2.20 | 18.7 | 18.5 | 16 | 23 | 2.7 | 19 |
| 2 | 2.20-6.40 | 9.6 | 9.3 | 5 | 16 | 2.7 | 10 |
| 3 | 6.40-7.80 | 23.7 | 23.5 | 19 | 28 | 2.8 | 24 |
| 4 | 7.80-9.60 | 42.4 | 42.1 | 35 | 52 | 5.8 | 42 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| STRATO | PROFONDITA' | N _{1(60),EQ} (colpi/30cm) | | | | | |
|--------|-------------|------------------------------------|------|-----|-----|------|----|
| [n] | [m da p.c.] | M | MG | MIN | MAX | D.ST | VC |
| 1 | 0.00-2.20 | 23.9 | 23.6 | 20 | 29 | 3.5 | 24 |
| 2 | 2.20-6.40 | 11.3 | 10.9 | 6 | 18 | 3.2 | 11 |
| 3 | 6.40-7.80 | 25.3 | 25.2 | 21 | 29 | 2.9 | 25 |
| 4 | 7.80-9.60 | 42.2 | 41.9 | 34 | 52 | 5.9 | 42 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Simbologia:

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

Note:
PARAMETRI GOTECNICI

| | | NATURA GRANULARE | | | | | | | | | | NATURA COESIVA | | | | | |
|------|-------------|------------------|--------|-------|---------|---------|----------|--------|-------------|-------------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| STR. | PROFONDITA' | Dr (1) | Dr (2) | φ (1) | φ (2.1) | φ (2.2) | E' (1) | E' (2) | E' 25 (1.1) | E' 25 (1.2) | E' 25 (2) | c _U (1) | c _U (2.1) | c _U (2.2) | c _U (2.3) | E _U (1) | E _U (2) |
| [n] | [m da p.c.] | [%] | | [°] | | | [kg/cmq] | | [kg/cmq] | | | [kg/cmq] | | | | [kg/cmq] | |
| 1 | 0.00-2.20 | 63 | 68 | 34.2 | 32.6 | 37.7 | 267 | 172 | 116 | 425 | 112 | 0.92 | 0.88 | 0.63 | 0.98 | 76 | 112 |
| 2 | 2.20-6.40 | 43 | 44 | 30.2 | 29.6 | 34.7 | 203 | 126 | 73 | 303 | 65 | 0.54 | 0.52 | 0.37 | 0.57 | 48 | 74 |
| 3 | 6.40-7.80 | 65 | 63 | 34.6 | 33.6 | 38.7 | 338 | 197 | 186 | 679 | 179 | 1.47 | 1.42 | 1.02 | 1.56 | 91 | 129 |
| 4 | 7.80-9.60 | 84 | 81 | 38.7 | 36.2 | 41.2 | 452 | 293 | 307 | 959 | 320 | 2.63 | 2.54 | 1.82 | 2.80 | 148 | 182 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Formulazioni utilizzate:

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



**RIPRISTINO DELL'OFFICIOSITA' IDRAULICA
DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO MEDIANTE
RISEZIONAMENTO DELL'ALVEO E
CONSOLIDAMENTO SPONDE CON OPERE
DI DIFESA IDRAULICA SUL TORRENTE
PUDIGA A NOVATE MILANESE**

CUP: C67H21002500002

PROGETTO DEFINITIVO

| | |
|--|--------------------------------|
| <p>RELAZIONE TECNICA GENERALE allegato 2 - relazione ambientale</p> | <p>TAVOLA</p> <p>R1</p> |
|--|--------------------------------|

DIRETTORE GENERALE

DOTT.SSA ING. VALERIA CHINAGLIA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

DOTT. ING. STEFANO BURCHIELLI

PROGETTISTA

ING. FABIO TAGLIORETTI

GRUPPO DI LAVORO

GEOM. GIANMATTEO BELLINI

ARCH. ALBERTO GIUDICI

GEOM. LUCA GARAVAGLIA

| | | | | | |
|--|------|----------------------|--|----------------------------|--------------------------|
| <p>Est Ticino Villoresi Consorzio di Bonifica AREA TECNICA E GESTIONE RETE - SERVIZIO PROGETTAZIONE E IMMOBILI Via L. Ariosto, 30 - 20145 Milano centralino 02/48561301 - fax 02/48013031 - www.etvilloresi.it - e-mail: info@etvilloresi.it</p> | | | <p>DATA FEBBRAIO 2022</p> | | |
| | | | <p>NOME FILE: SDS / 2021-07 / Interventi manutenzione straordinaria 2021 / 02 - Pudiga Novate / 09-Progetto definitivo</p> | | |
| | | | <p>CODICE PROGETTO SDS 2021/07_02</p> | | |
| | | | <p>REDATTO iFT</p> | <p>CONTROLLATO iFT</p> | <p>APPROVATO iSB</p> |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE MODIFICA | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



SInGeA.s.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

CQOP SOA
CONSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE



Laboratorio per l'esecuzione e la certificazione di indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito ai sensi della Circ. 7619/STC
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. – **Decreto n. 11244 del 30.11.2011**

TORRENTE PUDIGA COMUNE DI NOVATE (MI) ESECUZIONE CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

COMMITTENTE: ***Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi***
Via Lodovico Ariosto, 30
20145 - Milano (MI)

Sede Legale: Via Mantova, 307 – 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988

Sede operativa : Via Enrico Fermi, 18 – 25013 Carpenedolo (BS)

Uffici : Via Antonio Meucci, 26 – 25013 Carpenedolo (BS)

Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: <http://www.singea.it> - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it



INDICE

| | |
|---|----------|
| 1. GENERALITÀ | 2 |
| 1.1. INTRODUZIONE | 2 |
| 1.2. ELABORATI | 4 |
| 2. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE E ANALISI CHIMICHE | 5 |
| 2.1. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE | 5 |
| 2.2. PROGRAMMA ANALITICO | 5 |
| 2.1. RISULTATI ANALITICI | 6 |
| 3. CONCLUSIONI | 7 |

ALLEGATI:

ALLEGATO N.1 – RELAZIONE FOTOGRAFICA

ALLEGATO N.2 – CATENA DI CUSTODIA CAMPIONI AMBIENTALI

ALLEGATO N.3 – CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO



1. GENERALITÀ

1.1. INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce alla campagna di indagini ambientali eseguite a supporto degli interventi di sistemazione del torrente Pudiga, nel comune di Novate (MI).

Per la caratterizzazione ambientale del sottosuolo, sono state svolte le seguenti lavorazioni:

- prelievo di n.2 campioni di terreno di tipo ambientale da altrettanti scavi manuali, spinti sino a profondità pari a -0.30 m da p.c. (n.1 campione ambientale per scavo);
- analisi chimiche di laboratorio sui campioni di terreno prelevati.

Rilievi ed indagini sul terreno, unitamente ad informazioni di carattere bibliografico acquisite, dedotte dalla consultazione della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, hanno permesso di chiarire la situazione geologica di superficie, di definire i caratteri geomorfologici dei settori oggetto di intervento e di programmare le modalità operative delle indagini di cui sopra.

Nelle tabelle successive sono sinteticamente riassunte le caratteristiche delle indagini eseguite.

| SCHEMA DI PRELIEVO CAMPIONI AMBIENTALI | | | | | | | |
|--|----------------------------|----------|-----------|---|--|-----------------------|---------------------------------|
| SCAVO | PROFONDITA' (m da p.c.) | CAMPIONE | ALIQUEUTE | PROFONDITA' DI PRELIEVO (m da p.c.) | CARATTERISTICHE CAMPIONE | TIPOLOGIA CAMPIONE | CONTENITORE UTILIZZATO |
| P37 | 0.30 | CA1 | 1 | 0.00÷0.30 | Materiale passante al setaccio ø20 mm | Omogeneizzato | Barattolo in vetro da 314 ml |
| P38 | 0.30 | CA1 | 1 | | | | |

-Sintesi indagini ambientali eseguite-

Nella figura seguente è riportata la planimetria di insieme dell'area in esame con l'ubicazione dei punti di indagine.



-Planimetrie di ubicazione indagini (da Google Earth)-

La relazione è redatta in conformità con quanto prescritto dalle norme del Decreto del Ministero LL. PP. 11.03.88 e successive integrazioni.

Nei capitoli successivi sono sinteticamente descritte le lavorazioni eseguite nell'ambito della campagna di indagini effettuata.



1.2. **ELABORATI**

Tutti i dati raccolti ed analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

ALLEGATO N.1 - Relazione fotografica

ALLEGATO N.2 – Catena di custodia campioni ambientali

ALLEGATO N.3 – Certificati analisi chimiche di laboratorio



2. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE E ANALISI CHIMICHE

2.1. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE

Durante la campagna di indagine si è proceduto al prelievo di campioni rimaneggiati di terreno di tipo ambientale, da sottoporre a specifiche analisi chimiche.

In particolare è stato prelevato n.1 campione di terreno da ogni scavo manuale effettuato (in totale n.2 campioni), identificati con la sigla dello scavo da cui sono stati prelevati e dalla sigla CA seguita da un numero progressivo.

Il campionamento è avvenuto mediante operazioni di omogeneizzazione e quartatura in sito del materiale scavato; si è poi proceduto alla setacciatura del terreno per eliminare la frazione granulometrica con diametro superiore ai 20 mm.

Il prelievo di campioni è stato condotto con l'utilizzo di materiale monouso e paletta in materiale plastico sottoposta a lavaggio con acqua distillata dopo ogni operazione di campionamento. Ogni campione è stato conservato entro l'apposito contenitore in vetro a chiusura ermetica (barattolo da 314 ml), siglato in modo indelebile con l'identificativo del sito di indagine, il committente, la sigla di progetto, il codice identificativo dello scavo, la profondità di prelievo, e la data di prelievo.

Tutti i campioni confezionati sono stati consegnati in breve tempo, previa conservazione in appositi contenitori rigidi refrigerati, al laboratorio incaricato sotto Catena di Custodia, copia della quale è allegata alla presente (ALLEGATO N.2)

2.2. PROGRAMMA ANALITICO

Secondo le indicazioni fornite dalla Committenza, sui campioni prelevati sono state eseguite analisi chimiche previste dal D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo); in particolare:

- Metalli (Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo IV, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Amianto;

Le analisi chimiche sui terreni sono state svolte presso il laboratorio CSA srl di Rimini (accreditato ACCREDIA n.0181 secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025).



2.1. RISULTATI ANALITICI

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni di terreno prelevati sono riportati nelle tabelle seguenti.

| SINTESI RISULTATI ANALITICI | | | | | | |
|-----------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|--|
| Parametro | U. M. | P37-CA1 | P38-CA1 | LOQ | DLgs 152/06 All.5 Tab.1 Res-Verde | DLgs 152/06 All 5 Tab 1 Com-Ind |
| METALLI | | | | | | |
| Arsenico | mg/Kg s.s. | 10,0 ($\pm 2,4$) | 6,0 ($\pm 1,4$) | 1 | 20 | 50 |
| Cadmio | mg/Kg s.s. | 0,64 ($\pm 0,14$) | 1,09 ($\pm 0,23$) | 0.05 | 2 | 15 |
| Cobalto | mg/Kg s.s. | 7,8 ($\pm 1,2$) | 7,1 ($\pm 1,2$) | 0.5 | 20 | 250 |
| Nichel | mg/Kg s.s. | 32,5 ($\pm 3,5$) | 37,7 ($\pm 4,0$) | 0.5 | 120 | 500 |
| Piombo | mg/Kg s.s. | 68,0 ($\pm 6,6$) | 228 (± 20) | 1 | 100 | 1000 |
| Rame | mg/Kg s.s. | 76,6 ($\pm 8,3$) | 127 (± 13) | 0.5 | 120 | 600 |
| Zinco | mg/Kg s.s. | 144 (± 22) | 647 (± 97) | 0.5 | 150 | 1500 |
| Mercurio | mg/Kg s.s. | 0,654 ($\pm 0,098$) | 0,304 ($\pm 0,046$) | 0.005 | 1 | 5 |
| Cromo totale | mg/Kg s.s. | 49,3 ($\pm 5,3$) | 62,0 ($\pm 6,6$) | 0.5 | 150 | 800 |
| Cromo esavalente | mg/Kg s.s. | < 0,2 | < 0,2 | 0.2 | 2 | 15 |
| ALTRE SOSTANZE | | | | | | |
| Idrocarburi pesanti (C>12) | mg/Kg s.s. | 1020 (± 260) | 440 (± 100) | 5 | 50 | 750 |
| Amianto (fibre libere) | mg/Kg s.s. | < 100 | < 100 | 100 | 1000 | 1000 |

-Sintesi risultati analitici-

I certificati relativi alle suddette analisi sono allegati alla presente relazione, di cui costituiscono parte integrante (ALLEGATO N.3).



3. CONCLUSIONI

Le analisi eseguite sul campione P38-CA1 hanno rilevato superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste per siti ad uso residenziale-verde (tipo A), definite nella Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., relativi al Piombo, al Rame, allo Zinco e agli Idrocarburi Pesanti (C>12).

Per quanto riguarda il campione P37-CA1, dalle analisi svolte sono emersi superamenti delle CSC per i siti a uso residenziale-verde relativi agli Idrocarburi Pesanti (C>12).



S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

CQOP SOA
COSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE



Laboratorio per l'esecuzione e la certificazione di indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito ai sensi della Circ. 7619/STC
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. - **Decreto n. 11244 del 30.11.2011**

TORRENTE PUDIGA COMUNE DI NOVATE (MI) ESECUZIONE CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI

ALLEGATO N.1 RELAZIONE FOTOGRAFICA



SCAVO P37



SCAVO P37: postazione



SCAVO P38



SCAVO P38: postazione

**TORRENTE PUDIGA
COMUNE DI NOVATE (MI)
ESECUZIONE CAMPAGNA DI
INDAGINI AMBIENTALI**

**ALLEGATO N.2
CATENA DI CUSTODIA CAMPIONI AMBIENTALI**



Catena di Custodia Terreni

| | |
|---------------------|--|
| N. Progetto: | G.174.2021 |
| Laboratorio: | CSA srl (rif. Offerta P_140_2018) |
| Committente: | Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi |
| Cantiere: | Contratto Attuativo n.1 |

| | |
|--|----------------------------|
| Compilatore: Federico Bianchi | |
| Data compilazione: 18/10/2021 | Pag.: 1/3 |

Soil Package #1:

Tabella 4.1 DPR n.120/2017

Metalli (Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco)

Idrocarburi pesanti (C>12)

Amianto

| ID CAMPIONE | | Terreni | | | Data di prelievo | Tipologia campione | Tipologia campione | Soil Package #1 | Soil Package #2 |
|---------------|---------------------|----------------|-----------|-----------|------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| | | Vasetti 314 ml | Sacchetto | Barattolo | | | | | |
| 1 | P37-CA1 (0.00÷0.30) | 1 | | | 13.10.2021 | Terreno | Omogeneizzato Setacciato | X | |
| 2 | P38-CA1 (0.00÷0.30) | 1 | | | 13.10.2021 | Terreno | Omogeneizzato Setacciato | X | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| TOTALI | | 2 | 0 | 0 | | | | | |

NOTE:

1) Prima di procedere al confezionamento dei campioni di terreno, il materiale è stato omogeneizzato, quartato e vagliato al setaccio di maglia 20 mm.

2) Le concentrazioni rilevate dovranno essere confrontate con i limiti previsti dalla normativa vigente per i siti tipo A ad uso ad uso verde pubblico, privato e residenziale, per i siti tipo B ad uso commerciale o industriale, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV, del D.Lgs. 152/06.



SInGeA.s.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

CQOP SOA
COSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE



Laboratorio per l'esecuzione e la certificazione di indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito ai sensi della Circ. 7619/STC
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.– **Decreto n. 11244 del 30.11.2011**

TORRENTE PUDIGA COMUNE DI NOVATE (MI) ESECUZIONE CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI

ALLEGATO N.3 CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Sede Legale: Via Mantova, 307 – 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988

Sede operativa : Via Enrico Fermi, 18 – 25013 Carpenedolo (BS)

Uffici : Via Antonio Meucci, 26 – 25013 Carpenedolo (BS)

Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: <http://www.singea.it> - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it

Rimini, lì 27/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 2115878-017 DEL 27/10/2021

Studio: **2115878**
Data di ricevimento: **20/10/2021**
Commessa/lotto: **G.174.2021 - Consorzio di Bonifica Est Ticino - Villorosi**
Campionamento effettuato da: **Committente**
Data di campionamento: **15/10/2021**
Codice campione: **2115878-017**
Descrizione campione: **Terreno P37-CA1 (0.00-0.30)**
Matrice accreditata: **Suoli**
Data inizio prova: **20/10/2021**

Committente:
S.In.Ge.A. S.r.l.

Via Mantova, 307
25018 MONTICHIARI (BS)

Data fine prova: **27/10/2021**

| Parametri | U.M. | Risultati | I.M. | L.O.Q. | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. A (uso verde pub. priv. e res.) | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. B (uso comm. e ind.) | Metodi | Param. Accred. |
|-----------------------------------|------------|-----------|--------|--------|---|---|------------------------------------|-------------------|
| METALLI | | | | | | | | |
| [*] Arsenico | mg/Kg s.s. | 10,0 | ±2,4 | 1 | 20 | 50 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Cadmio | mg/Kg s.s. | 0,64 | ±0,14 | 0,05 | 2 | 15 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Cobalto | mg/Kg s.s. | 7,8 | ±1,2 | 0,5 | 20 | 250 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Nichel | mg/Kg s.s. | 32,5 | ±3,5 | 0,5 | 120 | 500 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Piombo | mg/Kg s.s. | 68,0 | ±6,6 | 1 | 100 | 1000 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Rame | mg/Kg s.s. | 76,6 | ±8,3 | 0,5 | 120 | 600 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Zinco | mg/Kg s.s. | 144 | ±22 | 0,5 | 150 | 1500 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Mercurio | mg/Kg s.s. | 0,654 | ±0,098 | 0,005 | 1 | 5 | EPA 7473 2007 | |
| [*] Cromo totale | mg/Kg s.s. | 49,3 | ±5,3 | 0,5 | 150 | 800 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Cromo esavalente | mg/Kg s.s. | < 0,2 | | 0,2 | 2 | 15 | EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996 | |
| ALTRE SOSTANZE | | | | | | | | |
| [*] Idrocarburi pesanti (C>12) | mg/Kg s.s. | 1020 | ±260 | 5 | 50 | 750 | EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007 | |

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2115878-017 del 27/10/2021

| Parametri | U.M. | Risultati | I.M. | L.O.Q. | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. A (uso verde pub. priv. e res.) | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. B (uso comm. e ind.) | Metodi | Param. Accred. |
|----------------------------|------------|-----------|------|--------|---|---|--|-------------------|
| [2] Amianto (fibre libere) | mg/Kg s.s. | < 100 | | 100 | 1000 | 1000 | DM 06/09/1994 SO GU n° 288 del 20/09/1994 All 1 Met B | |

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

L.o.Q. = Limite di quantificazione

s.s.= sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

[1] Sede A: Via al Torrente n° 22 - 47923 Rimini (RN)

[2] Sede B: Via al Torrente n° 26 - 47923 Rimini (RN)

Se non diversamente specificato, l'incertezza di misura è estesa e calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento. L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di quantificazione.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA (Param. Accred. = Parametri accreditati) ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (*).

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs n°82 del 07 marzo 2005 e s.m.i.

Il Gruppo C.S.A. S.p.A. non è responsabile del campionamento: i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

Per le informazioni fornite dal committente (descrizione del campione e data di campionamento) il Laboratorio declina ogni responsabilità.

Ulteriori informazioni relative a specifici metodi di prova eventualmente non incluse nel presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio e possono essere fornite previa formale richiesta.

I risultati analitici si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova.

Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori

il Direttore

Dr. Ivan Fagiolino

FAGIOLINO
CHIMICO
1688

Rimini, lì 27/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 2115878-018 DEL 27/10/2021

Studio: **2115878**
Data di ricevimento: **20/10/2021**
Commessa/lotto: **G.174.2021 - Consorzio di Bonifica Est Ticino - Villorresi**
Campionamento effettuato da: **Committente**
Data di campionamento: **15/10/2021**
Codice campione: **2115878-018**
Descrizione campione: **Terreno P38-CA1 (0.00-0.30)**
Matrice accreditata: **Suoli**
Data inizio prova: **20/10/2021**

Committente:
S.In.Ge.A. S.r.l.

Via Mantova, 307
25018 MONTICHIARI (BS)

Data fine prova: **27/10/2021**

| Parametri | U.M. | Risultati | I.M. | L.O.Q. | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. A (uso verde pub. priv. e res.) | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. B (uso comm. e ind.) | Metodi | Param. Accred. |
|-----------------------------------|------------|-----------|--------|--------|---|---|------------------------------------|-------------------|
| METALLI | | | | | | | | |
| [*] Arsenico | mg/Kg s.s. | 6,0 | ±1,4 | 1 | 20 | 50 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Cadmio | mg/Kg s.s. | 1,09 | ±0,23 | 0,05 | 2 | 15 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Cobalto | mg/Kg s.s. | 7,1 | ±1,2 | 0,5 | 20 | 250 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Nichel | mg/Kg s.s. | 37,7 | ±4,0 | 0,5 | 120 | 500 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Piombo | mg/Kg s.s. | 228 | ±20 | 1 | 100 | 1000 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Rame | mg/Kg s.s. | 127 | ±13 | 0,5 | 120 | 600 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Zinco | mg/Kg s.s. | 647 | ±97 | 0,5 | 150 | 1500 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Mercurio | mg/Kg s.s. | 0,304 | ±0,046 | 0,005 | 1 | 5 | EPA 7473 2007 | |
| [*] Cromo totale | mg/Kg s.s. | 62,0 | ±6,6 | 0,5 | 150 | 800 | EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018 | |
| [*] Cromo esavalente | mg/Kg s.s. | < 0,2 | | 0,2 | 2 | 15 | EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996 | |
| ALTRE SOSTANZE | | | | | | | | |
| [*] Idrocarburi pesanti (C>12) | mg/Kg s.s. | 440 | ±100 | 5 | 50 | 750 | EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007 | |

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2115878-018 del 27/10/2021

| Parametri | U.M. | Risultati | I.M. | L.O.Q. | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. A (uso verde pub. priv. e res.) | D. Lgs n° 152/2006 All. 5, Tab. 1, col. B (uso comm. e ind.) | Metodi | Param. Accred. |
|----------------------------|------------|-----------|------|--------|---|---|--|-------------------|
| [*] Amianto (fibre libere) | mg/Kg s.s. | < 100 | | 100 | 1000 | 1000 | DM 06/09/1994 SO GU n° 288 del 20/09/1994 All 1 Met B | |

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

L.o.Q. = Limite di quantificazione

s.s.= sul secco

Le analisi sono state effettuate sul campione vagliato a 2mm e i risultati sono espressi sul totale secco.

[*] Sede A: Via al Torrente n° 22 - 47923 Rimini (RN)

[*] Sede B: Via al Torrente n° 26 - 47923 Rimini (RN)

Se non diversamente specificato, l'incertezza di misura è estesa e calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento. L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di quantificazione.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA (Param. Accred. = Parametri accreditati) ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (*).

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs n°82 del 07 marzo 2005 e s.m.i.

Il Gruppo C.S.A. S.p.A. non è responsabile del campionamento: i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

Per le informazioni fornite dal committente (descrizione del campione e data di campionamento) il Laboratorio declina ogni responsabilità.

Ulteriori informazioni relative a specifici metodi di prova eventualmente non incluse nel presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio e possono essere fornite previa formale richiesta.

I risultati analitici si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova.

Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori

il Direttore

Dr. Ivan Fagiolino

FAGIOLINO
CHIMICO
1688