

Regione Lombardia
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

E 1 0 A

D

b

0 0 1

I G

- -

R 1

===

TRATTA SARONNO-COMO OPERE SOSTITUTIVE
PL KM 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO
Progetto Definitivo

SOTTOPASSO CICLOPEDONALE VIA BRAGHE
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	Maggio 2025	REVISIONE A SEGUITO DI VERIFICA		
	0	Luglio 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING
NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD
FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

COMUNE di LOMAZZO
PROVINCIA di COMO



TRATTA SARONNO – COMO OPERE SOSTITUTIVE PL 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO

Codice commessa E.10.A

RELAZIONE GEOLOGICA

LUGLIO 2023

Committente:

NORD_ING

Piazzale Cadorna n° 14
20123, Milano

Dott. Geol. Giovanni Ghirardi



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	UBICAZIONE, QUADRO GEOLOGICO ed IDROGEOLOGICO	5
2.1	ASPETTI GEOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE.....	6
2.2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	7
3	ASPETTI GEOLOGICI DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO	9
3.1	CARTA DEI VINCOLI.....	9
3.2	FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	10
3.3	SCENARIO DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....	12
4	PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA).....	14
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E UBICAZIONE INDAGINI	15
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI	20
6.1	SONDAGGIO GEOGNOSTICO	20
6.1.1	PROVE SPT.....	21
6.1.2	PROVE DI PERMEABILITÀ LEFRANC A CARICO VARIBILE	22
6.1.3	PRELIEVO CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO	23
6.1.4	ANALISI AMBIENTALI CAMPIONI.....	28
6.2	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	29
6.3	INDAGINI SISMICHE TIPO MASW	32
7	INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI – MODELLI GEOTECNICI.....	34
7.1	ASPETTI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI.....	34
7.2	ASPETTI GEOTECNICI E IDROGEOLOGICI.....	35
8	ASPETTI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	36
8.1	PERICOLOSITÀ SISMICA	36
8.1.1	LA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	36
8.1.2	RISPOSTA SISMICA LOCALE	37
8.1.3	IL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DI SOGLIA DEFINITO DA REGIONE LOMBARDIA.....	39
8.1.4	CALCOLO DI FA LOCALE	39
8.1.5	CONFRONTO CON IL VALORE DI FA DI SOGLIA	42
8.1.6	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	42

8.2	LIVELLO DI ATTENDIBILITÀ DEI DATI GEOLOGICI E GEOFISICI	43
8.3	VALUTAZIONE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE.....	43
9	CONCLUSIONI	45

1 PREMESSA

La presente relazione geologica, redatta su incarico della Società NORD_ING, prende in esame gli aspetti geologici, geotecnici, idrogeologici e sismici inerenti al progetto "TRATTA SARONNO – COMO OPERE SOSTITUTIVE PL 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO" che consiste nella realizzazione di una nuova pista ciclo-pedonale in prossimità di Via Braghe nel comune di Lomazzo (CO) che incrocia mediante un sottopasso la SP.30 e la relativa Ferrovia Como – Saronno (codice commessa E.10.A).

Allo scopo di ricostruire il quadro geologico e sismico delle aree di studio nel 2023 è stata realizzata dalla Società "GIA Consulting Srl" alla firma del Dott. Geol. Salvatore Costabile una campagna di indagini geognostiche e geofisiche comprensiva di:

- ✓ n° 2 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a profondità di 20 m dal p.c.;
- ✓ n° 6 prelievi di campioni indisturbati (3 per sondaggio) per le prove di laboratorio;
- ✓ n° 20 prove penetrometriche standard SPT (10 per sondaggio);
- ✓ n° 6 prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile (3 per sondaggio).
- ✓ n° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- ✓ N° 1 prospezione sismica a rifrazione MASW;
- ✓ N° 1 prospezione sismica ai microtremori HVSr;
- ✓ Analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante i sondaggi;
- ✓ Analisi ambientali sui campioni prelevati.

Per la visione di dettaglio dei risultati e delle ubicazioni delle indagini e sulle modalità di acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati, si rimanda al Report sulle Indagini Geognostiche, Geofisiche ed Ambientali allegate al progetto generale.

Le aree in esame in riferimento al PGT vigente, ricadono in classe di **FATTIBILITÀ GEOLOGICA 3** (aree con CONSISTENTI limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni), con **SOTTOCLASSE 3d** che corrisponde ad aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante

Il Comune di LOMAZZO con la normativa sismica l'OPCM 3274/2003 è stato classificato in zona sismica 4, dal 10 aprile 2016 è vigente la legge regionale D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 che ha confermato il comune in **ZONA 4 SISMICA**. Nella carta della Pericolosità Sismica locale contenuta all'interno del PGT le aree di nostro interesse si collocano prevalentemente in "**Z4a - ZONA DI FONDOVALLE E DI PIANURA CON PRESENZA DI DEPOSITI ALLUVIONALI E/O FLUVIOGLACIALI GRANULARI E/O COESIVI**".

La relazione verterà sui seguenti punti:

- raccolta di informazioni di carattere geologico inerenti ai siti e l'esecuzione di una campagna di rilevamento di terreno, mirata all'individuazione di elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici significativi.
- raccolta del materiale cartografico e della documentazione esistente, con particolare riferimento allo studio geologico allegato al PGT;
- Descrizione modello geologico tecnico interpretativo ricavato dall'interpretazione delle indagini geognostiche realizzate nel settore di studio (Allegato 1 a fine testo);
- Classificazione sismica dell'area comprensiva dell'analisi sismica di secondo livello.

L'indagine è stata condotta in accordo a:

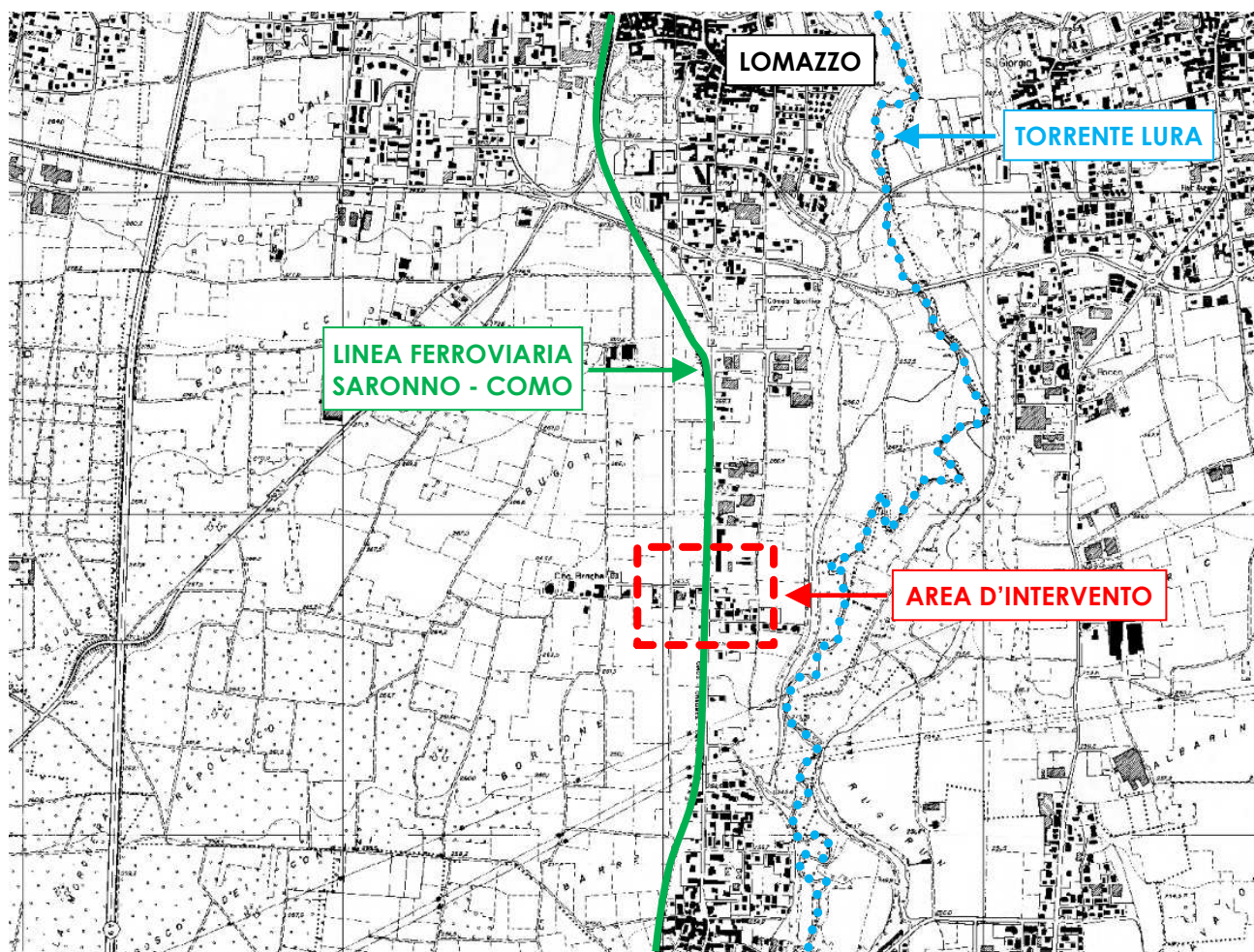
- *Norme Tecniche per le Costruzioni* - D.M. del 17 gennaio 2018 del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, il Ministro dell'Interno ed il Capo del Dipartimento della Protezione Civile;
- *Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio secondo i criteri della D.G.R. 22 dicembre 2005 - n° 8/1566 (Piano di Governo del Territorio-Studio Geologico)*
- *Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio* - Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616.
- *Studio geologico a supporto della componente urbanistica del Comune di LOMAZZO* redatto nel 2016 ai sensi della D.G.R. 20/11/11, n. IX/2616.

2 UBICAZIONE, QUADRO GEOLOGICO ed IDROGEOLOGICO

L'area in esame è posta lungo le aree pianeggianti poste in destra idrografica del Torrente Lura al margine meridionale del territorio comunale di Lomazzo (le aree sono poste nei pressi della località Cascina Braghe).

Nel dettaglio l'area d'intervento, posta ad una quota di circa 263 m s.l.m., si colloca lungo la Linea ferroviaria Saronno – Como all'intersezione con la strada comunale Via Braghe (localmente, parallelamente alla linea ferroviaria, si sviluppa la strada provinciale n. 30).

Nella Cartografia Tecnica Regionale (CTR) la zona è localizzata nel Foglio B5 alla scala 1:50.000 e nelle Sezioni B5a3 alla scala 1:10.000.

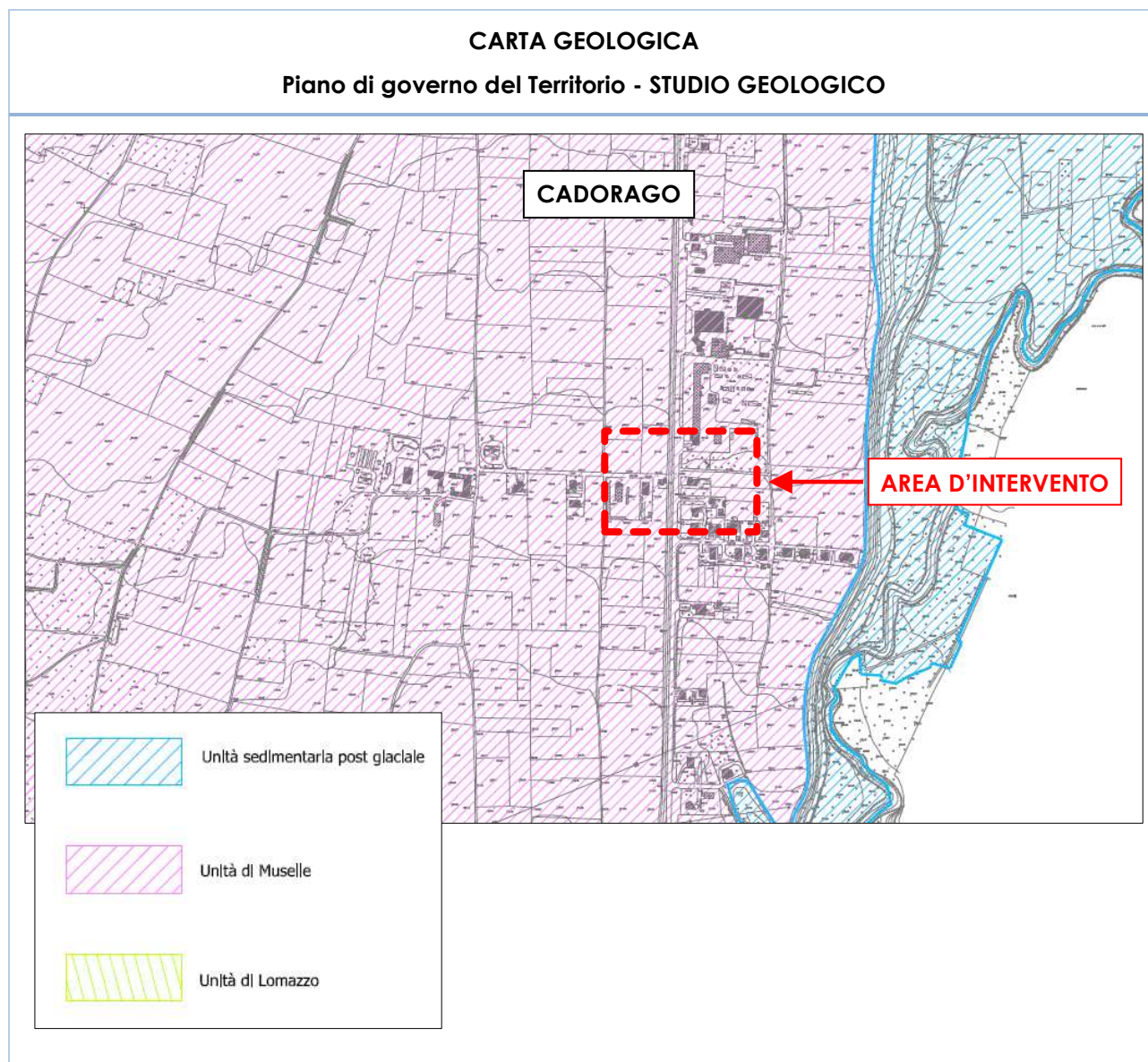


2.1 ASPETTI GEOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE

In accordo a quanto contenuto nel Carta Geologica (Tavola 1a redatta alla scala 1:5000) allegata allo Studio Geologico Comunale, Il territorio comunale di Lomazzo si estende nel settore sudoccidentale della fascia pedemontana prealpina della Provincia di Como, nelle aree pianeggianti in destra idrografia del Torrente Lura.

L'assetto morfologico dell'area è legato all'azione modellatrice esercitata in età pleistocenica dalla lingua glaciale dell'Adda, che, dopo aver percorso la Valtellina ed il solco del Lario, si insinuava attraverso la soglia di Camerlata e si espandeva poi a ventaglio in direzione Sud/Sud Ovest, verso l'alta pianura.

Il settore è impostato nei depositi fluvio-glaciali ricondotti all'*UNITÀ DI MUSELLE*.



La genesi di questi depositi è legata ai ghiacciai e alla relativa azione di esarazione delle rocce e di trasporto dei detriti lungo le valli alpine. Giunti nella zona di ablazione, i detriti si disposero a formare i rilievi degli archi morenici che caratterizzano il paesaggio della parte occidentale e meridionale

della provincia comasca, mentre parte del materiale morenico fu preso in carico dai torrenti uscenti dalle fronti glaciali che risedimentarono le ghiaie e le sabbie formando la piana fluvio-glaciale (outwash plain).

L'UNITÀ DI MUSELLE è costituita da un complesso di origine glaciale costituito da till e depositi fluvio-glaciali talvolta cementati in profondità. Forma la maggior parte delle aree pianeggianti presenti tra i rilievi di ablazione glaciale.

La granulometria media dei depositi è costituita da ghiaie in matrice sabbioso limosa con fronte di alterazione spesso dai 4 ai 5 metri. L'alterazione porta ad una colorazione rossastra dei materiali che sono ricoperti in superficie da loess con spessore massimo di un metro. Nelle aree in cui le osservazioni geomorfologiche hanno evidenziato la presenza dei paleoalvei dei corsi d'acqua proglaciali, i depositi si impoveriscono della frazione più fine dando luogo a ghiaie sabbiose a supporto clastico. Il sintema è attribuibile al Pleistocene medio.

I depositi fluvio-glaciali sono sede di una falda acquifera legata ai livelli del Torrente Lura, con linee di deflusso NNO-SSE, alimentata dalle infiltrazioni delle acque di subalveo.

L'UNITÀ DI MUSELLA è delimitata ad EST da una scarpata d'erosione che delimita la valle in cui scorre il Torrente Lura; la scarpata è per lo più articolata in diversi ordini di terrazzi morfologici sino a formare un'incisione che in alcuni settori raggiunge i 40-50 metri la cui genesi è legata principalmente ai movimenti eustatici post glaciazioni.

2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Come illustrato in precedenza, il comune di Lomazzo (come tutta la bassa Provincia comasca) risulta impostata nei depositi quaternari di origine morenica, fluvio-glaciale, lacustre o alluvionale il cui andamento nel sottosuolo si riflette sui caratteri e la distribuzione areale delle risorse idriche sotterranee.

A tale proposito è importante evidenziare che la maggior parte di tali depositi è costituito da sedimenti sciolti, ghiaie e sabbie, contraddistinti da una porosità di tipo interstiziale che si differenziano dai conglomerati tipo Ceppo nei quali la circolazione idrica può essere anche di tipo fissurale ed è concentrata nei settori nei quali si è verificata in origine una ridotta cementazione oppure sono intercorsi in un secondo tempo fenomeni di fratturazione o dissoluzione.

In base a tali caratteri si può ritenere che nell'area esaminata le condizioni più favorevoli all'immagazzinamento di acque sotterranee si possono riscontrare nei depositi fluvio-glaciali o alluvionali ghiaioso-sabbiosi e nei settori meno cementati e/o più fratturati dei conglomerati tipo Ceppo; risultano, viceversa, privi di una significativa circolazione idrica sotterranea i depositi quaternari morenici e quelli fluviolacustri, nell'ambito dei quali prevalgono terreni limoso-argillosi che determinano perciò una scarsa o nulla produttività.

Sulla base di tali individuazioni e in riferimento alle litologie presenti, alla disposizione geometrica nonché ai fenomeni di circolazione idrica sotterranee, nelle aree di studio sono distinti tre complessi acquiferi principali (in genere separati da livelli impermeabili continui ed estesi):

Di seguito descriviamo in sintesi gli acquiferi presenti a partire dai più recenti e superficiali.

- Il primo acquifero è sviluppato nei depositi ghiaioso-sabbiosi di origine alluvionale e fluvioglaciale delimitati alla base dai conglomerati del Ceppo; l'alimentazione avviene per infiltrazione diretta dalla superficie di acque di origine meteorica o dalle perdite dei corsi d'acqua. Tale acquifero è contraddistinto da una buona produttività, tanto che sono state riscontrate portate specifiche anche superiori ai 20 l/s per metro di abbassamento. Nell'ambito del territorio di Lomazzo tale acquifero risulta improduttivo in seguito all'elevata soggiacenza posseduta dalla falda, la cui superficie piezometrica si attesta all'incirca all'interno dell'orizzonte conglomeratico sottostante.
- Il secondo acquifero è costituito dai livelli più fratturati e meno cementati presenti nella parte inferiore dei conglomerati tipo Ceppo e dagli orizzonti ghiaioso-sabbiosi ad essi sottostanti che vengono definiti "Acquifero sotto il Ceppo" e risulta delimitato alla base dalle argille "Villafranchiane". L'alimentazione può avvenire sia per intercomunicazione con il primo acquifero con il quale viene in contatto principalmente nelle strutture di paleoalveo sia direttamente dalla superficie nei settori nei quali i terreni costituenti tale acquifero risultano affioranti. Nell'ambito di tale acquifero possono ritrovarsi setti impermeabili limoso-argillosi di limitato spessore ed estensione areale. Va evidenziato come la conservazione di caratteristiche quali-quantitative idonee all'approvvigionamento idropotabile delle falde contenute in tale acquifero risulti indispensabile dato che esso risulta captato da tutti i pozzi pubblici comunali collegati alla rete acquedottistica.
- Il terzo acquifero è costituito dalle lenti sabbioso - ghiaiose comprese nei depositi villafranchiani ("Argille sotto il Ceppo") prevalentemente impermeabili e risulta delimitato inferiormente dal substrato roccioso (Gonfolite - Scaglia). L'alimentazione di tale acquifero è legata in massima parte all'interscambio con le falde contenute negli acquiferi soprastanti con le quali può risultare, talora, in comunicazione consentendo perciò locali episodi di commistione; le intercomunicazioni risultano comunque limitate, in ragione del notevole grado di confinamento che garantisce inoltre

L'area di studio è interessata in linea generale dalla presenza di tre gruppi acquiferi sovrapposti. Secondo quanto indicato nella "Carta Idrogeologica" – PGT Comune di Lomazzo, la falda idrica principale di nostro interesse (acquifero superficiale) si colloca ad una quota non superiore a 240 m s.l.m. (soggiacenza di almeno 20 metri rispetto al piano campana), con linee di deflusso idrico sotterraneo in direzione NNO-SSE.

3 ASPETTI GEOLOGICI DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

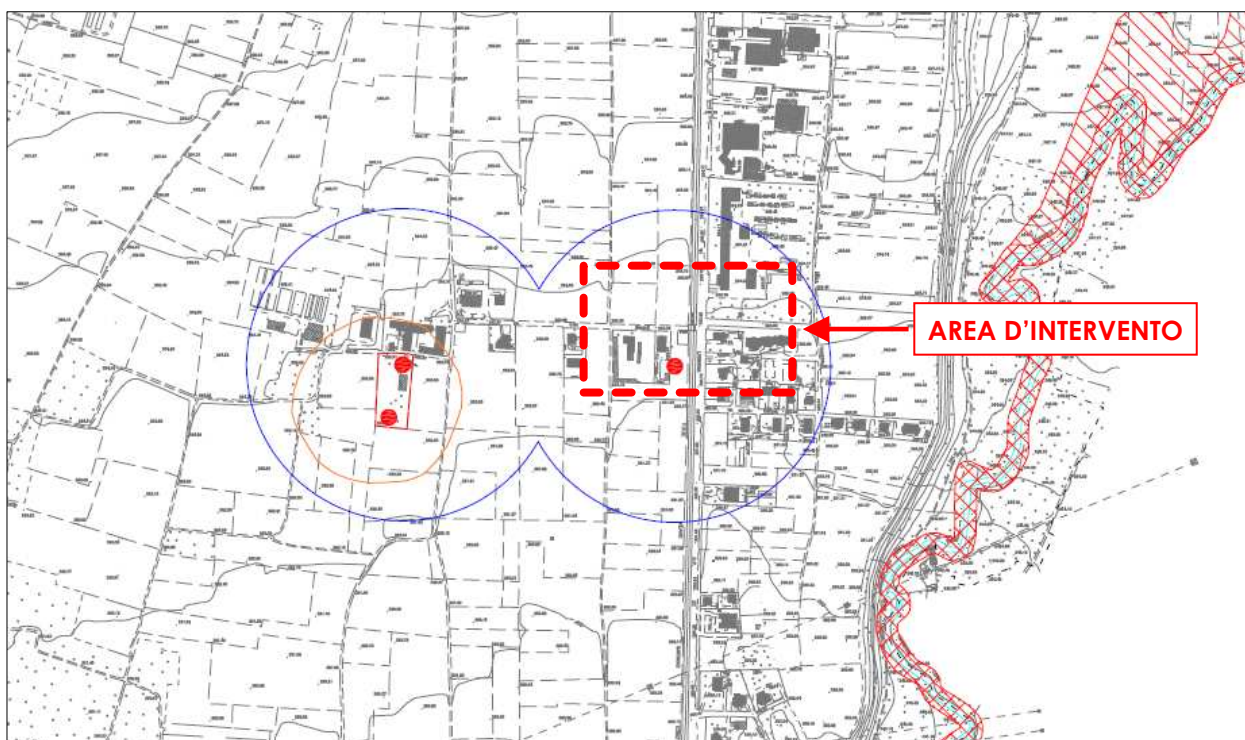
Il Comune di LOMAZZO è dotato di studio geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio: lo studio è stato redatto dal Dott. Geol. Vittorio Bruno nel 2016 ai sensi della D.G.R. 20/11/11, n. IX/2616. nel 2016 ed è comprensivo della documentazione cartografica che illustra le criticità geologiche ed i vincoli presenti sul territorio comunale, quali la **Carta dei Vincoli**, la **Carta di Fattibilità geologica per le azioni di piano** e la **Carta della pericolosità sismica locale**.

3.1 CARTA DEI VINCOLI


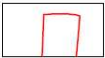


La Tavola 3 della componente geologica del PGT è costituita dalla CARTA DEI VINCOLI alla scala 1:5.000: della detta tavola si riporta di seguito un estratto, sul quale è evidenziata l'area d'intervento.

Piano di governo del Territorio - STUDIO GEOLOGICO

Tavola 3 - CARTA DI VINCOLI (Revisione 2016)



Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (D. LGS. 258/2000 e successive modificazioni)

-  Zona di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile
-  Zona di tutela assoluta complessiva per i pozzi Braghe I e Braghe III
-  Zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile delimitata con criterio geometrico (200 m di raggio)
-  Zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile delimitata con criterio temporale (tempo di sicurezza T=60 gg)

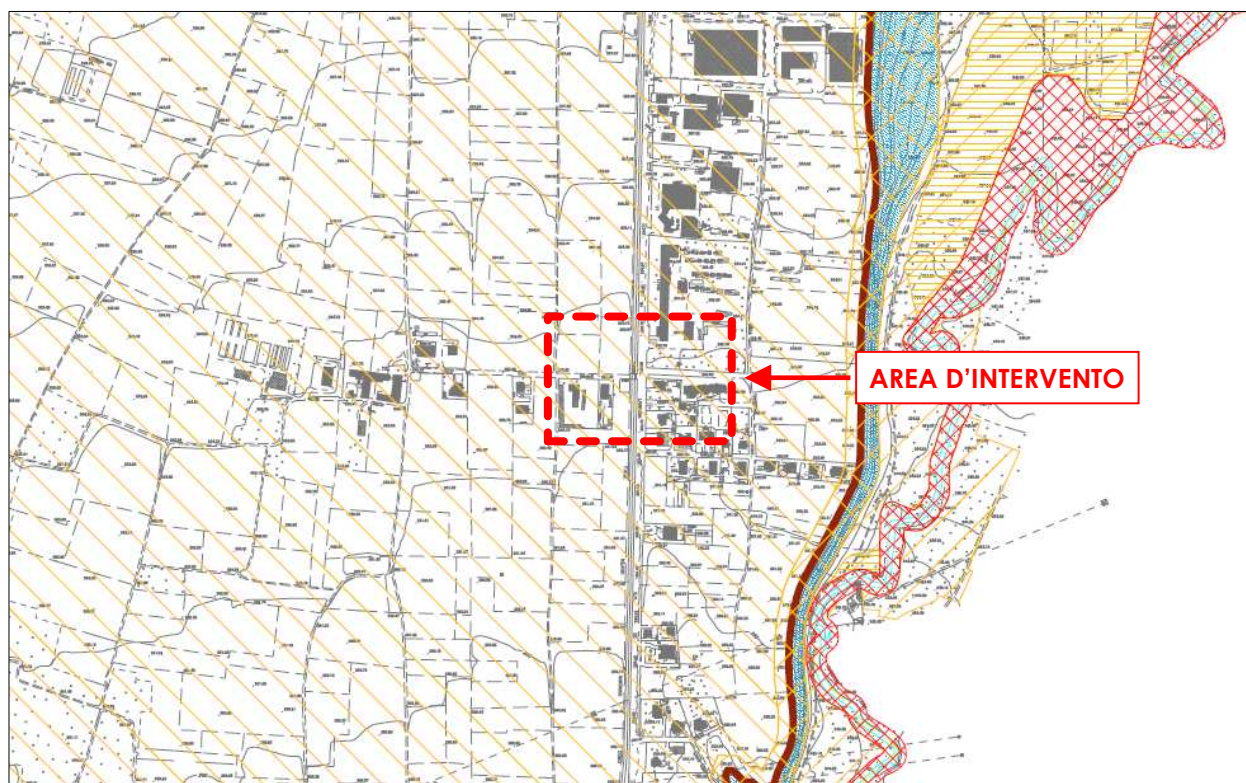
Le carte dei vincoli rappresentano le limitazioni d'uso del territorio, derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico, con particolare riferimento ai vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino, vincoli di polizia idraulica, aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile, geositi.

Il sito oggetto di studio, come possibile osservare nello stralcio riportato, risulta **INTERNO** agli **AMBITI DI RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE AD USO IDROPOTABILE** delimitata con criterio geometrico (200 m di raggio).



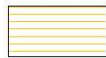

3.2 FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

La tavola 6 della componente geologica del PGT è costituita dalla CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO CON SOVRAPPOSIZIONE PSL alla scala 1:5.000: della detta tavola si riporta di seguito un estratto, sul quale è evidenziata l'area d'intervento.

Piano di governo del Territorio - STUDIO GEOLOGICO
Tavola 6 - CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO (Revisione 2016)



Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

-  Sottoclasse 3a - Ambito dei versanti della scarpata morfologica del T. Lura
-  Sottoclasse 3b - Area ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile
-  Sottoclasse 3c - Area allagabile in occasione di eventi meteorici eccezionali
-  Sottoclasse 3d - Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante

L'area d'intervento ricade in **CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI** alla destinazione d'uso dei terreni: per tali aree le NTA geologiche riportano.

CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Fattibilità con consistenti limitazioni: zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa; vengono individuate le prescrizioni specifiche per la mitigazione del rischio e/o i supplementi di indagine specifici.

SOTTOCLASSE 3d - Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante

Aree sub-pianeggianti o moderatamente acclivi in cui prevalgono depositi di natura limo-argillosa nei primi 2-5 m dal piano campagna. Queste aree comprendono la quasi totalità del territorio comunale contraddistinto da una copertura loessica distribuita in modo sostanzialmente uniforme.

Geologia: depositi glaciali e fluvioglaciali (unità di Muselle e Lomazzo)

Geomorfologia:

- ✓ processi: aree stabili con attività nulla o realmente limitata
- ✓ acclività: da media a nulla

Idrogeologia: falda non interagente con la porzione più superficiale del suolo; possibili ristagni locali

Geotecnica: caratteristiche scadenti nei primi metri dal p.c.

Caratteri limitanti: possibili locali condizioni geotecniche sfavorevoli per la presenza di sedimenti coesivi, soggetti ad eventuali cedimenti in caso di carico. Ristagno superficiale di acque meteoriche.

Specifiche costruttive per interventi edilizi: sono ammissibili tutte le categorie di opere edilizie e infrastrutturali (C.G.1 – C.G.2 – C.G.3).

Prescrizioni:

- ✓ Relazione geologica di fattibilità dell'intervento a corredo del progetto
- ✓ Relazione geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 14/01/08 e s.m.i.

Contenuti obbligatori della relazione geologica:

- ✓ Valutazione della capacità portante del terreno in relazione con l'influenza diretta dell'opera, della presenza di sedimenti coesivi e di eventuali cedimenti sotto carico, mediante prove e misure dirette dei parametri geotecnici con strumenti di tipo convenzionale (prove in sito e laboratorio)
- ✓ Definizione del tipo di fondazioni (superficiali o profonde) in relazione alle caratteristiche di stabilità e resistenza del terreno
- ✓ Valutazione della efficacia del sistema di smaltimento delle acque meteoriche previsto in progetto e della sua compatibilità con la situazione geologica locale
- ✓ Indicazioni sui sistemi di drenaggio – impermeabilizzazione delle strutture interrato o seminterrate
- ✓ Valutazione dei rischi legati alla bassa capacità di drenaggio del terreno. Indicazioni sui sistemi di drenaggio e impermeabilizzazione delle strutture interrato o seminterrate

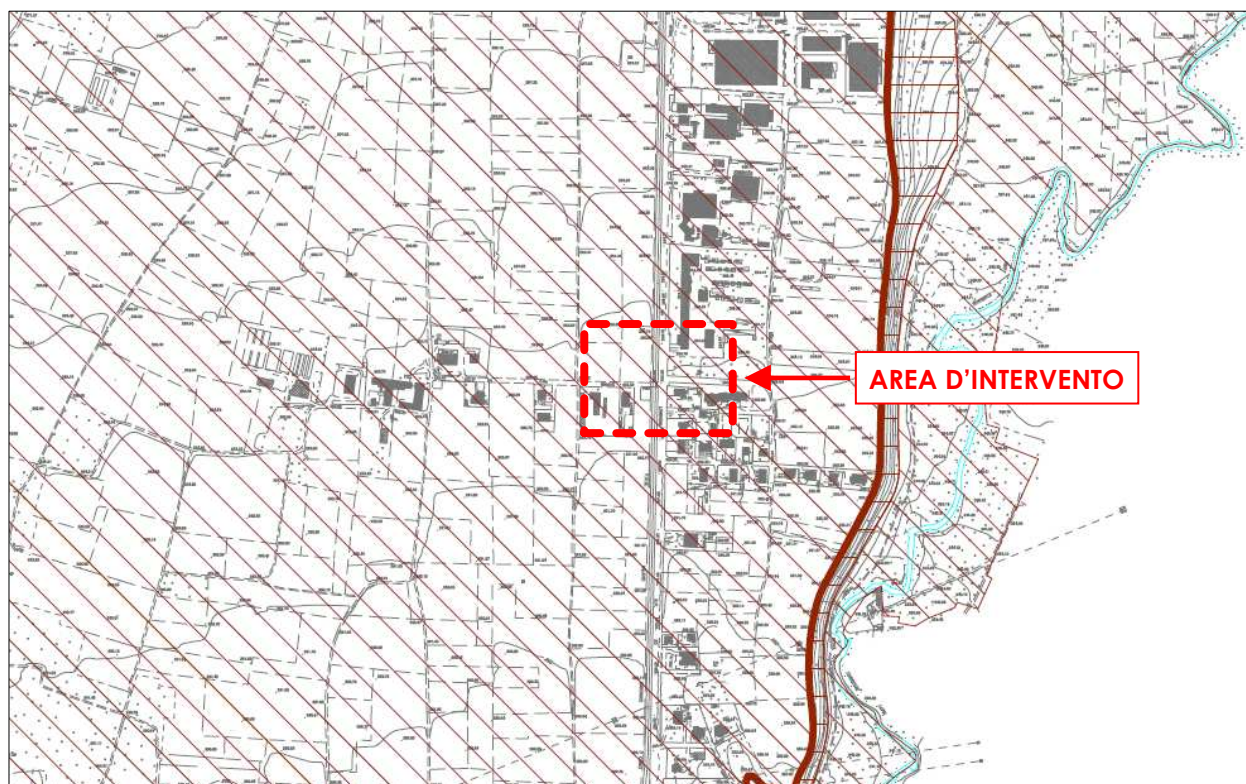
3.3 SCENARIO DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

L'azione sismica sulle costruzioni introdotta dalle NTC è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (detto di categoria "A" nelle NTC/2018) con superficie topografica orizzontale. Questa pericolosità sismica di base, che si esprime in termini di valore di accelerazione orizzontale massima a_g , può subire degli incrementi in funzione delle condizioni geologico-stratigrafiche e topografiche specifiche del sito, ottenendo così la pericolosità locale specifica del sito. Le norme NTC/2018 infatti, al paragrafo 3.2.2, stabiliscono che partendo dalla pericolosità sismica di base è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale allo scopo di definire l'azione sismica di progetto. Le norme consentono di utilizzare un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di riferimento del sottosuolo di fondazione (A, B, C, D, E).

Nello Studio Geologico a supporto del PGT del 2016 (Tavola 2) è stata redatta la Carta di Pericolosità Sismica Locale dalla quale si evince che l'ambito d'intervento risulta inserito in uno scenario di pericolosità sismica locale dove sono possibili amplificazioni sismiche per effetti litologici e geometrici - **"Z4a - ZONA DI FONDOVALLE E DI PIANURA CON PRESENZA DI DEPOSITI ALLUVIONALI E/O FLUVIOGLACIALI GRANULARI E/O COESIVI"**.

Si tratta cioè di un settore potenzialmente soggetto ad amplificazione sismica a causa della litologia del terreno presente che può quindi modificare la pericolosità sismica di base.

Piano di governo del Territorio - STUDIO GEOLOGICO
Tavola 2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Revisione 2016)



Effetti: Instabilità



Z1c - zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana

Effetti: amplificazioni topografiche



Z3a - zona di ciglio $H > 10$ m (orlo di terrazzo fluviale)

Effetti: amplificazioni litologiche e/o geometriche



Z4a - zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi



Z4c - zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)

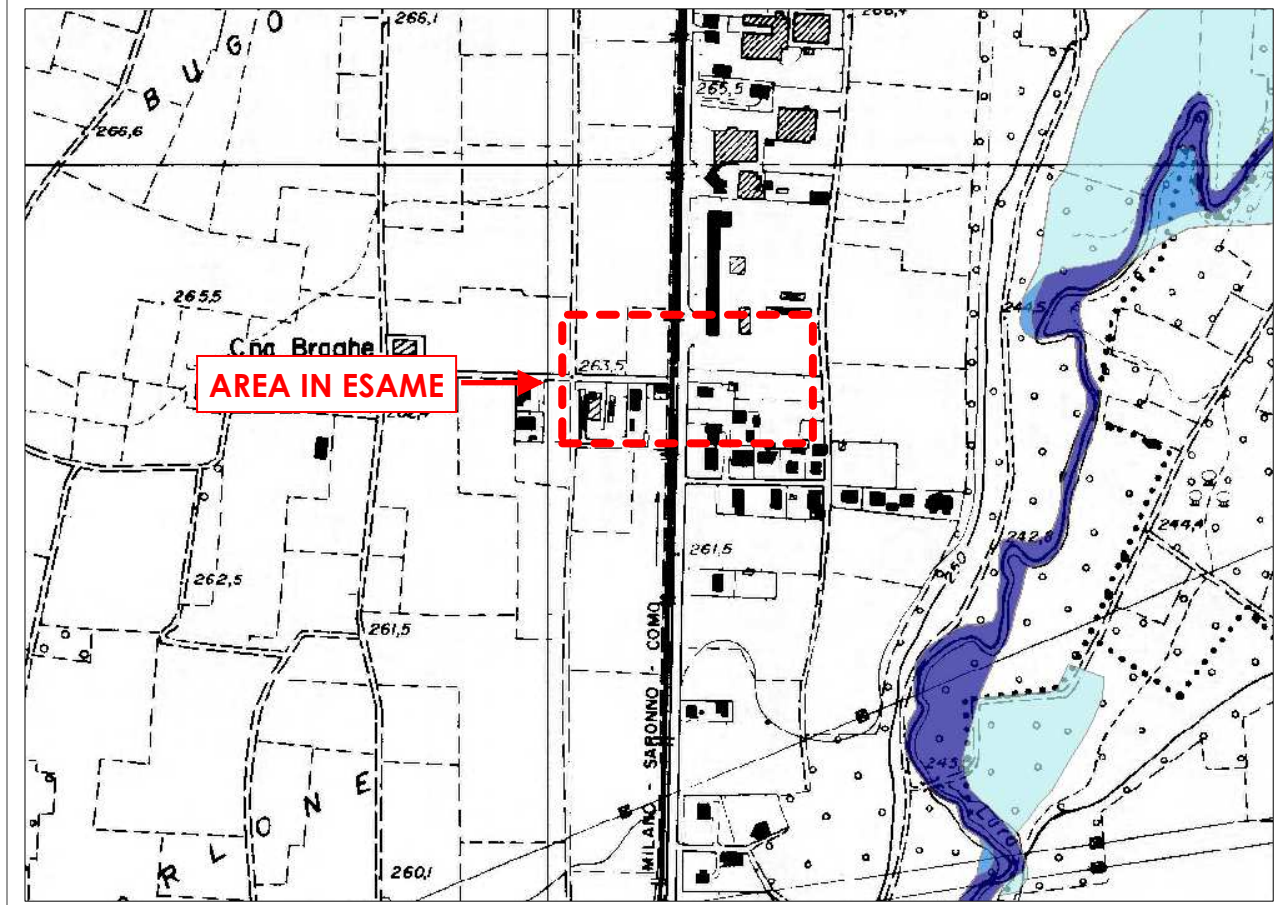
Per le aree Z4a la normativa richiede l'applicazione dell'analisi di secondo livello, sviluppata nei paragrafi successivi.

Poiché gli interventi in esame prevedono la realizzazione di opere in c.a. è necessario applicare i contenuti delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC/2018) che impongono i criteri per la progettazione anche in presenza dell'azione sismica, utilizzando diversi valori di accelerazione sismica in funzione dell'ubicazione del sito in esame e applicando il Metodo degli Stati Limite.

4 PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

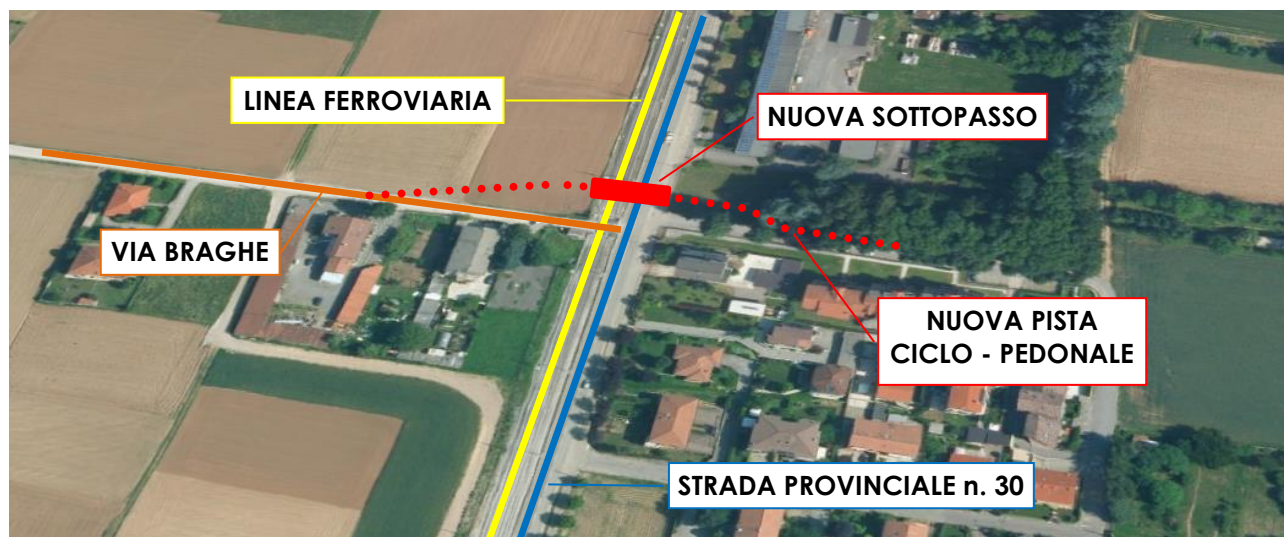
Per quanto riguarda il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), l'area risulta ESTERNA agli ambiti di pericolosità dal reticolo principale (RP).

DIRETTIVA ALLUVIONI 2007/60/CE - Revisione 2022

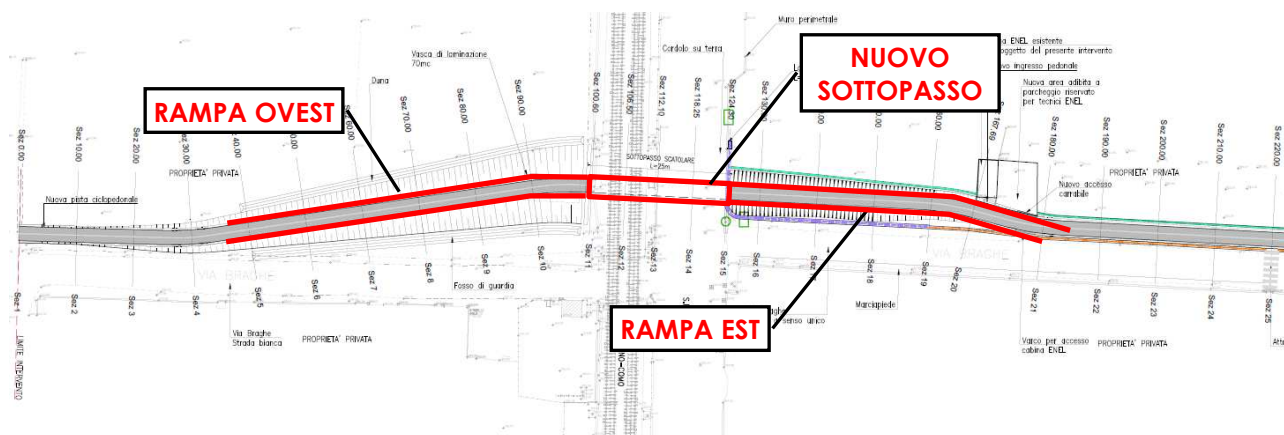


5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E UBICAZIONE INDAGINI

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un nuovo tratto di pista ciclo-pedonale con predisposizione di nuovo sotto passo in prossimità dell'intersezione tra Via Braghe e la linea ferroviaria (Como – Saronno) che localmente si sviluppa parallelamente alla Strada Provinciale n. 30.



Il raccordo tra il percorso della nuova pista ciclo pedonale ed il sottopasso prevede due rampe in discesa, a destra e a sinistra dell'intersezione di Via Braghe con la SP 30 e la linea ferroviaria.

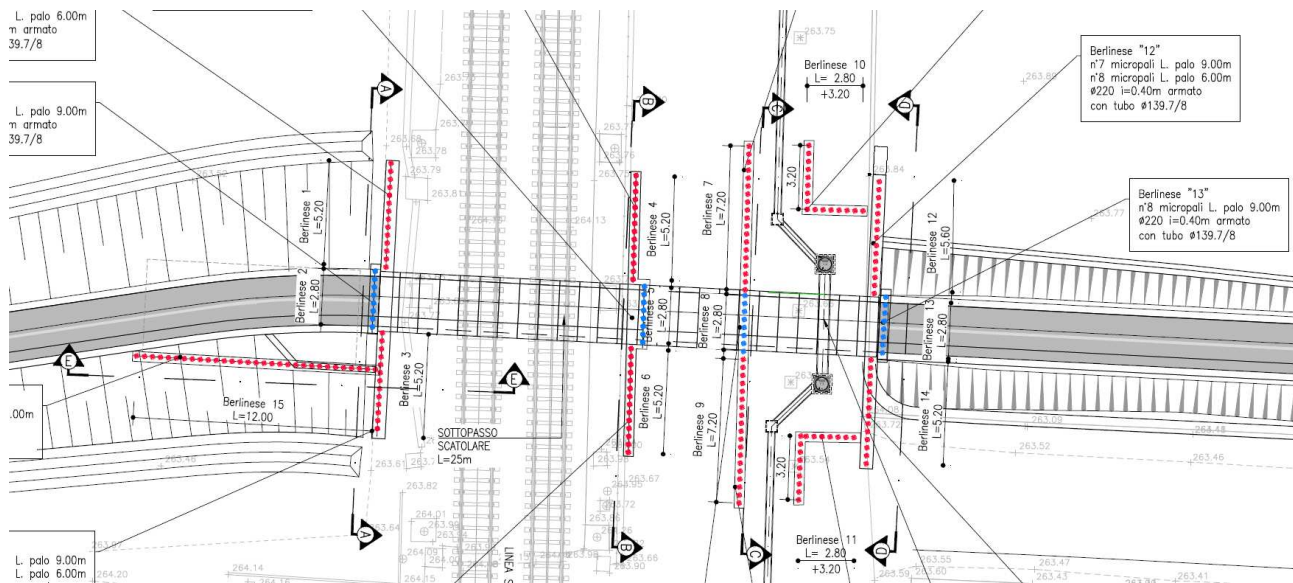


La rampa del tratto ad Ovest avrà una pendenza del 5% e sarà realizzata in trincea con pendenze delle scarpate a 2/3 ad eccezione del tratto finale del lato SUD dove viene prevista la realizzazione di una berlinese per un'estensione di 12 metri; la rampa ad Est, che invece avrà una pendenza del 9%, verrà realizzata prevedendo l'uso delle terre armate.

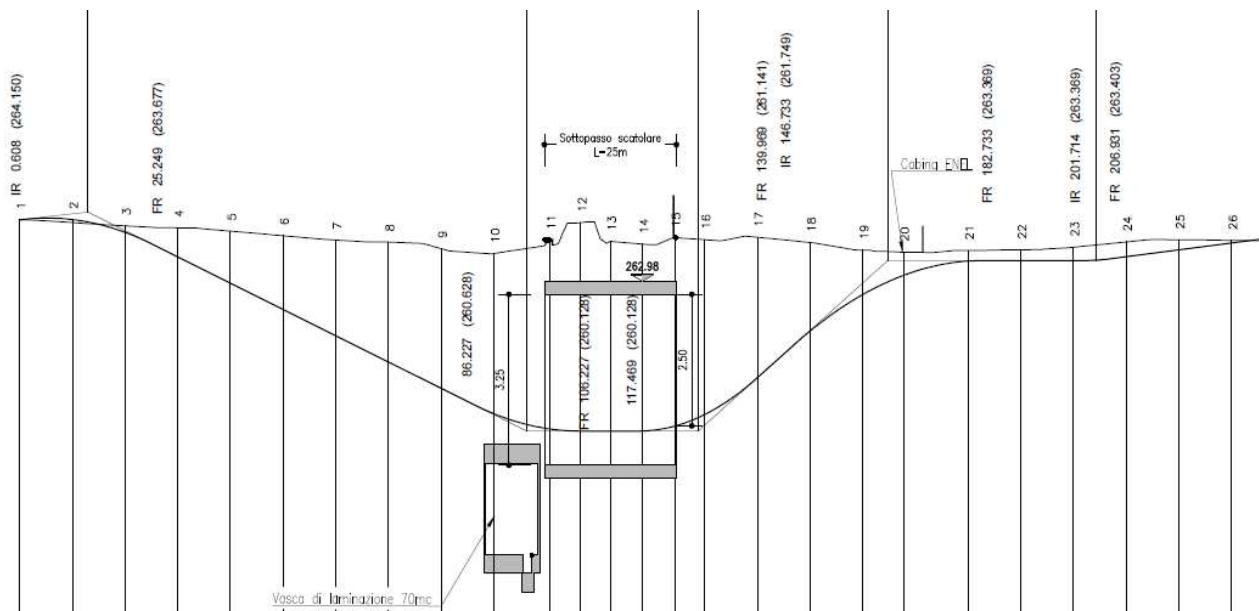
Al termine dei tratti in discesa, il percorso passerà al di sotto sia della Strada Provinciale n. 30 sia della rete FS Como-Saronno ad una quota relativa di circa -4,00 mt dal piano di campagna tramite un attraversamento costituito da manufatti scatolari in cemento armato prefabbricato (i manufatti saranno assemblati fuori opera e varati successivamente) per una lunghezza del tratto pari a circa 25 metri. Per limitare l'estensione degli scavi, evitando la chiusura totale della viabilità, sono previste

opere provvisorie con micropali (berlinesi) a cui seguirà lo sterro e la posa dei vari conci scatolari prefabbricati.

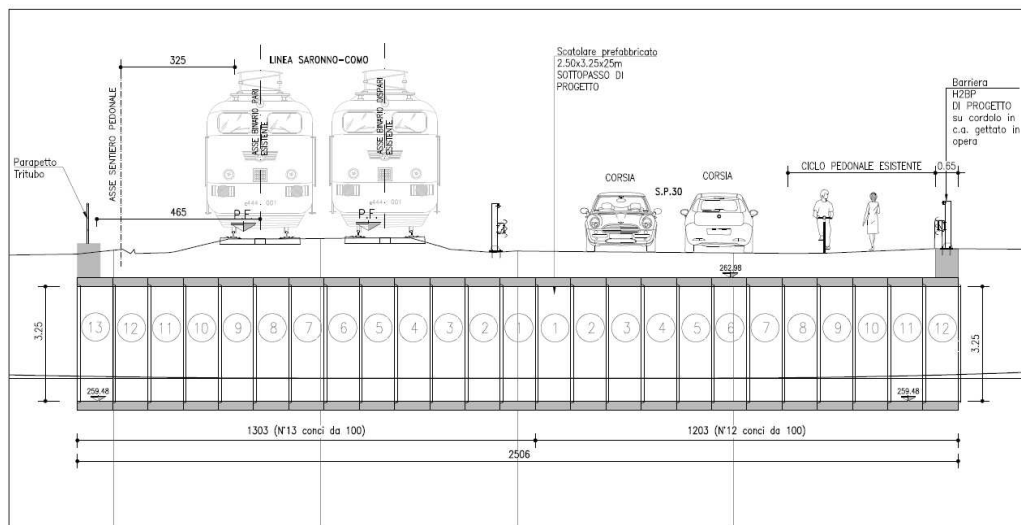
Nella successiva immagine viene riportato un estratto della tavola "ELABORATI GRAFICI - OPERE STRUTTURALI, Pianta e sezioni scatolare in c.a." dove viene illustrata l'esatta posizione delle berlinesi in progetto.



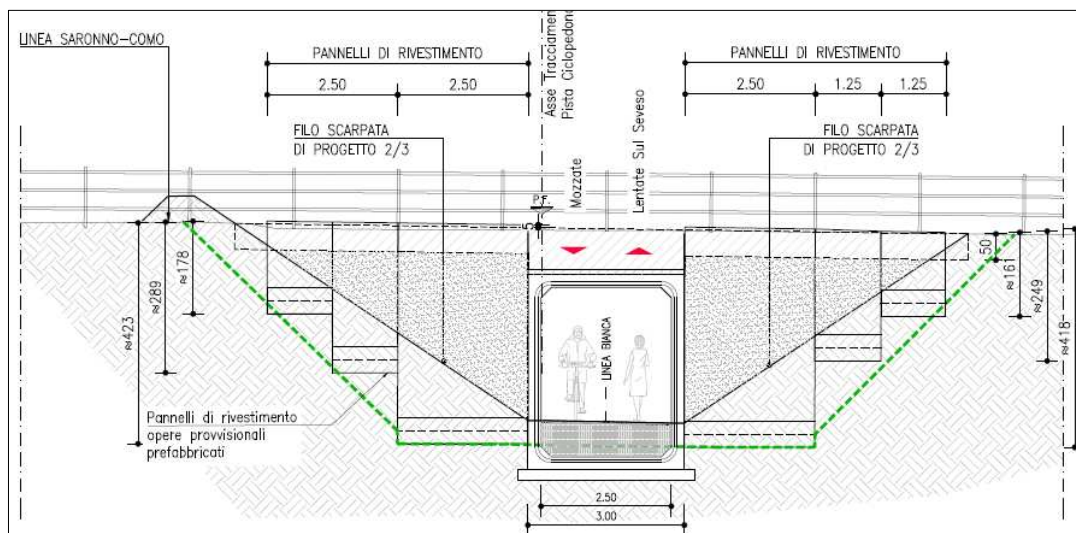
Nell'immagine successiva viene illustrata le sezioni longitudinali di progetto.



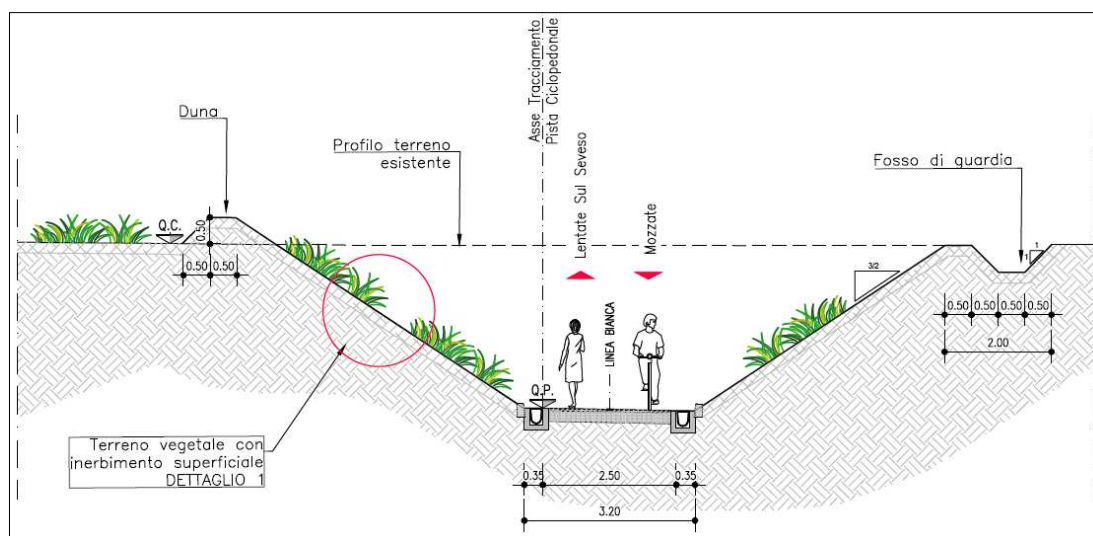
Nelle immagini successive vengono illustrate alcune sezioni significative.



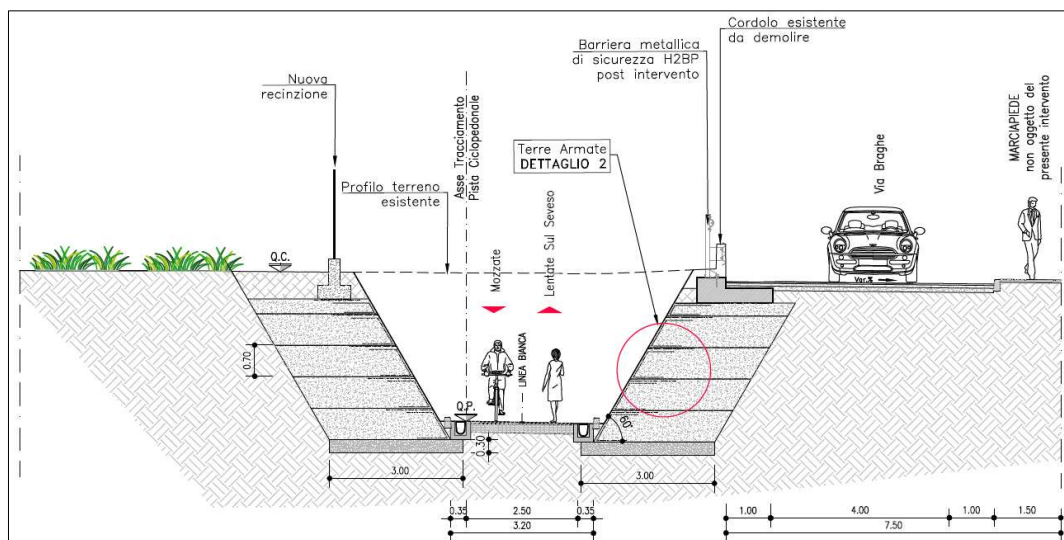
Vista laterale sottopasso scatolare



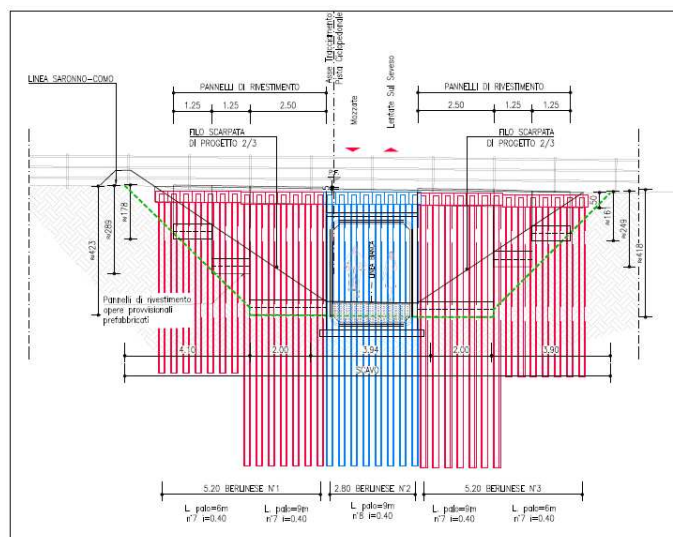
Imbocco lato Ovest



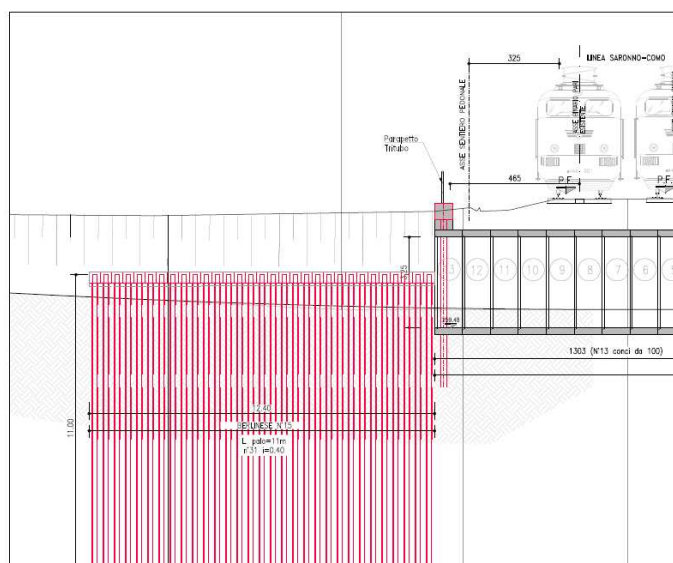
Tipologico rampa lato Ovest



Tipologico rampa lato Est

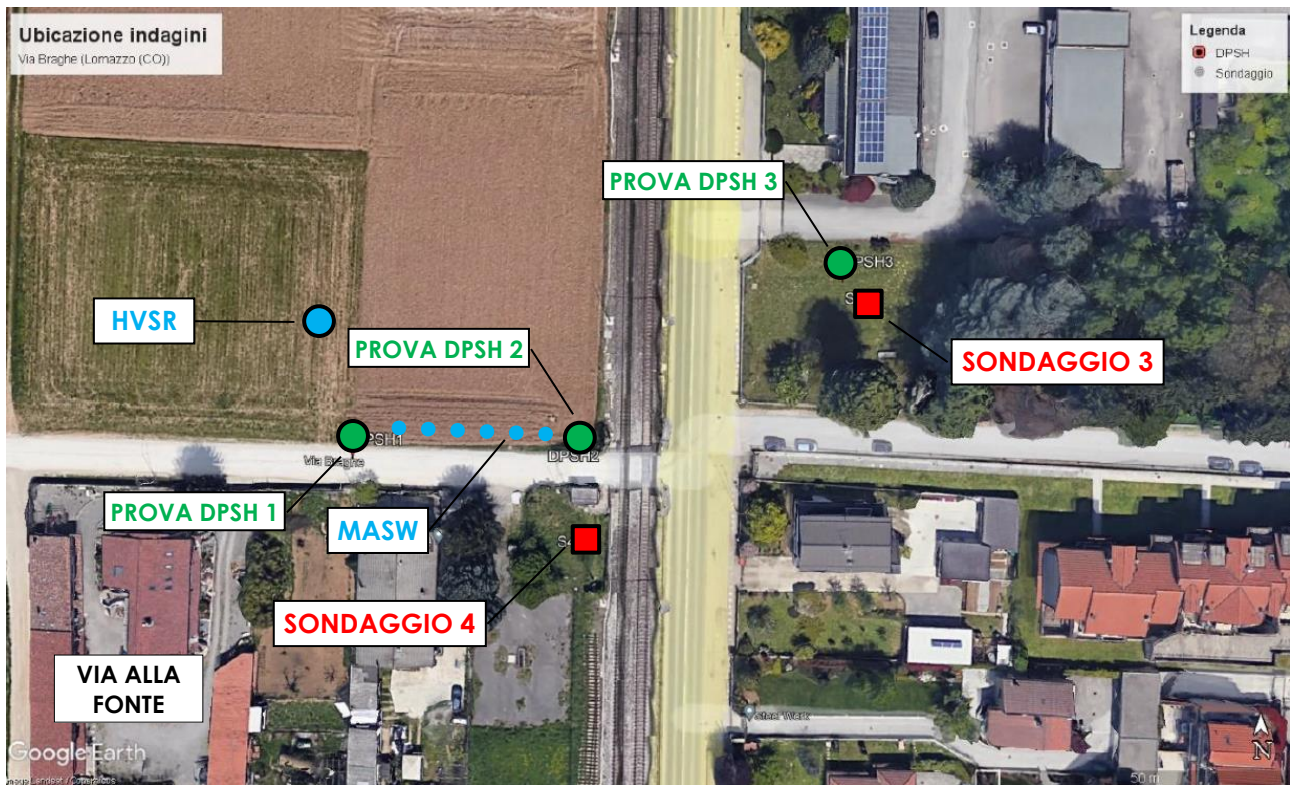


Vista frontale berlinese



Vista laterale berlinese rampa lato EST

Nella successiva immagine viene illustrata l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite in prossimità delle aree d'intervento.



6 INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Allo scopo di ricostruire il quadro stratigrafico, geotecnico e sismico dei siti oggetto dell'intervento, nell'aprile 2023 sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche:

- ✓ n° 2 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a profondità di 20 m dal p.c.;
- ✓ n° 6 prelievi di campioni indisturbati (3 per sondaggio) per le prove di laboratorio;
- ✓ n° 20 prove penetrometriche standard SPT (10 per sondaggio);
- ✓ n° 6 prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile (3 per sondaggio).
- ✓ n° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- ✓ N° 1 prospezione sismica a rifrazione MASW;
- ✓ N° 1 prospezione sismica ai microtremori HVSR;
- ✓ Analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante i sondaggi;
- ✓ Analisi ambientali su 6 campioni prelevati.

6.1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

La campagna d'indagine ha previsto la realizzazione di 2 sondaggi spinti ad una profondità di 20 metri eseguiti ai due lati della Strada Provinciale (Vedi Capitolo 5). Di seguito viene riportato lo schema della stratigrafia relativa al sondaggio S3.

Committente: Ferrovie Nord	Sondaggio: BRAGHE_S3_P
Riferimento: Veronica La Rotonda	Data: 08/03/2023
Coordinate: 45.682209 N 9.039774 E	Quota: 264 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1:150				STRATIGRAFIA				Pagina 1/1			
metri basi	LITOLOGIA	prof. m.	spess. m.	DESCRIZIONE	A	Campioni	Standard Penetration Test		DATI TECNICI		
							m	S.P.T.	N		
1.				Terreno di riporto sabbioso fine con limo marrone scuro da mediamente addensato ad addensato							
2.		2,0	2,0				2,0	3-6-7	13		
3.				Ghiaia con sabbia beige chiara con clasti da subangolari a ben arrotondati da centimetrici a decimetrici di probabile origine fluviale e tracce di alterazione							
4.					1) Ind	< 4,00 4,60	4,0	5-7-8	15		
5.											
6.							6,0	6-5-6	11		
7.		7,0	5,0								
8.				Sabbia grossolana ben classata con sparsi clasti ben arrotondati decimetrici (Probabile presenza di falda sospesa)							
9.							9,0	6-6-5	11		
10.					2) Ind	< 10,00 10,60					
11.		11,5	4,5				11,0	9-8-5	13		
12.				Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi debolmente limosi con intervalli sabbiosi fini biancastri con clasti decimetrici calcarei alterati							
13.							13,0	38-40-43	83		
14.					3) Ind	< 14,00 14,60					
15.							15,0	28-24-21	45		
16.											
17.		17,0	5,5				17,0	25-28-22	50		
18.				Sabbia limosa beige chiara mediamente addensata con sparsi clasti da subarrotondati a ben arrotondati			18,0	30-30-48	78		
19.											
20.		20,0	3,0				19,5	29-31-47	78		

Di seguito viene riportato lo scheda della stratigrafia relativa al sondaggio S4.

Committente: Ferrovie Nord					Sondaggio: BRAGHE_S4				
Riferimento: Veronica La Rotonda					Data: 09/03/2023				
Coordinate: 45. 682638 N 9.040374 E					Quota: 264 m s.l.m.				
Perforazione: Carotaggio Continuo									

SCALA 1:150

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A	Campioni	Standard Penetration Test			DATI TECNICI					
							m	S.P.T.	N						
1		3.0	3.0	Terreno di riporto sabbioso fine con limo marrone scuro da mediamente addensato ad addensato			2.0	2-4-5	9						
2															
3															
4				Ghiaia con sabbia beige chiara con clasti da subangolari a ben arrotondati da centimetrici a decimetrici di probabile origine fluviale e tracce di alterazione							4.0	4-4-7	11		
5															
6															
7															
8															
9															
10				10.0							7.0	Sabbia grossolana mediamente classata con sparsi clasti da arrotondati a ben arrotondati (Probabile presenza di falda sospesa)	10.0	8-7-8	15
11				Sabbia limosa beige chiara mediamente addensata con sparsi clasti da subarrotondati a ben arrotondati. Negli ultimi due metri maggiore percentuale di matrice			16.0	12-16-39	55						
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19	20.0	6.0				18.0	14-31-27	58							
20															

L'analisi dei dati derivanti dai sondaggi, evidenziano la presenza in superficie di materiale di riporto (sabbia fine con limo e ghiaia di colore marrone scuro sciolti) con spessore variabile tra 2 e 3 metri, al di sotto sino ad una profondità variabile tra 15 e 17 metri sono presenti alternanze di livelli con ghiaie sabbiose e clasti a livelli con sabbie grossolane e sparsi clasti. A profondità maggiori prevalgono sabbie limose beige con sparsi clasti mediamente addensati. Durante le operazioni di perforazione non è stata intercettata la falda.

Durante la realizzazione dei sondaggi sono stati eseguiti sei prelievi di materiale sottoposti successivamente ad analisi geotecniche di laboratorio e sei prelievi di materiale sottoposti successivamente ad analisi di compatibilità ambientale.

6.1.1 PROVE SPT

Le prove SPT (Standard Penetration Test) eseguite nei fori di sondaggio consistono nell'infissione a percussione, tramite procedura standardizzata, di una punta metallica con diametro esterno (De) di 50 mm: le prove sono state eseguite con punta conica chiusa. Durante l'infissione, eseguita per battute ripetute di un maglio del peso di 63,5 kg con volata di 76 cm, sono conteggiati con passo di 15 cm i colpi necessari per una penetrazione totale di 45 cm (N1, N2, N3).

I risultati delle prove effettuate consentono, mediante correlazioni con grafici e relazioni disponibili in letteratura, di ottenere informazioni in merito al comportamento geotecnico dei terreni attraversati.

Nel corso della realizzazione del sondaggio S03 sono state realizzate n. 10 prove SPT in foro; di seguito si riporta una tabella riepilogativa con indicazione delle prove eseguite, della profondità di esecuzione, del numero di colpi, del conseguente valore di N_{SPT} e delle litologie testate.

N.	ID sondaggio	Da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt	Litologia
1	S03P	2.00	2.45	Spt 1: 3-6-7	13	Terreno ghiaioso con sabbia
2	S03P	4.00	4.45	Spt 2: 5-7-8	15	Ghiaia con sabbia
3	S03P	6.00	6.45	Spt 3: 6-5-6	11	Ghiaia con sabbia
4	S03P	9.00	9.45	Spt 4: 6-6-5	11	Sabbia grossolana ben classata
5	S03P	11.00	11.45	Spt 5: 9-8-5	13	Altern. livelli ghiaiosi sabbiosi deb. limosi
6	S03P	13.00	13.45	Spt 6: 38-40-43	83	Altern. livelli ghiaiosi sabbiosi deb. limosi
7	S03P	15.00	15.45	Spt 7: 28-24-21	45	Altern. livelli ghiaiosi sabbiosi deb. limosi
8	S03P	17.00	17.45	Spt 8: 25-28-22	50	Altern. livelli ghiaiosi sabbiosi deb. limosi
9	S03P	18.00	18.45	Spt 9: 30-30-48	78	Sabbia limosa
10	S03P	19.50	19.95	Spt 10: 29-31-47	78	Sabbia limosa

Nel corso della realizzazione del sondaggio S04 sono state realizzate n. 10 prove SPT in foro; di seguito si riporta una tabella riepilogativa con indicazione delle prove eseguite, della profondità di esecuzione, del numero di colpi, del conseguente valore di N_{SPT} e delle litologie testate.

N.	ID sondaggio	Da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt	Litologia
1	S04	2.00	2.45	Spt 1: 2-4-5	9	Terreno sabbioso con limo marrone
2	S04	4.00	4.45	Spt 2: 4-4-7	11	Ghiaia con sabbia
3	S04	6.00	6.45	Spt 3: 4-6-37	43	Ghiaia con sabbia
4	S04	8.00	8.45	Spt 4: 13-18-16	34	Ghiaia con sabbia
5	S04	10.00	10.45	Spt 5: 8-7-8	15	Sabbia grossolana
6	S04	12.00	12.45	Spt 6: 5-7-9	16	Sabbia grossolana
7	S04	14.00	14.45	Spt 7: 21-16-20	36	Sabbia limosa
8	S04	16.00	16.45	Spt 8: 12-16-39	55	Sabbia limosa
9	S04	18.00	18.45	Spt 9: 14-31-27	58	Sabbia limosa
10	S04	19.50	19.95	Spt 10: 28-24-23	47	Sabbia limosa

6.1.2 PROVE DI PERMEABILITÀ LEFRANC A CARICO VARIABILE

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state realizzate a diverse profondità 6 prove di permeabilità Tipo Lefranc a carico variabile, di seguito si riporta una tabella riepilogativa con indicazione delle prove eseguite e dei valori di permeabilità individuato.

N.	ID sondaggio	Sigla Prova	Profondità (m dal p.c.)	Permeabilità K (m/sec)
1	S03	S03 - L1	7.00	3.65 E-05
2	S03	S03 - L2	12.00	2.05 E-04
3	S03	S03 - L3	17.00	2.54 E-05
4	S04	S04 - L1	6.00	1.50 E-04
5	S04	S04 - L2	14.00	2.23 E-04
3	S04	S04 - L3	18.00	4.59 E-05

6.1.3 PRELIEVO CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 6 campioni indisturbati.

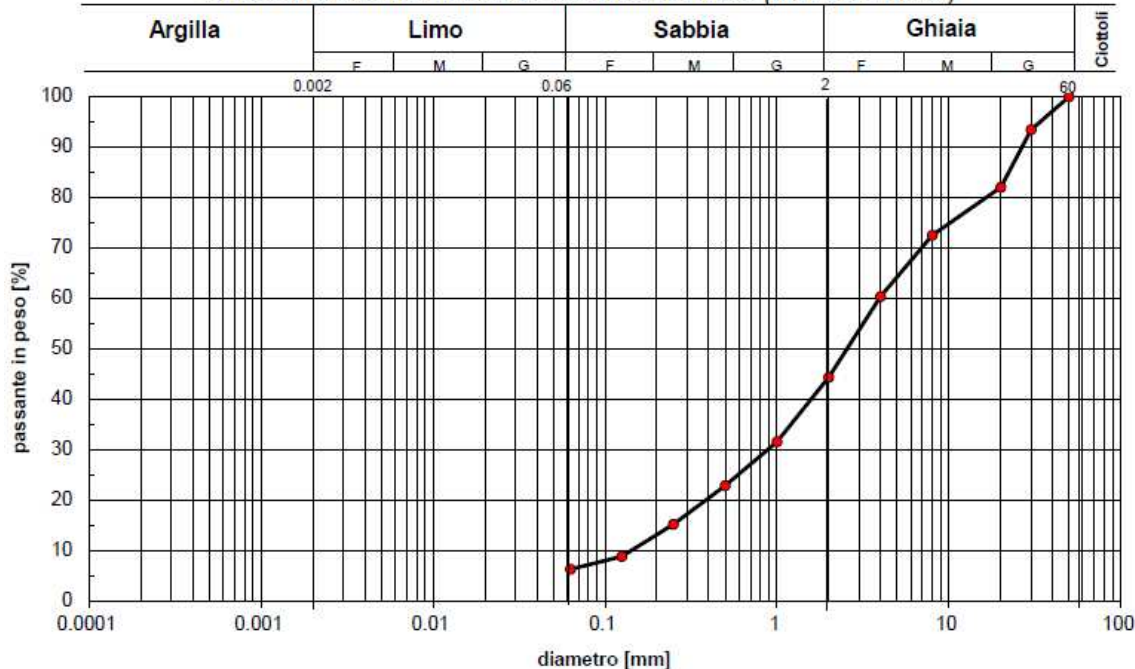
I campioni indisturbati, prelevati con l'ausilio di un campionatore a fustella (campionatore Shelby), sono stati sottoposti alla determinazione della curva granulometrica, ed una serie di prove geotecniche di laboratorio i cui risultati dettagliati sono allegati alla "Relazione Geologica, Indagine geognostica, Caratterizzazione e modellazione geotecnica" redatta dal Dott. Geol. Salvatore Costabile, di seguito viene illustrato una tabella riassuntiva con riferimento all'ubicazione dei prelievi:

N.	ID sondaggio	Sigla campione	Da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Litologia
1	S03	S3_P-C1	4.00	4.60	Ghiaia con sabbia
2	S03	S3_P-C3	10.00	10.60	Altern. livelli ghiaiosi sabbiosi deb. limosi
3	S03	S3_P-C3	14.00	14.60	Altern. livelli ghiaiosi sabbiosi deb. limosi
4	S04	S4-C1	5.00	5.50	Ghiaia con sabbia
5	S04	S4-C2	11.00	11.60	Sabbia grossolana
6	S04	S4-C3	15.00	15.60	Sabbia limosa

Nelle immagini successive vengono illustrate le curve granulometriche di ogni singolo campione.

ANALISI GRANULOMETRICA CAMPIONE S3_P - C1 (profondità 4.00 – 4.60 m)

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

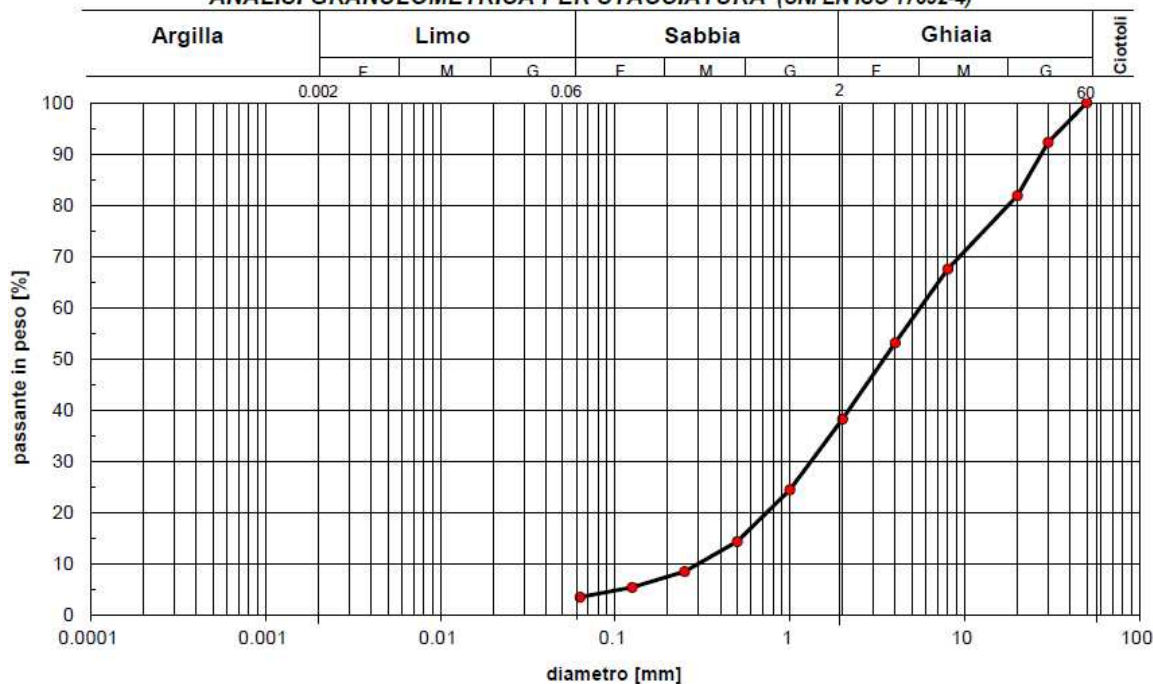
ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)

Argilla (%):	0.00	Limo (%):	6.24	Sabbia (%):	38.08	Ghiaia (%):	55.69
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------

ANALISI GRANULOMETRICA CAMPIONE S3_P - C2 (profondità 10.00 – 10.60 m)

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)

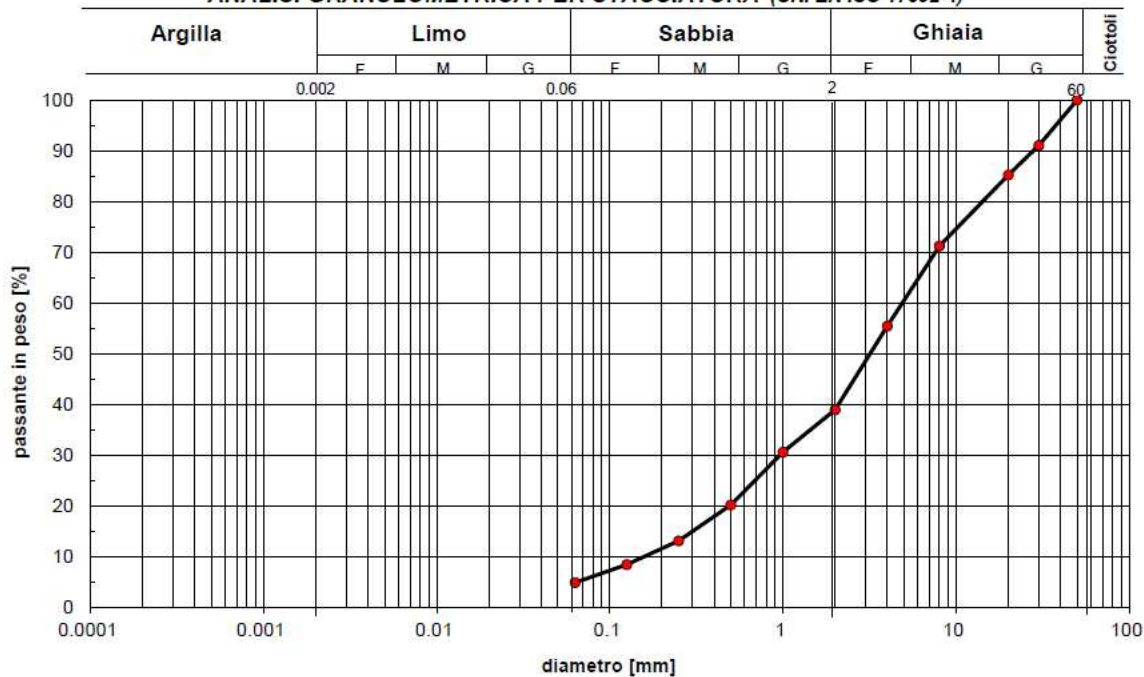


Argilla (%):	0.00	Limo (%):	3.51	Sabbia (%):	34.78	Ghiaia (%):	61.71
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------

ANALISI GRANULOMETRICA CAMPIONE S3_P - C3 (profondità 14.00 – 14.60 m)

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)

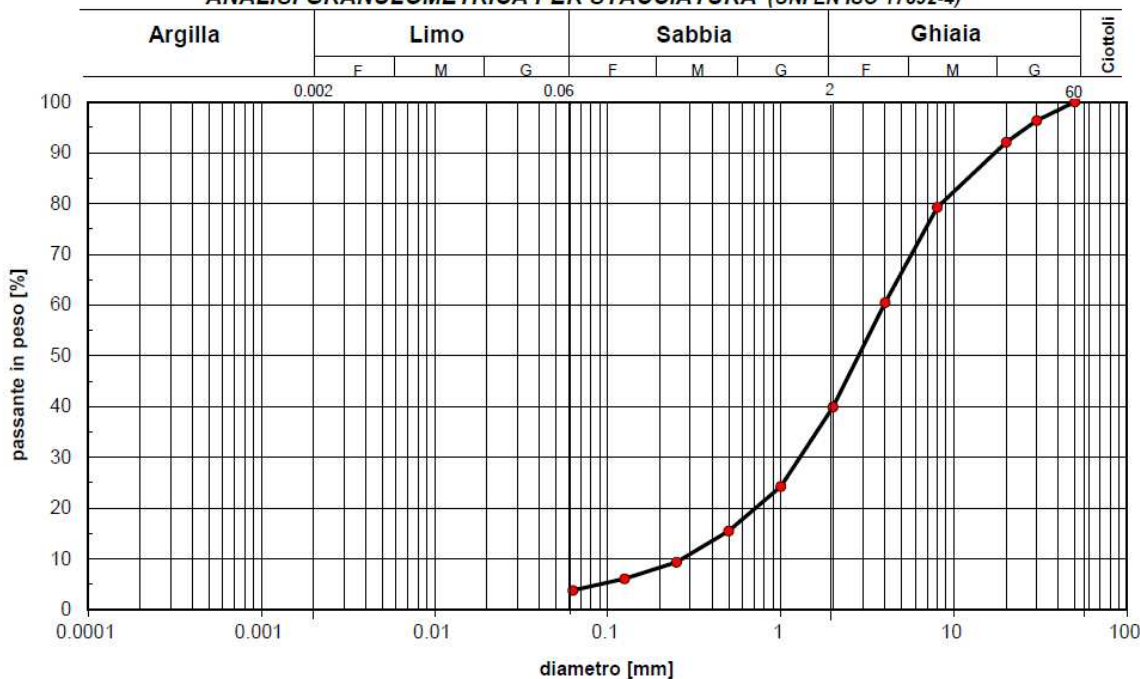


Argilla (%):	0.00	Limo (%):	4.90	Sabbia (%):	34.09	Ghiaia (%):	61.01
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------

ANALISI GRANULOMETRICA CAMPIONE S4 - C1 (profondità 5.00 – 5.50 m)

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)

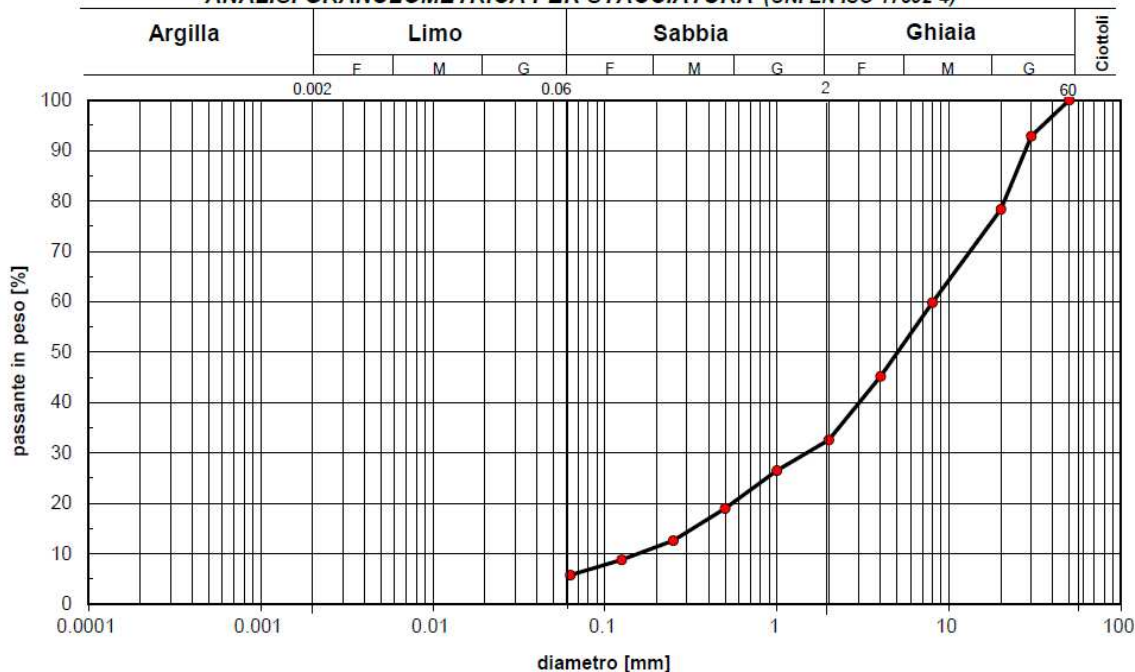


Argilla (%): 0.00	Limo (%): 3.83	Sabbia (%): 36.10	Ghiaia (%): 60.07
-------------------	----------------	-------------------	-------------------

ANALISI GRANULOMETRICA CAMPIONE S4 - C2 (profondità 11.00 – 11.60 m)

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)

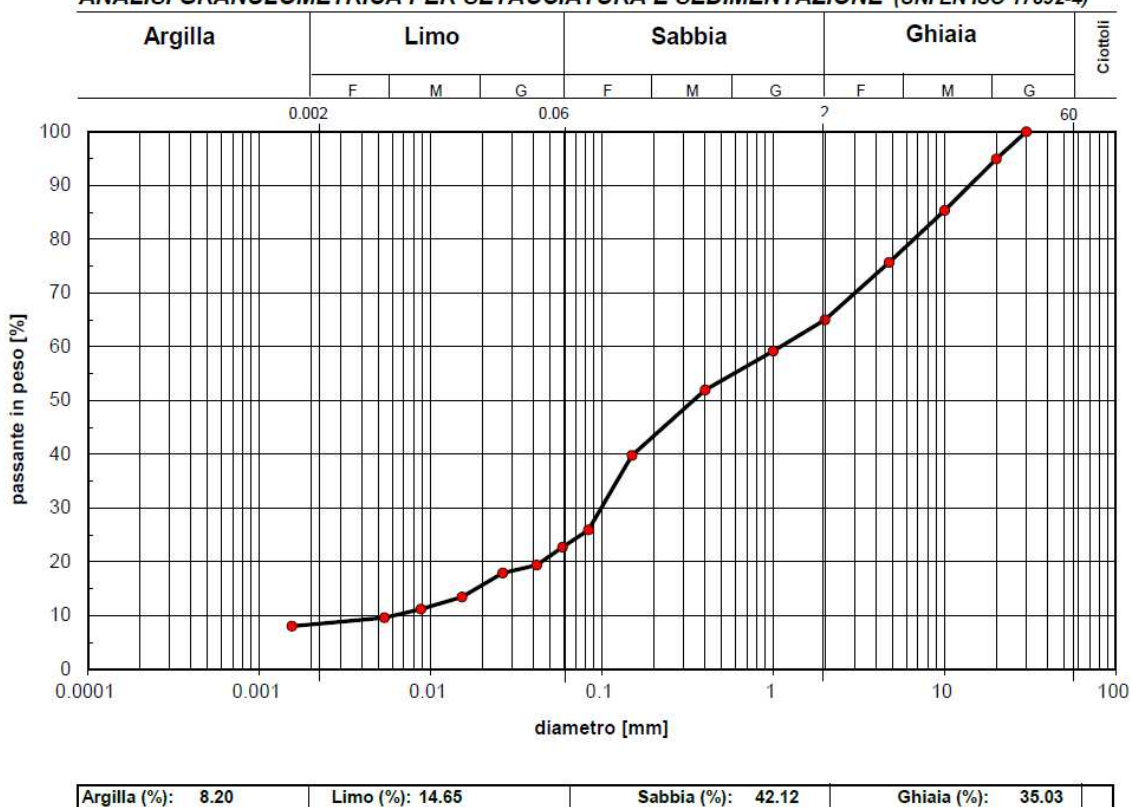


Argilla (%): 0.00	Limo (%): 5.79	Sabbia (%): 26.79	Ghiaia (%): 67.42
-------------------	----------------	-------------------	-------------------

ANALISI GRANULOMETRICA CAMPIONE S4 - C3 (profondità 15.00 – 15.60 m)

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (UNI EN ISO 17892-4)



Per quanto riguarda i campioni **S3_P - C1**, **S3_P - C3**, **S4 - C2** e **S4 - C2** oltre alle analisi granulometriche sono state eseguite delle prove di taglio grazie alle quali sono state definite caratteristiche fisiche e meccaniche quali angolo di attrito, coesione, peso di volume, et., riassunte nelle tabelle successive.

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C1**

Profondità (m): **4.00:4.60**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	6.24 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	38.08 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	55.69 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Ghiaia con sabbia debolmente limosa	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 25.89 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.239$
Peso di volume naturale	$\gamma = 19.46 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 15.71 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.393$
Indice di porosità	$e = 0.648$
Grado di saturazione	$S_r = 0.953$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = \text{n.d.}$
Limite di plasticità	$w_p = \text{n.d.}$
Indice di plasticità	$I_p = \text{n.d.}$
Indice di consistenza	$I_c = \text{n.d.}$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace $c' =$	15 kPa
Angolo di attrito efficace $\phi' =$	43° 50'
Coesione efficace res. $c'_r =$	n.d.
Angolo di attrito residuo $\phi'_r =$	n.d.

Sondaggio: S3_P

Campione: C3

Profondità (m): 14.00:14.60

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	4.90 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	34.09 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	61.01 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Ghiaia con sabbia	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.10 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.095$
Peso di volume naturale	$\gamma = 22.81 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 20.83 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.202$
Indice di porosità	$e = 0.253$
Grado di saturazione	$S_r = 1.000$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = \text{n.d.}$
Limite di plasticità	$w_P = \text{n.d.}$
Indice di plasticità	$I_p = \text{n.d.}$
Indice di consistenza	$I_c = \text{n.d.}$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace $c' =$	93 kPa
Angolo di attrito efficace $\phi' =$	43° 45'
Coesione efficace res. $c_r' =$	n.d.
Angolo di attrito residuo $\phi_r' =$	n.d.

Sondaggio: S4

Campione: C2

Profondità (m): 11.00:11.60

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	5.79 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	26.79 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	67.42 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Ghiaia con sabbia debolmente limosa	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 25.70 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.170$
Peso di volume naturale	$\gamma = 20.80 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 17.77 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.308$
Indice di porosità	$e = 0.446$
Grado di saturazione	$S_r = 1.000$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = \text{n.d.}$
Limite di plasticità	$w_P = \text{n.d.}$
Indice di plasticità	$I_p = \text{n.d.}$
Indice di consistenza	$I_c = \text{n.d.}$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace $c' =$	15 kPa
Angolo di attrito efficace $\phi' =$	46° 55'
Coesione efficace res. $c_r' =$	n.d.
Angolo di attrito residuo $\phi_r' =$	n.d.

Sondaggio: S4

Campione: C3

Profondità (m): 15.00:15.60

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	8.20 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	14.65 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	42.12 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	35.03 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Sabbia con ghiaia limosa deb. argillosa	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.19 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.168$
Peso di volume naturale	$\gamma = 20.02 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 17.13 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.346$
Indice di porosità	$e = 0.528$
Grado di saturazione	$S_r = 0.834$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = \text{n.d.}$
Limite di plasticità	$w_P = \text{n.d.}$
Indice di plasticità	$I_p = \text{n.d.}$
Indice di consistenza	$I_c = \text{n.d.}$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace $c' =$	4 kPa
Angolo di attrito efficace $\phi' =$	41° 20'
Coesione efficace res. $c_r' =$	n.d.
Angolo di attrito residuo $\phi_r' =$	n.d.

6.1.4 ANALISI AMBIENTALI CAMPIONI

Durante la realizzazione dei sondaggi sono stati eseguiti anche dei prelievi di materiale sui quali sono state effettuate delle analisi di compatibilità ambientale (determinazione parametri con riferimento alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152). Di seguito viene illustrata una tabella riassuntiva con riferimento all'ubicazione dei prelievi:

N.	ID sondaggio	Sigla campione	Da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)
1	S3	S3_P C.A.1	0.80	1.00
2	S3	S3_P C.A.2	2.30	2.50
3	S3	S3_P C.A.3	5.00	5.20
4	S4	S4 C.A.1	0.80	1.00
5	S4	S4 C.A.2	2.30	2.50
6	S4	S4 C.A.3	4.50	4.70

In totale i campioni prelevati sono stati 6, con il fine di caratterizzare in maniera ambientale i terreni oggetto di opera. Il laboratorio certificato che ha effettuato le analisi è Natura S.r.l., con sede legale presso Via Gioacchino Rossini, 16.

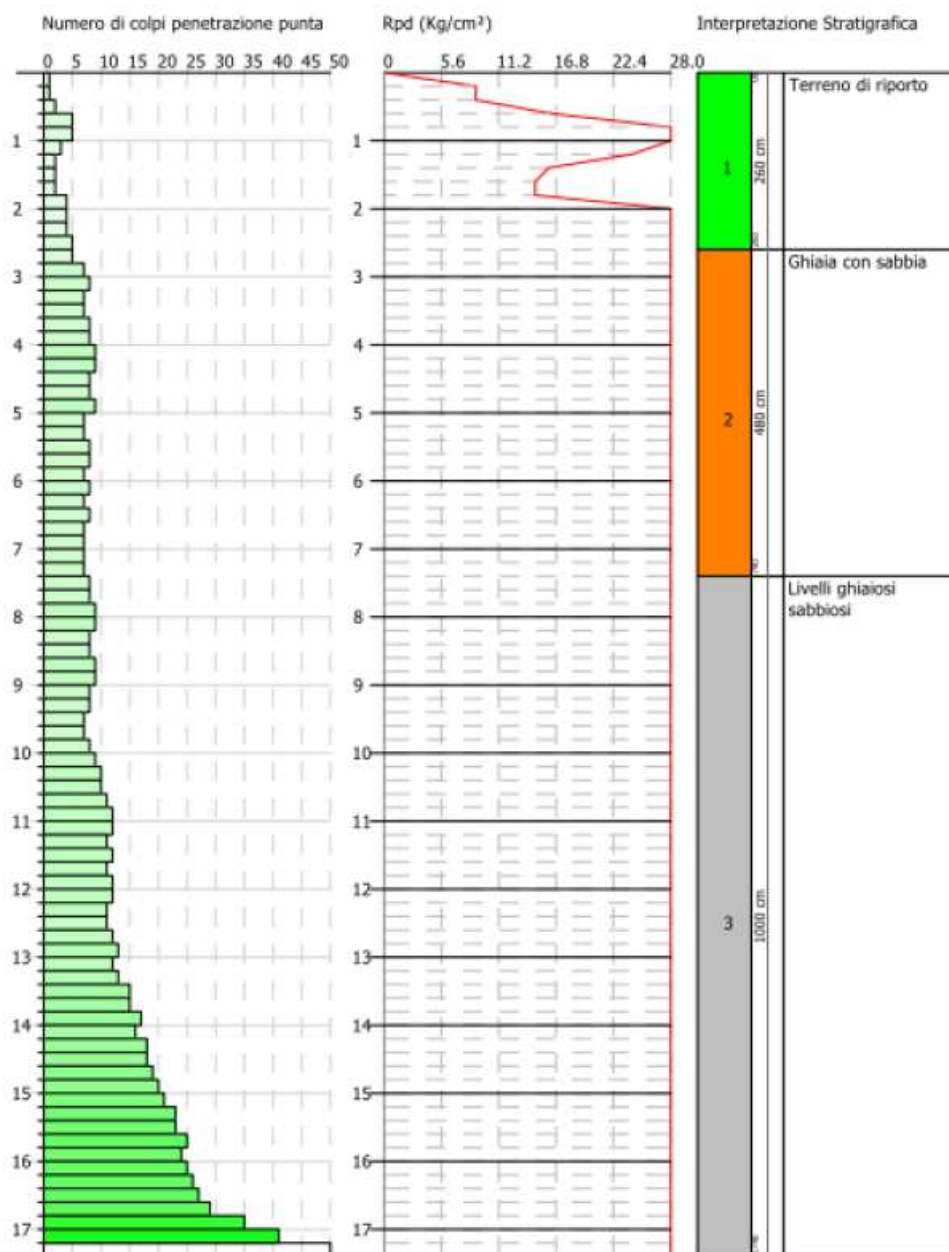
I risultati delle analisi vedono un GIUDIZIO DI CONFORMITÀ – conforme ai limiti per i parametri analizzati per tutti e tre i campioni prelevati.

6.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

La campagna d'indagine ha previsto inoltre la realizzazione di 3 prove penetrometriche dinamiche continue spinte ad una profondità di circa 17,5 metri le quali sono state eseguite rispettivamente due (DPSH 1 -2) sul lato OVEST della Linea ferroviaria (Via Braghe) e una sul lato EST della Strada Provinciale (DPSH 3).

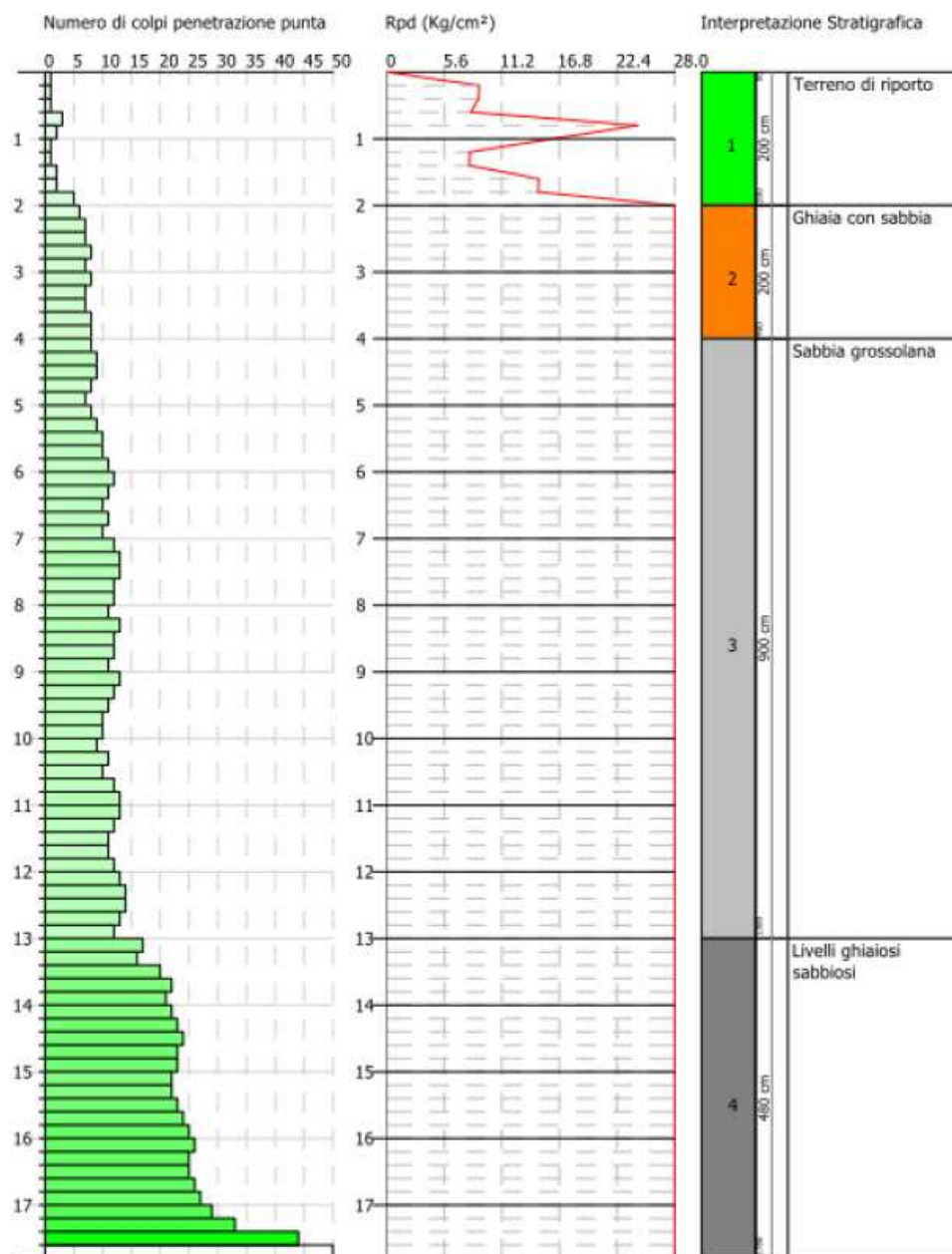
Tali prove, come il sondaggio, permettono di ottenere la stratigrafia del terreno e la correlazione tra N_{spt} e i parametri geotecnici dei terreni attraversati dalla verticale d'indagine. Le modalità di esecuzione hanno rispettato lo standard tipo Meardi - Agi (DPSH – Dynamic Probing Super Heavy) con massa del maglio a sganciamento automatico da 73 kg ed altezza di caduta di 0,75 m, infiggendo tramite aste da 34 mm una punta da 2" con angolo di conicità di 60°. Di seguito vengono illustrati i risultati delle tre indagini.

PROVA DPSH 1



La prova 1 è stata spinta sino ad una profondità di 17,2 metri. La resistenza alla penetrazione della punta, superato un primo strato superficiale di 2,4 metri, si mantieni su valori medi di 5-10 colpi/20 cm sino ad una profondità di 10,0 metri, tale livello è costituito da terreni a granulometria media con ghiaia e sabbia mediamente addensata. Al di sotto, sino a profondità di circa 14,0 metri, la resistenza subisce un incremento con valori medi di 10/15 colpi/20 cm, a profondità maggiori la resistenza presenta valori medi superiori a 15/20 colpi/20 cm, quest'ultimo orizzonte è costituito da livelli ghiaiosi sabbiosi con ciottoli addensati.

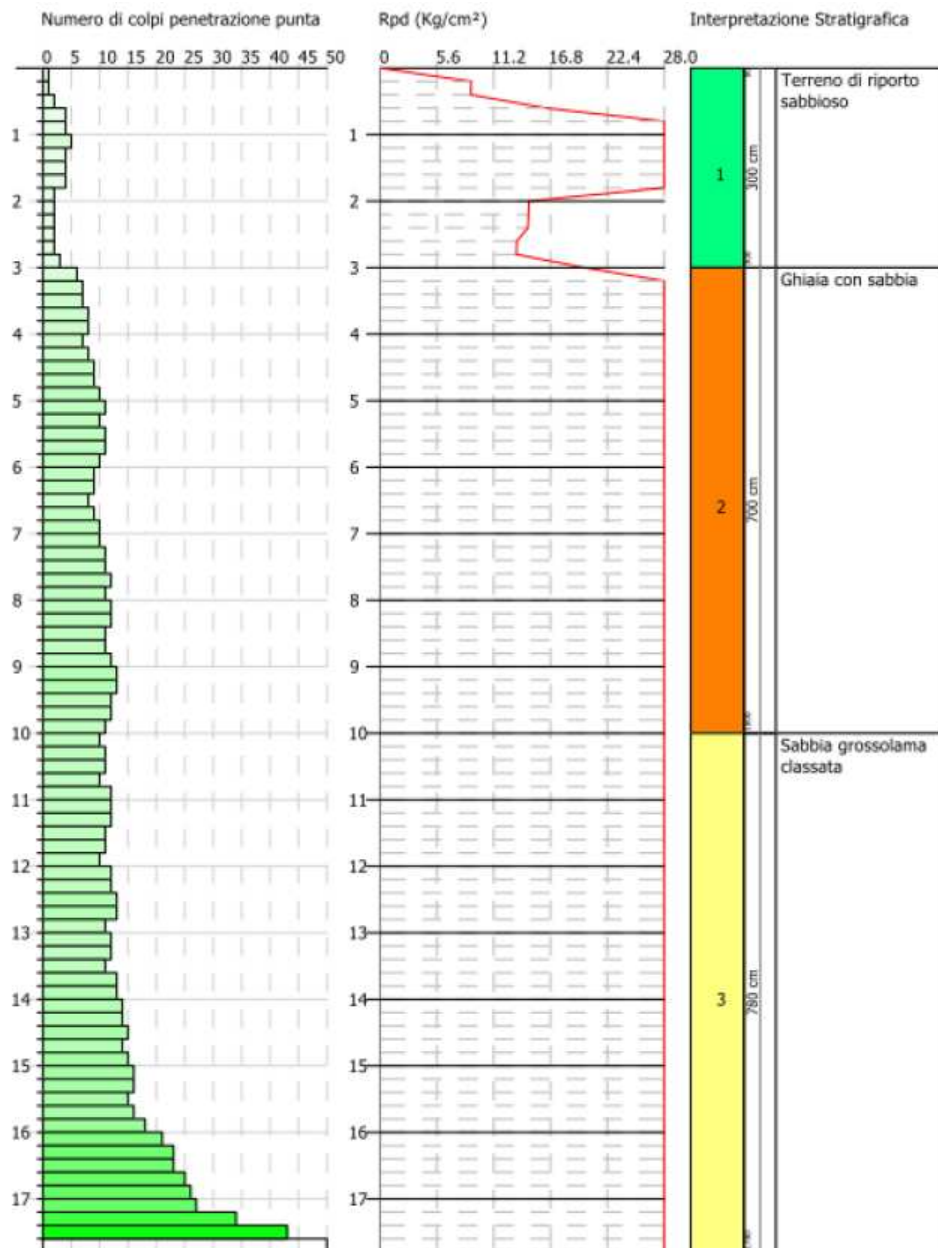
PROVA DPSH 2



La prova 2 è stata spinta sino ad una profondità di 17,6 metri. La resistenza alla penetrazione della punta, superato un primo strato superficiale di 2,0 metri, si mantieni su valori medi di 5-10 colpi/20 cm sino ad una profondità di 7,0 metri, tale livello è costituito da terreni a granulometria media con ghiaia e sabbia mediamente addensata. Al di sotto, sino a profondità di circa 13,0 metri, la resistenza subisce un incremento con valori medi di 10/15 colpi/20 cm, a profondità maggiori la resistenza

presenta valori medi superiori a 15/20 colpi/20 cm, quest'ultimo orizzonte è costituito da livelli ghiaiosi sabbiosi con ciottoli addensati.

PROVA DPSH 3

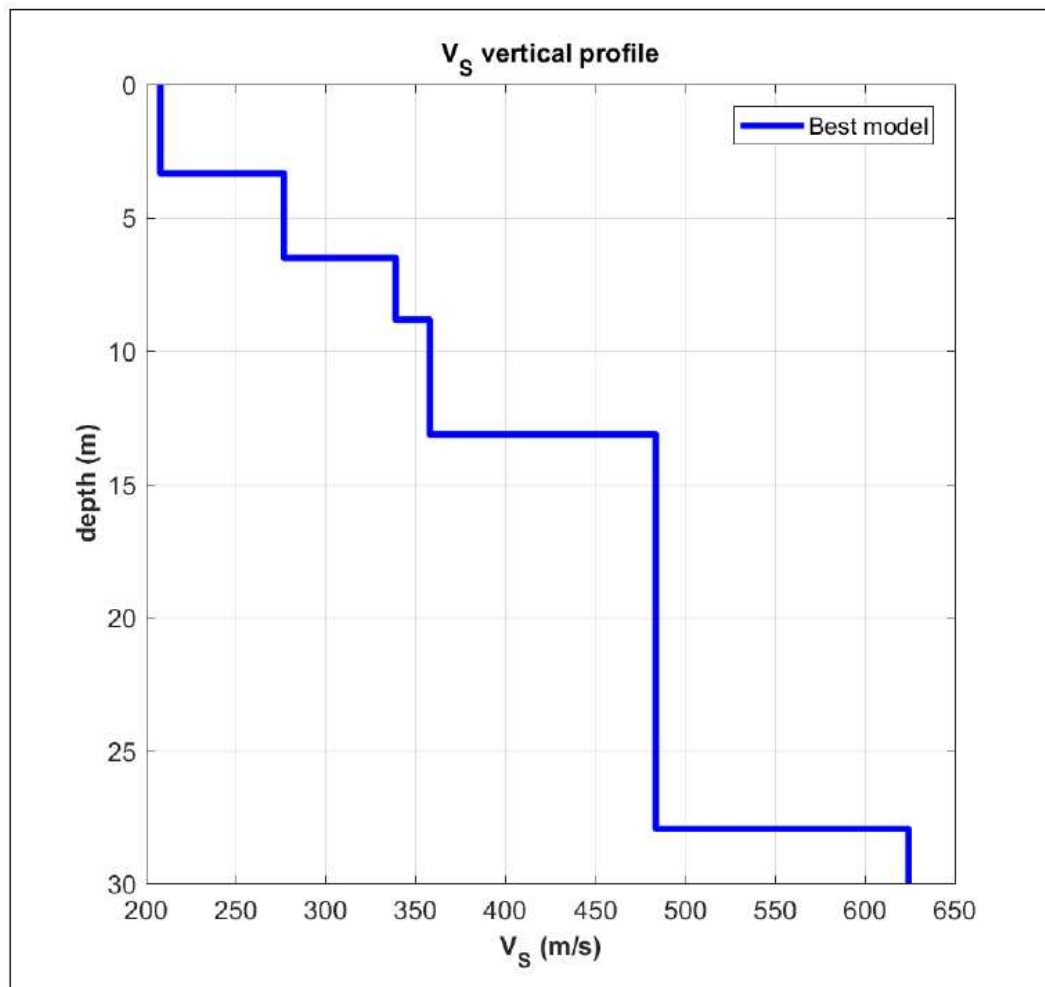


La prova 3 è stata spinta sino ad una profondità di 17.6 metri. La resistenza alla penetrazione della punta, superato un primo strato superficiale di 3,0 metri, si mantieni su valori medi di 5-10 colpi/20 cm sino ad una profondità di 7,0 metri, tale livello è costituito da terreni a granulometria media con ghiaia e sabbia mediamente addensata. Al di sotto, sino a profondità di circa 15,0 metri, la resistenza subisce un incremento con valori medi di 10/15 colpi/20 cm, a profondità maggiori la resistenza presenta valori medi superiori a 15/20 colpi/20 cm, quest'ultimo orizzonte è costituito da livelli ghiaiosi sabbiosi con ciottoli addensati.

6.3 INDAGINI SISMICHE TIPO MASW

Allo scopo di ricostruire la caratterizzazione sismica del sito in esame, lungo il settore EST della strada comunale Via Braghe (nelle vicinanze del passaggio a livello) è stata realizzata un'indagine sismiche tipo MASW - "Multichannel Analysis of Surface Waves".

Nell'immagine seguente viene riportato il diagramma con il profilo verticale dell'andamento della velocità delle onde S ricavato dall'indagine.



L'indagine condotta, utile per la stima dei parametri necessari all'analisi di 2° livello così come sopra descritta, ha fornito i seguenti risultati:

N. Strato	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	3.30	208
2	3.30	277
3	2.30	341
4	4.30	358
5	15.00	486
6	2.00	624

La Nuova Normativa antisismica (Ordinanza n° 3274 e Nuove Norme Tecniche per la costruzione NTC18) ha introdotto la classificazione dei terreni secondo la velocità delle Onde di taglio "Onde S",

in accordo al Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme tecniche per la Costruzione, il fattore discriminante è la V_{seq} .

Il valore della velocità equivalente V_{seq} , viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove:

- ✓ h_i = spessore in metri dello strato i-esimo
- ✓ V_i = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo
- ✓ N = numero di strati sino al raggiungimento del substrato
- ✓ H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s (nel caso in cui a tale profondità non venga intercettato il substrato la V_{seq} va calcolata con riferimento alla profondità di 30 metri)

I risultati dell'indagine mostrano un progressivo aumento delle velocità proporzionato all'aumento della profondità sino ad un valore massimo di 624 m/s, nell'indagine non è stato raggiunto il bedrock pertanto il calcolo delle V_{seq} sarà riferito alla profondità di 30 metri.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,30}$ risulta pari a 374.7 m/s.

7 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI – MODELLI GEOTECNICI

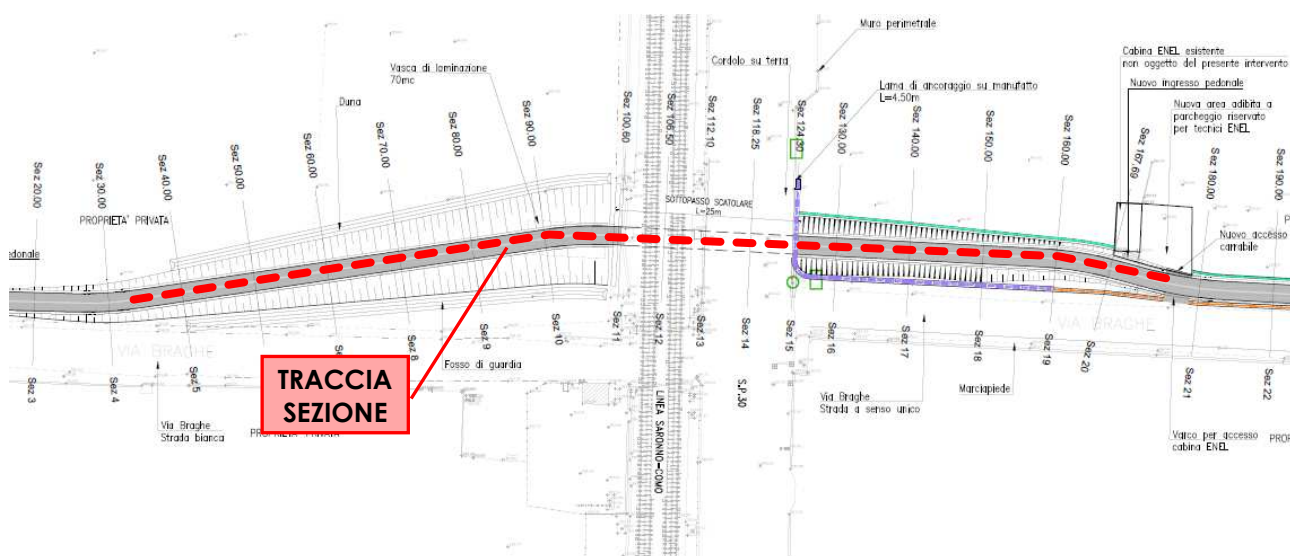
7.1 ASPETTI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI

Il settore d'intervento si colloca in una porzione di territorio impostato nei depositi fluvio-glaciali legati alle passate azioni modellatrice e deposizionali esercitate in età pleistocenica dalla lingua glaciale dell'Adda. Tali depositi fanno parte dell'*UNITÀ DI MUSELLE*, la quale risulta costituita da terreni a granulometria media prevalente con ghiaie in matrice sabbioso limosa.

I clasti si presentano eterometrici, con dimensioni da millimetriche a decimetriche ben arrotondati. Localmente in superficie è presente uno strato di materiale di riporto/coltre d'alterazione che presenta uno spessore variabile tra 2/3 metri costituito da sabbia con limo e ghiaia di colore marrone scuro sciolto.

Nell'*ALLEGATO 1* (MODELLO GEOLOGICO TECNICO INTERPRETATIVO – scala 1:200) a fine testo viene illustrato il modello geotecnico ricostruito in prossimità della sezione longitudinale di progetto del nuovo sottopasso pedonale con ubicazione delle indagini geognostiche e schema stratigrafico riguardante l'area interessata.

Nell'immagine successiva viene indicata l'ubicazione della traccia della sezione interpretativa.



Nella sezione è stato inserito schematicamente l'intervento come desunto dagli elaborati di progetto.

Nella sezione stratigrafica sono rappresentati 4 *UNITÀ GEOLOGICHE*:

- **UNITÀ A:** l'orizzonte comprende il materiale di riporto e/o la coltre d'alterazione superficiale che presenta spessori variabili tra 2.0 - 3.0 metri (spessore maggiore corrisponde al sondaggio S4 realizzato lungo via Braghe), costituito da sabbie e limo di colore marrone scuro sciolti.
- **UNITÀ B:** l'orizzonte comprende i depositi fluvio-glaciali superiori costituiti da terreni a granulometria media con ghiaia e sabbia debolmente limosa poco addensati.

- **UNITÀ C:** l'orizzonte comprende intercalazioni lenticolari più grossolane dei depositi fluvio-glaciali intermedi costituiti da ghiaia e ciottoli immersi in matrice sabbioso limosa mediamente addensati.
- **UNITÀ D:** l'orizzonte comprende i depositi fluvio-glaciali inferiori costituiti da terreni a granulometria fine prevalente con sabbia limosa con clasti e poca argilla mediamente addensata.

Il piano di appoggio del nuovo sottopasso è previsto ad una profondità di circa quattro metri.

7.2 ASPETTI GEOTECNICI E IDROGEOLOGICI

Attenendosi al quadro stratigrafico in precedenza illustrato, ai risultati delle prove penetrometriche SPT in foro, delle prove penetrometriche dinamiche continue, delle analisi geotecniche di laboratorio e dei dati dell'indagine sismica, è stato ricostruito il modello geologico tecnico dell'area.

Le prove penetrometriche e le rispettive interpretazioni, unite alle analisi di laboratorio (analisi granulometriche, prova di taglio) hanno permesso la caratterizzazione dei terreni sino ad una profondità di circa 20 metri (profondità sondaggio).

Rimanendo a favore della sicurezza, i parametri di resistenza del terreno stimati, espressi in termini di angolo d'attrito (ϕ') coesione (c') peso specifico (γ'), sono i seguenti:

UNITÀ GEOTECNICHE								
n	Tipo di terreno	Spessore	N _{SPT} Medio	Peso unità di volume γ'	Angolo di resistenza al taglio ϕ'^*	Coesione non drenata c'	Permeabilità K _{MEDIA}	Velocità onde di taglio Vs
		(m)		(kN/m ³)	(°)	(kN/m ²)	m/s	m/s
A	Terreno di riporto sabbia con limo sciolto	2,0 – 3,0	4 - 8	16,0	27 - 28	0,0	-	200
B	Ghiaia con sabbia debolmente limosa poco addensata	10 – 15	15 – 40	17,0 – 18,0	30 – 31	10,0	1.5 E-04 2.2 E-04 3.6 E-05	280 – 360
C	Ghiaia e ciottoli con sabbia e limo mediamente addensati	5 - 6	40 - 80	20,0	34 - 35	20,0	2.05 E-04	350 - 400
D	Sabbia limosa con clasti mediamente addensata	3 - 6	40 - 50	18,0	35 - 36	5,0	2.5 E-04 4.5 E-04	480 - 620

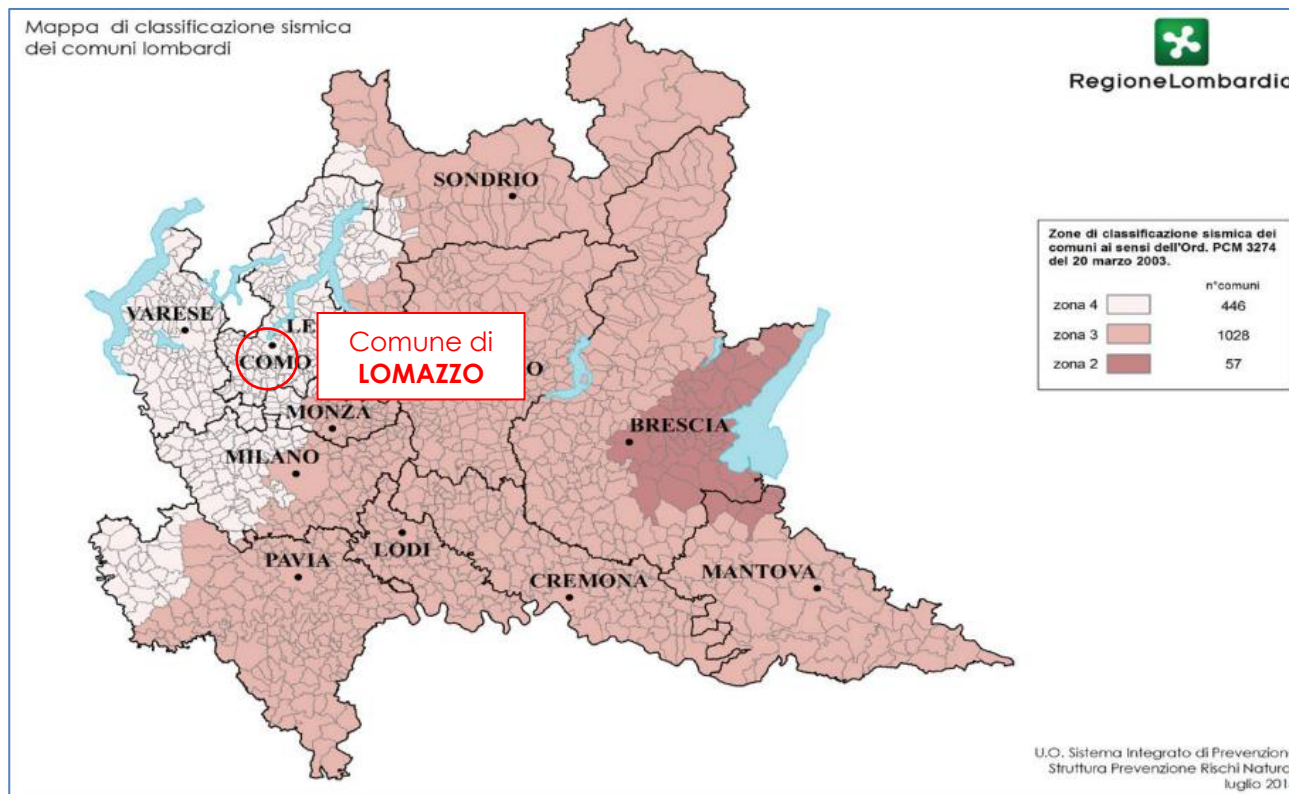
Nella tabella precedente vengono riportati inoltre i valori di permeabilità media (K) e della velocità delle onde di tagli (Vs).

I calcoli geotecnici per il dimensionamento delle opere di fondazione verranno eseguiti dall'ingegnere strutturista così come le verifiche agli SLE e SLU in condizioni statiche e dinamiche.

I depositi fluvio-glaciali sono sede di un acquifero poroso a pelo libero il cui livello piezometrico si trova ad una profondità maggiore di 20 metri con linee di deflusso NNO-SSE.

8 ASPETTI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Come indicato nella D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 - Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art. 3, c. 108, lett. d), il Comune di LOMAZZO ricade in ZONA SISMICA 4 e ad esso corrisponde un'accelerazione massima su substrato rigido (a_{gmax}) pari a 0,040894 g (con probabilità di superamento pari a 10% in 50 anni).



Con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica, ed è funzione delle condizioni topografiche del sito e della categoria sismica di sottosuolo. Per la caratterizzazione sismica dei siti si è fatto riferimento alla sezione 3.2 "Azione sismica" delle Norme Tecniche per le Costruzioni che prevede, a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, l'individuazione delle azioni sismiche di progetto.

8.1 PERICOLOSITÀ SISMICA

8.1.1 LA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base viene espressa mediante i seguenti parametri:

a_g – accelerazione sismica massima di sito;

F_0 – valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;

T_C^* - periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale.

Per ogni sito, in funzione del periodo di riferimento (P_{VR}), i valori di tali parametri sono riportati nella normativa di riferimento ed espressi nei termini di probabilità di accadimento a cui viene fatto corrispondere un determinato Stato Limite.

Parametri sismici su sito di riferimento

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	a_g [m/s²]	F_0 [-]	T_C^* [sec]
S.L.O.	60	0.021	2.535	0.182
S.L.D.	101	0.026	2.602	0.202
S.L.V.	949	0.049	2.691	0.303
S.L.C.	1950	0.058	2.769	0.321

La struttura in progetto rientra nella CLASSE IV della classificazione d'uso delle costruzioni proposta dalla normativa, alla quale corrisponde un COEFFICIENTE D'USO (C_U) pari 2.0.

A tale tipologia di costruzione, in accordo con la tab. 2.4.I della Normativa di riferimento, è possibile attribuire un valore della VITA NOMINALE di $V_N = 50$ (anni).

Il periodo di riferimento per l'azione sismica (P_{VR}) si ricava moltiplicando il valore della vita nominale (V_N) per il coefficiente d'uso (C_U), per cui:

CLASSE D'USO	COEFFICIENTE D'USO (C_U)	VITA NOMINALE (V_N)	PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'AZIONE SISMICA (P_{VR})
Classe IV	2.0	50 anni	100 anni

8.1.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE

8.1.2.1 Condizioni topografiche

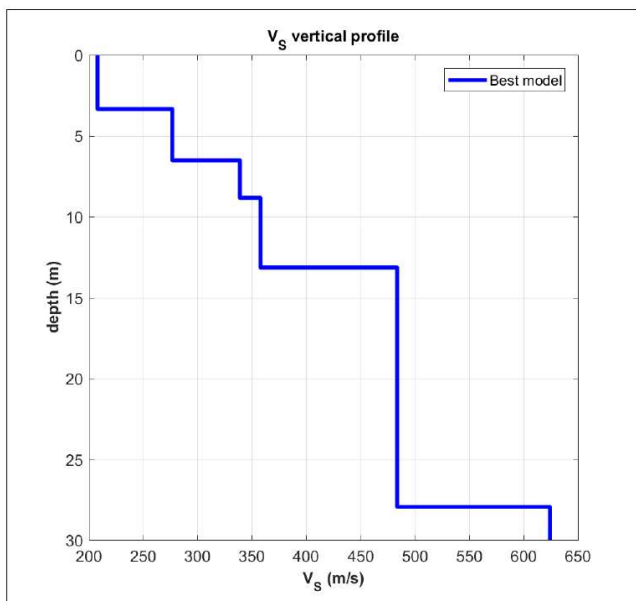
Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica, in relazione ai contenuti della normativa ed ai significati del coefficiente, è stata considerata l'inclinazione dei siti sui quali è prevista la realizzazione del nuovo intervento. In relazione a tali elementi morfologici il valore massimo del coefficiente di amplificazione (S_T) è stato considerato pari a 1.0.

Cat.	Caratteristiche della superficie topografica	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.	1.0

8.1.2.2 Categoria di suolo

In accordo con i contenuti delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e del paragrafo C 3.2.2 delle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018", valutata la tipologia di intervento in progetto e le condizioni geologiche dei siti, per la definizione della categoria di sottosuolo sismico ci si è avvalsi dei risultati di

indagine sismica (tipo MASW) eseguita lungo la strada comunale (Via Braghe) in adiacenza all'area d'intervento.



Il parametro V_{seq} rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S negli orizzonti superficiali sino al raggiungimento del substrato roccioso ($V_s > 800$ m/s) ed è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

- ✓ h_i spessore dell'i-esimo strato;
- ✓ $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- ✓ N numero di strati;

- ✓ H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. (per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità).

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato (e per tanto il calcolo del parametro V_{seq}) è riferita al piano di imposta delle stesse (per il caso di studio viene ipotizzando una profondità di posa media pari a -3.3 metri).

Dall'applicazione della formula sopra indicata, il valore di V_{seq} risulta pari a 415.5 m/s, da cui (in accordo con le definizioni riportate in NTC18), è possibile attribuire per entrambe le aree un suolo sismico tipo B, descritti come di seguito:

Categoria di suolo	Descrizione
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>

L'idoneità della CATEGORIA DI SUOLO desunta dalle indagini e gli effetti di amplificazione sismica attesi sul sito di riferimento viene valutata mediante l'applicazione delle procedure riportate nella DGR n. 2616/2011, che prevede il confronto fra il fattore di amplificazione di soglia definito da RL con il valore del Fattore di amplificazione locale.

8.1.3 IL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DI SOGLIA DEFINITO DA REGIONE LOMBARDIA

Nella DGR n. 2616/2011, per ogni comune viene indicato il valore di soglia del fattore di amplificazione locale, inteso come il valore oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa (a parità di suolo sismico e periodo di oscillazione) risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Per il comune di LOMAZZO, i valori soglia per periodi di oscillazione compresi fra 0,1 e 0,5 s (rappresentativo di fabbricati bassi, regolari e piuttosto rigidi, aventi altezza indicativamente inferiore a 5 piani) e per periodi di oscillazione compresi fra 0,5 e 1,5 s (rappresentativo di fabbricati, aventi altezza indicativamente maggiore a 5 piani) per ogni tipologia di suolo sismico risultano pari a:

Periodo di oscillazione (s)	0,1 - 0,5			
Categoria suolo di fondazione	SUOLO B	SUOLO C	SUOLO D	SUOLO E
Fa - Valori Soglia	1.44	1.85	2.20	1.98

Periodo di oscillazione (s)	0,5 - 1,5			
Categoria suolo di fondazione	SUOLO B	SUOLO C	SUOLO D	SUOLO E
Fa - Valori Soglia	1.71	2.41	4.16	3.08

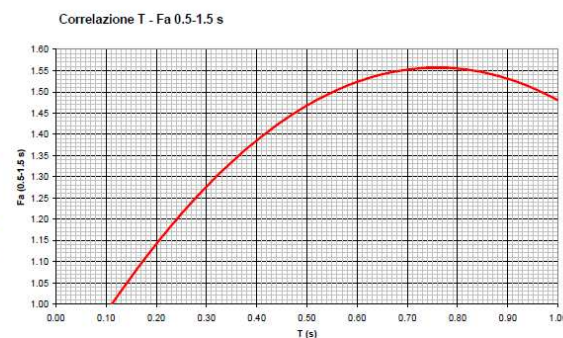
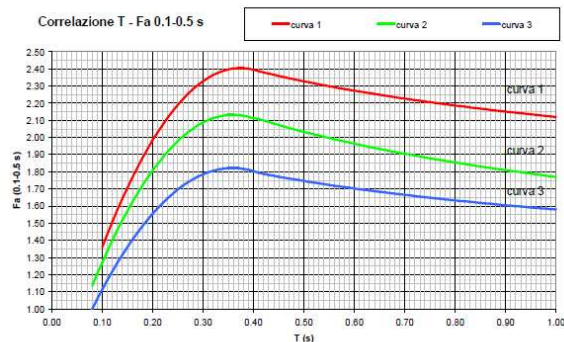
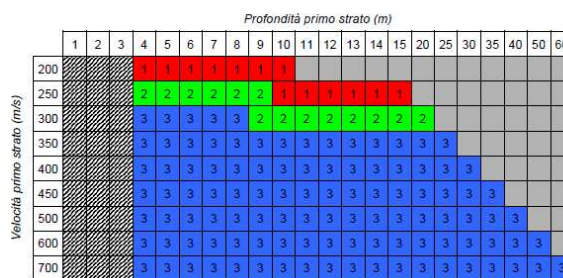
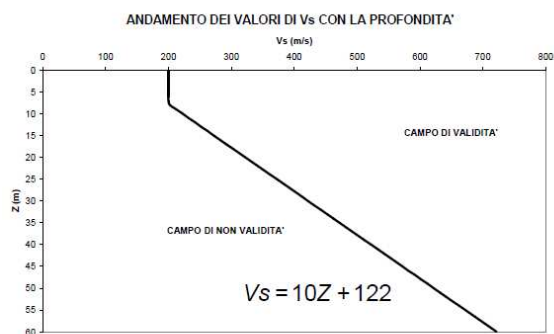
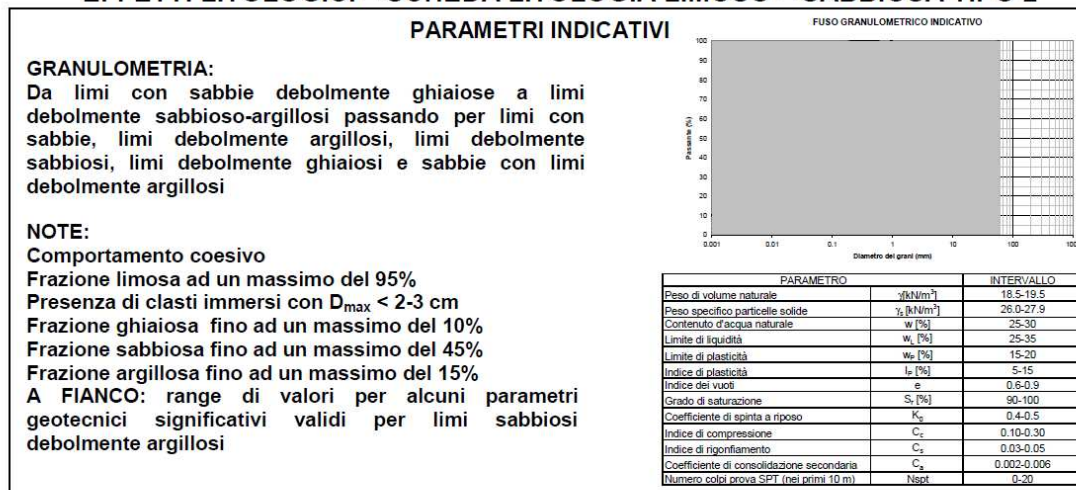
Al fine di valutare l'idoneità del fattore di amplificazione proposto per la modellazione sismica, la normativa prevede il confronto dei valori regionali dei fattori di amplificazione (F_a) con il valore di F_a locale calcolato sulla base del quadro stratigrafico.

8.1.4 CALCOLO DI F_a LOCALE

Per il calcolo del Fattore di amplificazione F_a locale per effetti litologici è stata adottata la procedura proposta da Regione Lombardia che prevede le seguenti fasi:

FASE 1 - Scelta della scheda di riferimento.

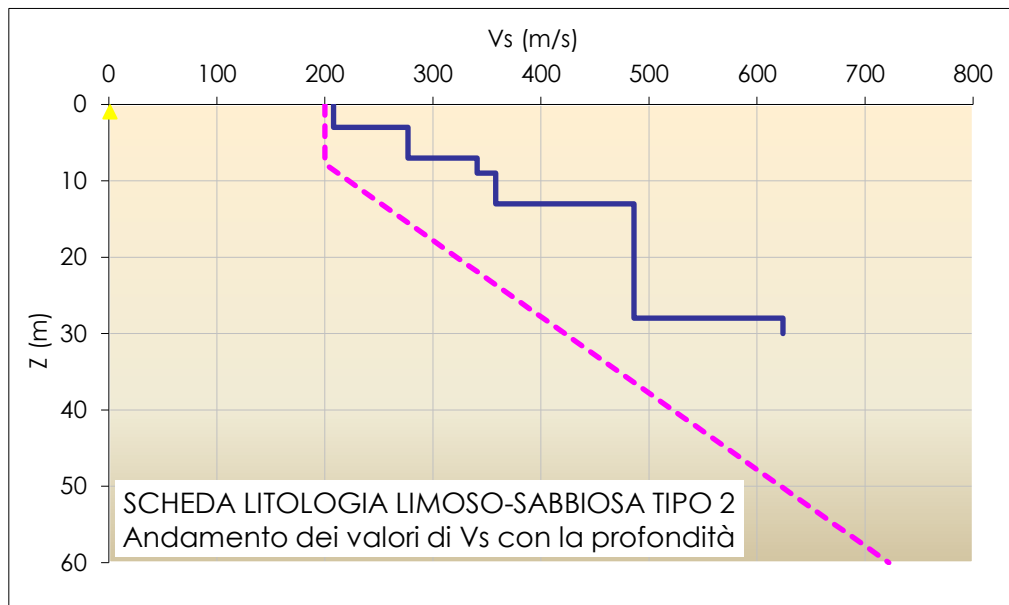
In funzione della granulometria prevalente del sito e del gradiente di velocità V_s con la profondità la normativa riporta n. 6 schede di riferimento. La scelta della scheda di valutazione si basa sul confronto fra il profilo di velocità delle onde S ed i profili delle V_s delle schede disponibili nell'ambito della normativa.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2

$$Fa_{0.5-1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30 \ln T$
2	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38 \ln T$
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24 \ln T$

L'indagine MASW si adatta bene alla **SCHEDA "LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2"** valida per terreni costituiti da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi.



FASE 2 - Determinazione del periodo proprio del sito (T)

Il valore di T (periodo proprio del sito espresso in secondi) è calcolato considerando la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore delle velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente relazione:

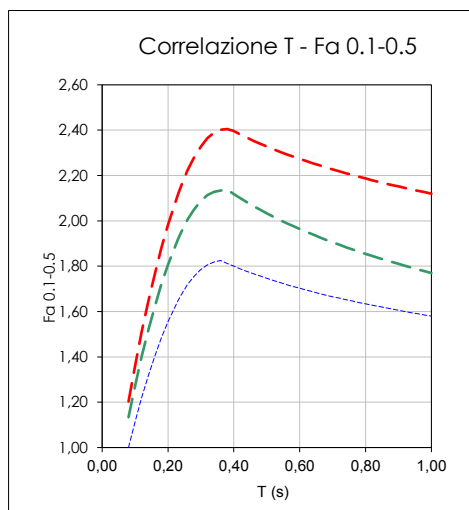
$$T(s) = \frac{4 \times \sum_{i=1,N} h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1,N} h_i \times V_{Si}}{\sum_{i=1,N} h_i} \right)} = 0.23 \text{ s}$$

Dove:

- h_i = spessore (m) dello strato i-esimo;
- V_{Si} = velocità (m/s) delle onde di taglio dello strato i-esimo;
- N = numero strati.

FASE 3 – Calcolo del valore di Fa

Attenendosi allo spessore dell'orizzonte d'imposta della fondazione rappresentato nel diagramma Vs-Z(m), viene individuata la curva di correlazione T - Fa rappresentativa fra le tre proposte ed illustrate nel seguente grafico.



Essendo l'orizzonte a profondità maggiore di 3 metri (dalla quota d'imposta delle fondazioni) caratterizzato da velocità delle onde sismiche V_s maggiore di 300 m/s viene adottata come curva di riferimento la n. 3 (BLU) proposta nel grafico per il periodo compreso fra 0,1 e 0,5 s, dalla quale si deduce un valore di F_a pari a 1.65 s.

8.1.5 CONFRONTO CON IL VALORE DI F_a DI SOGLIA

Il valore di F_a calcolato è pari a 1.65, essendo quest'ultimo maggiore al valore soglia relativo al sottosuolo di tipo B (1.44), in fase di progettazione dovrà essere utilizzato il sottosuolo sismico di tipo C per il quale il valore di F_a di soglia definito dalla normativa risulta pari a 1.86.

Per il dimensionamento sismico della struttura, si ritiene pertanto corretto adottare la tipologia C.

Categoria di suolo	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 metri, 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.

8.1.6 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Per tale categoria di sottosuolo C, gli effetti di amplificazione stratigrafica indotti sono definiti dai rispettivi coefficienti S_s e C_c riportati nella tabella seguente.

Categoria di sottosuolo	S_s	C_c
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0(a_g/g) \leq 1.50$	$1.05 (T_c^*)^{-0.33}$

Per tale categoria di sottosuolo, nel sito in esame, gli effetti di amplificazione stratigrafica indotti sono definiti dai rispettivi coefficienti riportati nella tabella seguente.

	STABILITÀ DEI PENDII E FONDAZIONI			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.50	1.50	1.50	1.50
Cc	1.84	1.78	1.56	1.53
St	1.00	1.00	1.00	1.00
kh	0.006	0.008	0.015	0.017
kv	0.003	0.004	0.007	0.009
A _{max}	0.315	0.388	0.720	0.846
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

8.2 LIVELLO DI ATTENDIBILITÀ DEI DATI GEOLOGICI E GEOFISICI

In conformità a quanto previsto dalle disposizioni Regionali si individua, di seguito, l'affidabilità dei dati utilizzati per l'analisi sismica di secondo livello:

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

8.3 VALUTAZIONE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

In accordo ai contenuti punto 7.11.3.4.2 delle NTC 2018, appurato come nel sito in esame non siano presenti sabbie pulite, considerato come il valore di accelerazione massima al suolo risulta inferiore a 0.1 g, appurato come la profondità media stagionale della falda risulta superiore a 15 m dal piano campagna, la verifica a liquefazione può essere omessa.

9 CONCLUSIONI

L'indagine condotta è mirata alla valutazione degli aspetti geologici, geotecnici, idrogeologici e sismici inerenti al progetto "TRATTA SARONNO – COMO OPERE SOSTITUTIVE PL 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO" che consiste nella realizzazione di una nuova pista ciclo-pedonale in prossimità di Via Braghe nel comune di Lomazzo (CO) che incrocia mediante un sottopasso la SP.30 e la relativa Ferrovia Como – Saronno (codice commessa E.10.A).

Allo scopo di ricostruire il quadro geologico e sismico delle aree di studio nell'aprile 2023 è stata realizzata dalla Società "GIA Consulting Srl" alla firma del Dott. Geol. Salvatore Costabile una campagna di indagini geognostiche e geofisiche comprensiva di:

- ✓ n° 2 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a profondità di 20 m dal p.c.;
- ✓ n° 6 prelievi di campioni indisturbati (3 per sondaggio) per le prove di laboratorio;
- ✓ n° 20 prove penetrometriche standard SPT (10 per sondaggio);
- ✓ n° 6 prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile (3 per sondaggio).
- ✓ n° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- ✓ N° 1 prospezione sismica a rifrazione MASW;
- ✓ N° 1 prospezione sismica ai microtremori HVSr;
- ✓ Analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante i sondaggi;
- ✓ Analisi ambientali su 6 campioni prelevati.

Per la visione di dettaglio dei risultati e delle ubicazioni delle indagini e sulle modalità di acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati, si rimanda al Report sulle Indagini Geognostiche, Geofisiche ed Ambientali allegata al progetto generale.

L'indagine, in accordo con i contenuti delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (D.M. del 17 gennaio 2018 del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, il Ministro dell'Interno e il Capo del Dipartimento della Protezione Civile), ha previsto l'analisi dei vincoli di natura geologica esistenti sulle aree e una prima valutazione degli elementi geologici limitanti mediante un rilievo diretto di terreno delle aree d'intervento e di un settore attiguo oltre all'esame del progetto ed alle possibili interferenze delle opere con il quadro geologico e l'assetto stratigrafico desunto dall'indagine.

Dall'esame della documentazione disponibile è emerso come le aree:

- nella **CARTA DEI VINCOLI** le aree risultano **ESTERNI AD AMBITI PAI** (Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Po) sono invece **INTERNE** agli **AMBITI DI RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE AD USO IDROPOTABILE** delimitata con criterio geometrico (200 m di raggio).
- nella **CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA** del PGT ricadono tutte e tre in classe di **FATTIBILITÀ GEOLOGICA 3** (aree con **CONSISTENTI** limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni), con

SOTTOCLASSE 3d che corrisponde ad aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante;

- come definito dalla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 il comune di LOMAZZO si colloca in zona sismica 4. Nella carta della Pericolosità Sismica locale contenuta all'interno del PGT l'area d'intervento si colloca in aree **“4a - ZONA DI FONDOVALLE E DI PIANURA CON PRESENZA DI DEPOSITI ALLUVIONALI E/O FLUVIOGLACIALI GRANULARI E/O COESIVI”**;
- per quanto riguarda il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), l'area risulta ESTERNA agli ambiti di pericolosità dal reticolo principale (RP).

Dal punto di vista geologico l'abitato di Lomazzo si colloca in un settore impostato in un complesso di origine glaciale costituito da till e depositi fluvioglaciali talvolta cementati in profondità caratterizzati in superficie dall'alternanza di strati a granulometria prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, morfologicamente il sito si inserisce in un'area pianeggiante, con una quota media di circa 240 m.s.l.m..

Dal punto di vista idrogeologico, l'area di studio è interessata dalla presenza di tre gruppi acquiferi sovrapposti. Secondo quanto indicato nella “Carta Idrogeologica” – Studio geologico comunale”, la falda idrica superficiale si colloca ad una profondità maggiore di 20 metri, con linee di deflusso idrico sotterraneo in direzione NNO-SSE. La falda non è stata intercettata durante la realizzazione dei sondaggi (spinti ad una profondità di 20 metri).

In merito alla vulnerabilità geologica individuata nella carta di fattibilità (**SOTTOCLASSE 3d** aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante) la campagna di indagine geognostica ha permesso di caratterizzare in maniera approfondita e specifica le proprietà geotecniche dei terreni presenti.

Al fine di garantire, nei tratti terminali delle rampe, un rapido ed efficace smaltimento delle acque di piattaforma, il progetto prevede un sistema costituito da una trincea drenante realizzata con materiale filtrante e tubo forato disperdente. Alla quota di progetto sono previsti n. 2 canalette in c.a.p. dotate di griglie metalliche, in corrispondenza degli imbocchi del sottopasso, per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche (il dimensionamento delle trincee drenanti dovrà tenere conto dei valori di permeabilità idraulica dei terreni descritti nel modello geologico tecnico interpretativo).

Dal punto di vista strettamente geologico non sussistono elementi limitanti la realizzazione dell'intervento in esame.

Nel **PARAGRAFO 6** (INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI) vengono riassunti i risultati di tutte le indagini eseguite nelle aree di studio.

Durante la realizzazione dei sondaggi sono stati eseguiti anche dei prelievi di materiale sui quali sono state effettuate delle analisi di compatibilità ambientale (determinazione parametri con riferimento

alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152). I risultati delle analisi vedono un GIUDIZIO DI CONFORMITÀ – conforme ai limiti per i parametri analizzati per tutti e tre i campioni prelevati.

Nel **PARAGRAFO 7** (INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI – MODELLI GEOTECNICI) viene descritto il modello geologico tecnico interpretativo ricostruito lungo la sezione longitudinale del nuovo sottopasso in progetto, sulla base dei quali dovranno essere dimensionate le opere in progetto.

Si evidenzia come le **FONDAZIONI** del nuovo sottopasso, che da progetto sono previste ad una profondità di circa 4.0 metri, **DOVRANNO ESSERE IMPOSTATE NELL'UNITÀ B** posta ad una profondità variabile tra 2 e 3 metri.

In accordo ai risultati dell'indagine condotta sono emersi i seguenti elementi di carattere geologico tecnico:

- qualora il piano di fondazione si sviluppasse su terreni non omogenei, si dovrà aver cura di **UNIFORMARE L'AREA DI APPOGGIO**, eliminando eventuali grossi blocchi o lenti di materiale fine e sostituendoli con terreni granulari adeguatamente compattate;
- le operazioni di scavo dovranno essere condotte in adeguate condizioni di sicurezza, prevedendo fronti con inclinazione massima pari a 40°/45°;
- lungo la rampa OVEST, sulle scarpate in rilevato si consiglia la posa di biostuoie (o simili) di protezione al fine di evitare problemi di erosioni concentrate e conseguente destabilizzazione della copertura detritica superficiale.

Nel **PARAGRAFO 8** sono riportati gli approfondimenti sismici delle aree: sulla base delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree e dei risultati delle indagini sismiche realizzate in sito, nella fase di dimensionamento geotecnico dovrà essere considerato un **SUOLO SISMICO TIPO C** e **CONDIZIONI TOPOGRAFICHE parte TIPO T1**.

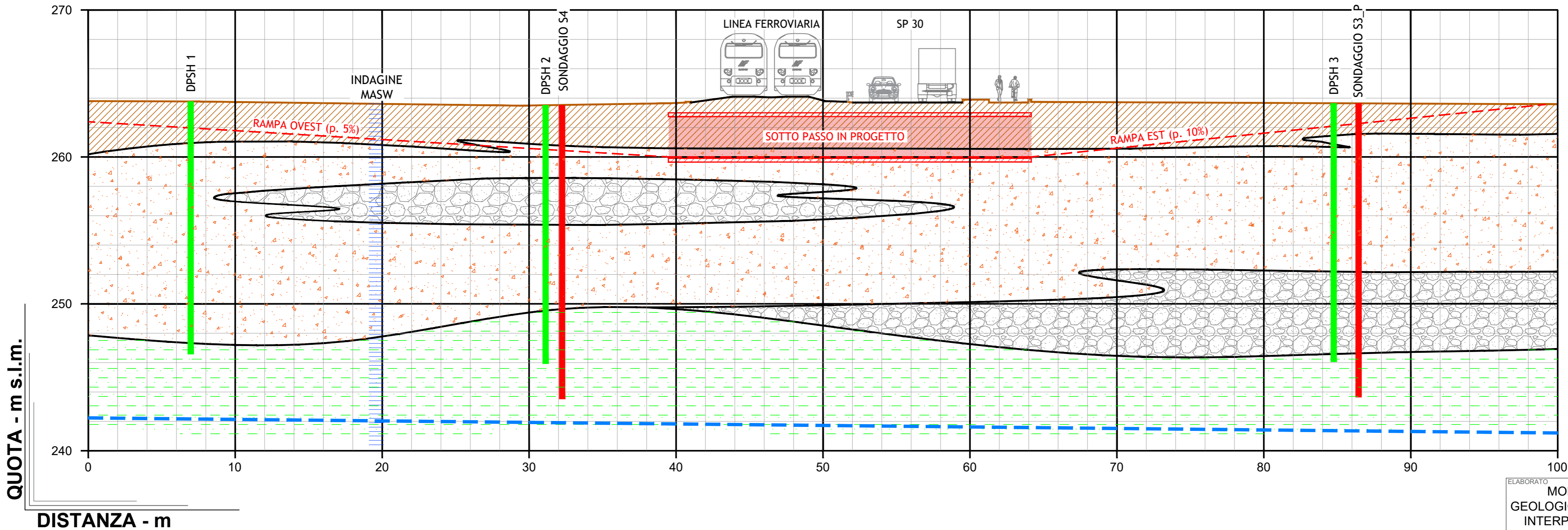
Dott. Geol. Giovanni Ghirardi



Malonno (Brescia), Luglio 2023

- Falda fretatica
- Sondaggio geognostico
- Prove penetrometriche
- Indagine sismica MASW

ASPETTI GEOTECNICI							
n. orizzonte		descrizione	angolo di attrito (°)	peso di volume (kN/mc)	coesione (kN/mq)	permeabilità (m/s)	Vs (m/s)
A		Terreni di riporto ghiaioso	27 - 28	16.0	0.0	-	200
B		Ghiaia con sabbia debolmente limosa	30 - 31	17.0 - 18.0	10.0	1.5 E-04 3.6 E-05	280 - 360
C		Ghiaia e ciottoli con sabbia e limosa	34 - 35	20.0	20.0	2.05 E-04	350 - 400
D		Sabbia limosa con clasti e poca argilla	35 - 36	18.0	5.0	2.5 E-04 4.5 E-04	480 - 620




NORD_ING FNM Group

**INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER PROGETTO SOTTOPASSO
CICLOPEDONALE VIA BRAGHE**

Responsabile Commessa
Ing. Rosangela Graglia

CERTIFICATO ANALISI AMBIENTALE

LOMAZZO (CO)

CODICE PROGETTO

G _ N I S _ 0 9 _ 2 3

DATA

19/04/2023

REVISIONE

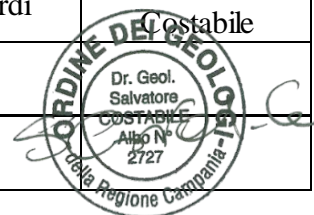
0 1

PAGINE

42

Gruppo di Lavoro

Ph.D. Geol. Salvatore Costabile		Direttore Tecnico - Geologo Senior		
Dott. Geol. Fabio Lombardi		Geologo Senior – Sez. A		
Dott. Geol. Fabio Liguori		Geologo Junior		
Dott.ssa Ada Di Simone		Geofisico		
rev.	descrizione	data	redatto	verificato
1	Emissione	19/04/2023	Geol. Fabio Lombardi	Ph.D. Geol. Salvatore Costabile
2				
3				



Sommario

PREMESSA.....	3
1. INDAGINI EFFETTUATE.....	4
2. Certificati di analisi.....	6

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati delle indagini ambientali eseguite per conto di NORD_ING Gruppo FNM, nell'ambito del contratto n. 4500165817, stipulato in data 05/09/2022 ed avente ad oggetto "Prove geotecniche, sondaggi geognostici, prove/analisi di laboratorio, diagnostica strutturale".

La campagna d'indagini, commessa E.10.A, ha previsto la realizzazione di "Indagini geognostiche e geofisiche per progetto sottopasso ciclopedonale via Braghe", presso il Comune di Lomazzo (CO).

L'obiettivo del seguente studio è di verificare l'idoneità ambientale dei campioni prelevati.

1. INDAGINI EFFETTUATE

In totale i campioni prelevati sono stati 6 (Tab. 1), 3 lungo il sondaggio S3 e 3 lungo il sondaggio S4 (Figura 1), con il fine di caratterizzare in maniera ambientale i terreni oggetto di opera. Il laboratorio certificato che ha effettuato le analisi è Natura S.r.l., con sede legale presso Via Gioacchino Rossini, 16.

La possibilità di gestire questi materiali come sottoprodotti e non come rifiuti, è stato oggetto nell'ultimo decennio di numerosi interventi normativi, fino all'entrata in vigore del nuovo Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo (22 agosto 2017), contenuta nel DPR 13 giugno 2017. Sostanzialmente tale Decreto, rappresenta oggi l'unico strumento normativo applicabile per consentire l'utilizzo, come **sottoprodotti**, dei materiali di scavo (terre e rocce da scavo e terre da riporto) provenienti dai cantieri di piccole e di grandi dimensioni.

Per essere qualificate come sottoprodotti, le terre e rocce da scavo, per tutti i cantieri, devono rispondere ai criteri stabiliti dall'art. 184-bis del D.Lgs. n. 152/2006, il cui rispetto è valutato con le modalità procedurali stabilite dall'art. 4 del nuovo Regolamento: tali requisiti sono attestati e dimostrati previa esecuzione di caratterizzazione chimico-fisica con le modalità definite dall'Allegato 4, pertanto tramite analisi di laboratorio.

Si evidenzia che il produttore deve dimostrare che non siano superati i valori delle concentrazioni soglia di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152.

In particolare all'Allegato 4 sono riportate le caratteristiche dei campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimica di laboratorio ed i criteri per la definizione degli analiti da ricercare, stabilendo un set analitico minimo da considerare, riportato in Tabella 4.1, che comprende la determinazione dei seguenti parametri: **Arsenico, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Idrocarburi C>12, Cromo totale, Cromo VI e Amianto**. BTEX e IPA sono da eseguirsi nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.



Figura 1 – Ubicazione Prelievi campioni ambientali

Campioni	Profondità (m)	Sondaggio	Coordinate
S3_P C.A. 1	0.80 – 1.00	S3	Lat. 45.682585° Lon. 9.040386°
S3_P C.A.2	2.30 – 2.50	S3	Lat. 45.682585° Lon. 9.040386°
S3_P C.A.3	5.00 – 5.20	S3	Lat. 45.682585° Lon. 9.040386°
S4 C.A.1	0.80 – 1.00	S4	Lat. 45.682229° Lon. 9.039773°
S4 C.A.2	2.30 – 2.50	S4	Lat. 45.682229° Lon. 9.039773°
S4 C.A.3	4.50 – 4.70	S4	Lat. 45.682229° Lon. 9.039773°

Tab. 1 – Campioni Prelevati (Via Braghe).

2 Certificati di analisi

RAPPORTO DI PROVA N 23LA06635		DEL 18/04/2023
COMMITTENTE:	GIA CONSULTING SRL	
INDIRIZZO COMMITTENTE:	V.LE DEGLI ASTRONAUTI, 8 80131 NAPOLI (NA)	
PARTITA IVA E/O COD. FISCALE:	07456341218	
UBICAZIONE CAMPIONAMENTO:	VIA BRAGHE, LOMAZZO (CO)	
PUNTO DI CAMPIONAMENTO:	S3_P C.A.1 (0.80-1.00 m)	
DESCRIZIONE CAMPIONE:	TERRENO	
CAMPIONAMENTO A CURA DI:	A CURA DEL CLIENTE*	
PROCEDURA:	CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*	
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 08/03/2023	ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 10.55	
DATA FINE CAMPIONAMENTO: 08/03/2023	ORA FINE CAMPIONAMENTO: 10.55	
DATA RICEZIONE CAMPIONE: 14/03/2023		
DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 14/03/2023	ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16.00	
N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 23LA06635		
DATA INIZIO PROVE: 14/03/2023	DATA FINE PROVE: 28/03/2023	

Parametro

Metodo

U.M.

Risultato

Incertezza

AMIANTO

* - Actinolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Amosite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Antofillite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crisotilo	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crocidolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Strumento utilizzato		MEIJI TECHNO
* - Tremolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* AMIANTO DM 06-09-1994 Allegato 3	Assente\ Presente	ASSENTE

COMPOSTI INORGANICI

CIANURI CNR IRSA 17 Q 64 Vol. 3 1992	mg/kg s.s.	< 0,479		
CROMO ESAVALENTE CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/kg s.s.	< 0,986		
FLUORURI EPA 300.0 1993	mg/kg s.s.	2,05	±	0,62

METALLI

ANTIMONIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,606	±	0,12
--	---------------	--------------	---	------

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06635

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

METALLI

ARSENICO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	< 0,0946	
BERILLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	1,19	± 0,24
CADMIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,321	± 0,064
COBALTO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	10,4	± 2,1
CROMO TOTALE EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	55,4	± 11
MERCURIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,111	± 0,022
NICHEL EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	38,6	± 7,7
PIOMBO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	17,4	± 3,5
RAME EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	22,9	± 4,6
SELENIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,43	± 0,086
TALLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	1,23	± 0,25
VANADIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	51,8	± 10
ZINCO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	59,1	± 12

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

IDROCARBURI C<12 (6<C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007	mg/kg s.s.	< 4,70	
IDROCARBURI C>12 (C12-C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	16,9	± 5,9
* IDROCARBURI TOTALI EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007 + LINEE GUIDA 75/2011 ISPRA ARPA APPA	mg/kg s.s.	16,9	± 5,1

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00164	± 0,00057
BENZO(a)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00198	± 0,00069

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06635

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00665	± 0,0023
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00212	± 0,00074
CRISENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00298	± 0,0010
DIBENZO(a,e)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
DIBENZO(a,h)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
DIBENZO(a,i)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
DIBENZO(a,l)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
INDENOPIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,003	± 0,0011
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0154	± 0,0054

POLICLOROBIFENILI

PCB 101 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 105 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
* PCB 110 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 114 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 118 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 123 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 128 + PCB 167 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00196	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06635

DEL 18/04/2023

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza
POLICLOROBIFENILI			
PCB 138 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 153 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 156 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 157 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 169 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 170 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 180 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 189 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 28 + PCB 31 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00196	
PCB 30 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 52 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 77 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
PCB 81 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
* SOMMATORIA PCB (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00196	

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

1,2,4,5-TETRACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
1,2,4-TRICLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0407 ± 0,014	
BENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235	
ESACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980	
ETILBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06635

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

PENTACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000980
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00470
STIRENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235
TOLUENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235
XILENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00470

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

1,2-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235
1,4-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235
CLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235
PIOMBO TETRAETILE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00235

Legenda:

U.M. = unità di misura
nd = non determinabile
U (se presente) = incertezza
LR (se presente) = limite di rivelabilità
NR (se presente) = non rilevato
Cat. 3 (se presente) = prova eseguita in campo
* = prova non accreditata ACCREDIA

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORAFINE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI: IDROCARBURI C₆-12 (C12-C40) - IDROCARBURI C₆-12 (6&12;C&12;12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(a)ANTHRAcene - BENZO(a)PIRENE - BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - CRISENE - DIBENZO(a,e)PIRENE - DIBENZO(a,h)PIRENE - DIBENZO(a,i)PIRENE - DIBENZO(a,l)PIRENE

SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI: BENZENE - ETILBENZENE - m,p-XILENE - o-XILENE - STIRENE - TOLUENE

SOMMATORIA PCB (da calcolo): PCB 101 - PCB 105 - PCB 110 - PCB 114 - PCB 118 - PCB 123 - PCB 128 + PCB 167 - PCB 138 - PCB 153 - PCB 156 - PCB 157 - PCB 169 - PCB 170 - PCB 180 - PCB 189 - PCB 28 + PCB 31 - PCB 30 - PCB 52 - PCB 77 - PCB 81

XILENE: m,p-XILENE - o-XILENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021 secondo la regola denominata "Accettazione semplice".

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

Il cliente ha autorizzato il laboratorio a procedere con l'esecuzione delle prove VOC E Idrocarburi C<12 sebbene sia stato reso edotto che gli holding time previsti dai parametri sono stati superati ed il relativo risultato analitico è una stima.

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06635

DEL 18/04/2023

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a $k=2$ con un intervallo di probabilità del 95%


L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



— Fine Rapporto di Prova —

RAPPORTO DI PROVA N 23LA06636		DEL 18/04/2023	
COMMITTENTE:		GIA CONSULTING SRL	
INDIRIZZO COMMITTENTE:		V.LE DEGLI ASTRONAUTI, 8 80131 NAPOLI (NA)	
PARTITA IVA E/O COD. FISCALE:		07456341218	
UBICAZIONE CAMPIONAMENTO:		VIA BRAGHE, LOMAZZO (CO)	
PUNTO DI CAMPIONAMENTO:		S3_P C.A.2 (2.30-2.50 m)	
DESCRIZIONE CAMPIONE:		TERRENO	
CAMPIONAMENTO A CURA DI:		A CURA DEL CLIENTE*	
PROCEDURA:		CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*	
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 08/03/2023		ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 11.10	
DATA FINE CAMPIONAMENTO: 08/03/2023		ORA FINE CAMPIONAMENTO: 11.10	
DATA RICEZIONE CAMPIONE: 14/03/2023			
DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 14/03/2023		ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16.00	
N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 23LA06636			
DATA INIZIO PROVE: 14/03/2023		DATA FINE PROVE: 28/03/2023	

Parametro

Metodo

U.M.

Risultato

Incertezza

AMIANTO

* - Actinolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Amosite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Antofillite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crisotilo	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crocidolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Strumento utilizzato		MEIJI TECHNO
* - Tremolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* AMIANTO DM 06-09-1994 Allegato 3	Assente\ Presente	ASSENTE

COMPOSTI INORGANICI

CIANURI CNR IRSA 17 Q 64 Vol. 3 1992	mg/kg s.s.	< 0,298		
CROMO ESAVALENTE CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/kg s.s.	< 0,608		
FLUORURI EPA 300.0 1993	mg/kg s.s.	0,675	±	0,20

METALLI

ANTIMONIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,42	±	0,084
--	---------------	-------------	---	-------

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06636

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

METALLI

ARSENICO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	< 0,0604	
BERILLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,461	± 0,092
CADMIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,126	± 0,025
COBALTO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	25,6	± 5,1
CROMO TOTALE EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	32,7	± 6,5
MERCURIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,00907	± 0,0018
NICHEL EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	24,6	± 4,9
PIOMBO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	5,07	± 1,0
RAME EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	11,2	± 2,2
SELENIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,0804	± 0,016
TALLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,725	± 0,14
VANADIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	20,6	± 4,1
ZINCO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	23,9	± 4,8

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

IDROCARBURI C<12 (6<C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007	mg/kg s.s.	< 4,73	
IDROCARBURI C>12 (C12-C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	8,1	± 2,8
* IDROCARBURI TOTALI EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007 + LINEE GUIDA 75/2011 ISPRA ARPA APPA	mg/kg s.s.	8,10	± 2,4

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
BENZO(a)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06636

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00121
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
CRISENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
DIBENZO(a,e)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
DIBENZO(a,h)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
DIBENZO(a,i)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
DIBENZO(a,l)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
INDENOPIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00121

POLICLOROBIFENILI

PCB 101 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
PCB 105 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
* PCB 110 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
PCB 114 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
PCB 118 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
PCB 123 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
PCB 128 + PCB 167 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00121

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06636

DEL 18/04/2023

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza
POLICLOROBIFENILI			
PCB 138 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 153 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 156 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 157 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 169 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 170 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 180 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 189 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 28 + PCB 31 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00121	
PCB 30 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 52 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 77 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
PCB 81 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
* SOMMATORIA PCB (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00121	

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

1,2,4,5-TETRACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
1,2,4-TRICLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0199 ± 0,0070	
BENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237	
ESACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607	
ETILBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06636

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

PENTACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000607
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00473
STIRENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237
TOLUENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237
XILENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00473

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

1,2-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237
1,4-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237
CLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237
PIOMBO TETRAETILE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00237

Legenda:

U.M. = unità di misura
nd = non determinabile
U (se presente) = incertezza
LR (se presente) = limite di rivelabilità
NR (se presente) = non rilevato
Cat. 3 (se presente) = prova eseguita in campo
* = prova non accreditata ACCREDIA

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORAFINE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI : IDROCARBURI C₆-12 (C₁₂-C₄₀) - IDROCARBURI C₆-12 (6&12;C₆-12;12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(a)ANTHRACENE - BENZO(a)PIRENE - BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - CRISENE - DIBENZO(a,e)PIRENE - DIBENZO(a,h)PIRENE - DIBENZO(a,i)PIRENE - DIBENZO(a,l)PIRENE

SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI: BENZENE - ETILBENZENE - m,p-XILENE - o-XILENE - STIRENE - TOLUENE

SOMMATORIA PCB (da calcolo): PCB 101 - PCB 105 - PCB 110 - PCB 114 - PCB 118 - PCB 123 - PCB 128 + PCB 167 - PCB 138 - PCB 153 - PCB 156 - PCB 157 - PCB 169 - PCB 170 - PCB 180 - PCB 189 - PCB 28 + PCB 31 - PCB 30 - PCB 52 - PCB 77 - PCB 81

XILENE: m,p-XILENE - o-XILENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021 secondo la regola denominata "Accettazione semplice".

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

Il cliente ha autorizzato il laboratorio a procedere con l'esecuzione delle prove VOC E Idrocarburi C₆-12 sebbene sia stato reso edotto che gli holding time previsti dai parametri sono stati superati ed il relativo risultato analitico è una stima.

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06636

DEL 18/04/2023

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a $k=2$ con un intervallo di probabilità del 95%

L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



– Fine Rapporto di Prova –

RAPPORTO DI PROVA N 23LA06637		DEL 18/04/2023	
COMMITTENTE:		GIA CONSULTING SRL	
INDIRIZZO COMMITTENTE:		V.LE DEGLI ASTRONAUTI, 8 80131 NAPOLI (NA)	
PARTITA IVA E/O COD. FISCALE:		07456341218	
UBICAZIONE CAMPIONAMENTO:		VIA BRAGHE, LOMAZZO (CO)	
PUNTO DI CAMPIONAMENTO:		S3_P C.A.3 (5.00-5.20 m)	
DESCRIZIONE CAMPIONE:		TERRENO	
CAMPIONAMENTO A CURA DI:		A CURA DEL CLIENTE*	
PROCEDURA:		CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*	
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 08/03/2023		ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 11.20	
DATA FINE CAMPIONAMENTO: 08/03/2023		ORA FINE CAMPIONAMENTO: 11.20	
DATA RICEZIONE CAMPIONE: 14/03/2023			
DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 14/03/2023		ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16.00	
N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 23LA06637			
DATA INIZIO PROVE: 14/03/2023		DATA FINE PROVE: 28/03/2023	

Parametro

Metodo

U.M.

Risultato

Incertezza

AMIANTO

* - Actinolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Amosite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Antofillite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crisotilo	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crocidolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Strumento utilizzato		MEIJI TECHNO
* - Tremolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* AMIANTO DM 06-09-1994 Allegato 3	Assente\ Presente	ASSENTE

COMPOSTI INORGANICI

CIANURI CNR IRSA 17 Q 64 Vol. 3 1992	mg/kg s.s.	< 0,271		
CROMO ESAVALENTE CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/kg s.s.	< 0,541		
FLUORURI EPA 300.0 1993	mg/kg s.s.	0,674	±	0,20

METALLI

ANTIMONIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,573	±	0,11
--	---------------	--------------	---	------

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06637

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

METALLI

ARSENICO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	< 0,0535		
BERILLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	1	±	0,20
CADMIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,103	±	0,021
COBALTO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	5,16	±	1,0
CROMO TOTALE EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	20	±	4,0
MERCURIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,0439	±	0,0088
NICHEL EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	18,6	±	3,7
PIOMBO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	4,87	±	0,97
RAME EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	10,6	±	2,1
SELENIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,0995	±	0,020
TALLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,481	±	0,096
VANADIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	23,8	±	4,8
ZINCO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	32,4	±	6,5

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

IDROCARBURI C<12 (6<C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007	mg/kg s.s.	< 4,85		
IDROCARBURI C>12 (C12-C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	10,3	±	3,6
* IDROCARBURI TOTALI EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007 + LINEE GUIDA 75/2011 ISPRA ARPA APPA	mg/kg s.s.	10,3	±	3,1

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,000801	±	0,00028
BENZO(a)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531		

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06637

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00106	
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
CRISENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,000825 ± 0,00029	
DIBENZO(a,e)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
DIBENZO(a,h)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
DIBENZO(a,i)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
DIBENZO(a,l)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
INDENOPIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00163 ± 0,00057	

POLICLOROBIFENILI

PCB 101 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 105 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
* PCB 110 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 114 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 118 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 123 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 128 + PCB 167 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00106	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06637

DEL 18/04/2023

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza
POLICLOROBIFENILI			
PCB 138 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 153 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 156 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 157 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 169 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 170 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 180 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 189 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 28 + PCB 31 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00106	
PCB 30 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 52 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 77 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
PCB 81 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
* SOMMATORIA PCB (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00106	

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

1,2,4,5-TETRACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
1,2,4-TRICLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0213	± 0,0075
BENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243	
ESACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531	
ETILBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06637

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

PENTACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000531
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00485
STIRENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243
TOLUENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243
XILENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00485

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

1,2-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243
1,4-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243
CLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243
PIOMBO TETRAETILE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00243

Legenda:

U.M. = unità di misura

nd = non determinabile

U (se presente) = incertezza

LR (se presente) = limite di rivelabilità

NR (se presente) = non rilevato

Cat. 3 (se presente) = prova eseguita in campo

* = prova non accreditata ACCREDIA

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORAFINE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI: IDROCARBURI C₆-12 (C12-C40) - IDROCARBURI C₆-12 (6&12;C&12;12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(a)ANTHRAcene - BENZO(a)PIRENE - BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - CRISENE - DIBENZO(a,e)PIRENE - DIBENZO(a,h)PIRENE - DIBENZO(a,i)PIRENE - DIBENZO(a,l)PIRENE

SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI: BENZENE - ETILBENZENE - m,p-XILENE - o-XILENE - STIRENE - TOLUENE

SOMMATORIA PCB (da calcolo): PCB 101 - PCB 105 - PCB 110 - PCB 114 - PCB 118 - PCB 123 - PCB 128 + PCB 167 - PCB 138 - PCB 153 - PCB 156 - PCB 157 - PCB 169 - PCB 170 - PCB 180 - PCB 189 - PCB 28 + PCB 31 - PCB 30 - PCB 52 - PCB 77 - PCB 81

XILENE: m,p-XILENE - o-XILENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021 secondo la regola denominata "Accettazione semplice".

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

Il cliente ha autorizzato il laboratorio a procedere con l'esecuzione delle prove VOC E Idrocarburi C<12 sebbene sia stato reso edotto che gli holding time previsti dai parametri sono stati superati ed il relativo risultato analitico è una stima.

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06637

DEL 18/04/2023

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a $k=2$ con un intervallo di probabilità del 95%

L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



— Fine Rapporto di Prova —

RAPPORTO DI PROVA N 23LA06638		DEL 18/04/2023
COMMITTENTE: INDIRIZZO COMMITTENTE: PARTITA IVA E/O COD. FISCALE: UBICAZIONE CAMPIONAMENTO: PUNTO DI CAMPIONAMENTO: DESCRIZIONE CAMPIONE: CAMPIONAMENTO A CURA DI: PROCEDURA:	GIA CONSULTING SRL V.LE DEGLI ASTRONAUTI, 8 80131 NAPOLI (NA) 07456341218 VIA BRAGHE, LOMAZZO (CO) S4 C.A.1 (0.80-1.00 m) TERRENO A CURA DEL CLIENTE* CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*	
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 09/03/2023 DATA FINE CAMPIONAMENTO: 09/03/2023 DATA RICEZIONE CAMPIONE: 14/03/2023 DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 14/03/2023 N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 23LA06638	ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 10.20 ORA FINE CAMPIONAMENTO: 10.20 ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16.00	
DATA INIZIO PROVE: 14/03/2023	DATA FINE PROVE: 28/03/2023	

Parametro

Metodo

U.M.

Risultato

Incertezza

AMIANTO

* - Actinolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Amosite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Antofillite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crisotilo	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crocidolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Strumento utilizzato	MEIJI TECHNO	
* - Tremolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* AMIANTO DM 06-09-1994 Allegato 3	Assente\ Presente	ASSENTE

COMPOSTI INORGANICI

CIANURI CNR IRSA 17 Q 64 Vol. 3 1992	mg/kg s.s.	< 0,468		
CROMO ESAVALENTE CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/kg s.s.	< 0,953		
FLUORURI EPA 300.0 1993	mg/kg s.s.	2,26	±	0,68

METALLI

ANTIMONIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,272	±	0,054
--	---------------	--------------	---	-------

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06638

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

METALLI

ARSENICO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	< 0,0950		
BERILLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	1,03	±	0,21
CADMIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,229	±	0,046
COBALTO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	8,92	±	1,8
CROMO TOTALE EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	50,2	±	10
MERCURIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	< 0,00950		
NICHEL EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	34,3	±	6,9
PIOMBO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	22,8	±	4,6
RAME EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	24	±	4,8
SELENIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,262	±	0,052
TALLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	1,52	±	0,30
VANADIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	48,6	±	9,7
ZINCO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	55,7	±	11

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

IDROCARBURI C<12 (6<C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007	mg/kg s.s.	< 4,26		
IDROCARBURI C>12 (C12-C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	17,4	±	6,1
* IDROCARBURI TOTALI EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007 + LINEE GUIDA 75/2011 ISPRA ARPA APPA	mg/kg s.s.	17,4	±	5,2

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00989	±	0,0035
BENZO(a)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00829	±	0,0029

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06638

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0358	± 0,013
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0101	± 0,0035
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00726	± 0,0025
CRISENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0117	± 0,0041
DIBENZO(a,e)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00416	± 0,0015
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00267	± 0,00093
DIBENZO(a,h)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00242	± 0,00085
DIBENZO(a,i)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
DIBENZO(a,l)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
INDENOPIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0157	± 0,0055
PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0164	± 0,0057
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0896	± 0,031

POLICLOROBIFENILI

PCB 101 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 105 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
* PCB 110 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 114 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 118 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 123 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 128 + PCB 167 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00309	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06638

DEL 18/04/2023

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza
POLICLOROBIFENILI			
PCB 138 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 153 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 156 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 157 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 169 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 170 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 180 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 189 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 28 + PCB 31 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00309	
PCB 30 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 52 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 77 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
PCB 81 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
* SOMMATORIA PCB (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00309	

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

1,2,4,5-TETRACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
1,2,4-TRICLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,05	± 0,018
BENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213	
ESACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154	
ETILBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06638

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

PENTACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00154
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00426
STIRENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213
TOLUENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213
XILENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00426

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

1,2-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213
1,4-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213
CLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213
PIOMBO TETRAETILE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00213

Legenda:

U.M. = unità di misura
nd = non determinabile
U (se presente) = incertezza
LR (se presente) = limite di rivelabilità
NR (se presente) = non rilevato
Cat. 3 (se presente) = prova eseguita in campo
* = prova non accreditata ACCREDIA

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORAFINE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI: IDROCARBURI C₆-12 (C₁₂-C₄₀) - IDROCARBURI C₆-12 (6&12;C₆-12;12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(a)ANTHRAcene - BENZO(a)PIRENE - BENZO(b)FLUORANTHENE + BENZO(j)FLUORANTHENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTHENE - CRISENE - DIBENZO(a,e)PIRENE - DIBENZO(a,h)PIRENE - DIBENZO(a,i)PIRENE - DIBENZO(a,l)PIRENE

SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI: BENZENE - ETILBENZENE - m,p-XILENE - o-XILENE - STIRENE - TOLUENE

SOMMATORIA PCB (da calcolo): PCB 101 - PCB 105 - PCB 110 - PCB 114 - PCB 118 - PCB 123 - PCB 128 + PCB 167 - PCB 138 - PCB 153 - PCB 156 - PCB 157 - PCB 169 - PCB 170 - PCB 180 - PCB 189 - PCB 28 + PCB 31 - PCB 30 - PCB 52 - PCB 77 - PCB 81

XILENE: m,p-XILENE - o-XILENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021 secondo la regola denominata "Accettazione semplice".

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

Il cliente ha autorizzato il laboratorio a procedere con l'esecuzione delle prove VOC E Idrocarburi C<12 sebbene sia stato reso edotto che gli holding time previsti dai parametri sono stati superati ed il relativo risultato analitico è una stima.

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06638

DEL 18/04/2023

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a $k=2$ con un intervallo di probabilità del 95%

L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



— Fine Rapporto di Prova —

RAPPORTO DI PROVA N 23LA06639		DEL 18/04/2023
COMMITTENTE: INDIRIZZO COMMITTENTE: PARTITA IVA E/O COD. FISCALE: UBICAZIONE CAMPIONAMENTO: PUNTO DI CAMPIONAMENTO: DESCRIZIONE CAMPIONE: CAMPIONAMENTO A CURA DI: PROCEDURA:	GIA CONSULTING SRL V.LE DEGLI ASTRONAUTI, 8 80131 NAPOLI (NA) 07456341218 VIA BRAGHE, LOMAZZO (CO) S4 C.A.2 (2.30-2.50 m) TERRENO A CURA DEL CLIENTE* CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*	
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 09/03/2023 DATA FINE CAMPIONAMENTO: 09/03/2023 DATA RICEZIONE CAMPIONE: 14/03/2023 DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 14/03/2023 N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 23LA06639	ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 10.30 ORA FINE CAMPIONAMENTO: 10.30 ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16.00	
DATA INIZIO PROVE: 14/03/2023	DATA FINE PROVE: 28/03/2023	

Parametro

Metodo

U.M.

Risultato

Incertezza

AMIANTO

* - Actinolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Amosite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Antofillite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crisotilo	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crocidolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Strumento utilizzato	MEIJI TECHNO	
* - Tremolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* AMIANTO DM 06-09-1994 Allegato 3	Assente\ Presente	ASSENTE

COMPOSTI INORGANICI

CIANURI CNR IRSA 17 Q 64 Vol. 3 1992	mg/kg s.s.	< 0,508		
CROMO ESAVALENTE CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/kg s.s.	< 1,04		
FLUORURI EPA 300.0 1993	mg/kg s.s.	1,95	±	0,59

METALLI

ANTIMONIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,482	±	0,096
--	---------------	--------------	---	-------

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06639

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

METALLI

ARSENICO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	< 0,102	
BERILLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	1,43	± 0,29
CADMIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,375	± 0,075
COBALTO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	12	± 2,4
CROMO TOTALE EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	65,2	± 13
MERCURIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,0529	± 0,011
NICHEL EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	45,7	± 9,1
PIOMBO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	25,7	± 5,1
RAME EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	28,4	± 5,7
SELENIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,174	± 0,035
TALLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	1,83	± 0,37
VANADIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	64,4	± 13
ZINCO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	69,2	± 14

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

IDROCARBURI C<12 (6<C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007	mg/kg s.s.	< 4,91	
IDROCARBURI C>12 (C12-C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	25,4	± 8,9
* IDROCARBURI TOTALI EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007 + LINEE GUIDA 75/2011 ISPRA ARPA APPA	mg/kg s.s.	25,4	± 7,6

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
BENZO(a)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06639

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00493 ± 0,0017
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00198 ± 0,00069
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00142 ± 0,00050
CRISENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
DIBENZO(a,e)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
DIBENZO(a,h)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
DIBENZO(a,i)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
DIBENZO(a,l)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
INDENOPIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00354 ± 0,0012
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,00833 ± 0,0029

POLICLOROBIFENILI

PCB 101 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
PCB 105 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
* PCB 110 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
PCB 114 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
PCB 118 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
PCB 123 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
PCB 128 + PCB 167 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00209

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06639

DEL 18/04/2023

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza
POLICLOROBIFENILI			
PCB 138 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 153 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 156 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 157 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 169 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 170 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 180 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 189 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 28 + PCB 31 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00209	
PCB 30 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 52 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 77 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
PCB 81 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
* SOMMATORIA PCB (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00209	

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

1,2,4,5-TETRACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
1,2,4-TRICLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0408 ± 0,014	
BENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246	
ESACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104	
ETILBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06639

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

PENTACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00104
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00491
STIRENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246
TOLUENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246
XILENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00491

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

1,2-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246
1,4-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246
CLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246
PIOMBO TETRAETILE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00246

Legenda:

U.M. = unità di misura
nd = non determinabile
U (se presente) = incertezza
LR (se presente) = limite di rivelabilità
NR (se presente) = non rilevato
Cat. 3 (se presente) = prova eseguita in campo
* = prova non accreditata ACCREDIA

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORAFINE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI: IDROCARBURI C₆-12 (C₁₂-C₄₀) - IDROCARBURI C₆-12 (6&12;C₆-12;12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(a)ANTRACENE - BENZO(a)PIRENE - BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - CRISENE - DIBENZO(a,e)PIRENE - DIBENZO(a,h)PIRENE - DIBENZO(a,i)PIRENE - DIBENZO(a,l)PIRENE

SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI: BENZENE - ETILBENZENE - m,p-XILENE - o-XILENE - STIRENE - TOLUENE

SOMMATORIA PCB (da calcolo): PCB 101 - PCB 105 - PCB 110 - PCB 114 - PCB 118 - PCB 123 - PCB 128 + PCB 167 - PCB 138 - PCB 153 - PCB 156 - PCB 157 - PCB 169 - PCB 170 - PCB 180 - PCB 189 - PCB 28 + PCB 31 - PCB 30 - PCB 52 - PCB 77 - PCB 81

XILENE: m,p-XILENE - o-XILENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021 secondo la regola denominata "Accettazione semplice".

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

Il cliente ha autorizzato il laboratorio a procedere con l'esecuzione delle prove VOC E Idrocarburi C₆-12 sebbene sia stato reso edotto che gli holding time previsti dai parametri sono stati superati ed il relativo risultato analitico è una stima.

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06639

DEL 18/04/2023

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a $k=2$ con un intervallo di probabilità del 95%

L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



— Fine Rapporto di Prova —

RAPPORTO DI PROVA N 23LA06640		DEL 18/04/2023	
COMMITTENTE:		GIA CONSULTING SRL	
INDIRIZZO COMMITTENTE:		V.LE DEGLI ASTRONAUTI, 8 80131 NAPOLI (NA)	
PARTITA IVA E/O COD. FISCALE:		07456341218	
UBICAZIONE CAMPIONAMENTO:		VIA BRAGHE, LOMAZZO (CO)	
PUNTO DI CAMPIONAMENTO:		S4 C.A.3 (4.50-4.70 m)	
DESCRIZIONE CAMPIONE:		TERRENO	
CAMPIONAMENTO A CURA DI:		A CURA DEL CLIENTE*	
PROCEDURA:		CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*	
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 09/03/2023		ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 10.45	
DATA FINE CAMPIONAMENTO: 09/03/2023		ORA FINE CAMPIONAMENTO: 10.45	
DATA RICEZIONE CAMPIONE: 14/03/2023			
DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 14/03/2023		ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16.00	
N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 23LA06640			
DATA INIZIO PROVE: 14/03/2023		DATA FINE PROVE: 28/03/2023	

Parametro

Metodo

U.M.

Risultato

Incertezza

AMIANTO

* - Actinolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Amosite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Antofillite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crisotilo	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Crocidolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* - Strumento utilizzato		MEIJI TECHNO
* - Tremolite	Assente\ Presente	ASSENTE
* AMIANTO DM 06-09-1994 Allegato 3	Assente\ Presente	ASSENTE

COMPOSTI INORGANICI

CIANURI CNR IRSA 17 Q 64 Vol. 3 1992	mg/kg s.s.	< 0,306		
CROMO ESAVALENTE CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/kg s.s.	< 0,618		
FLUORURI EPA 300.0 1993	mg/kg s.s.	0,737	±	0,22

METALLI

ANTIMONIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,262	±	0,052
--	---------------	--------------	---	-------

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06640

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
Metodo			

METALLI

ARSENICO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	< 0,0599	
BERILLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,716	± 0,14
CADMIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,141	± 0,028
COBALTO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	4,14	± 0,83
CROMO TOTALE EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	20,7	± 4,1
MERCURIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,079	± 0,016
NICHEL EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	20,9	± 4,2
PIOMBO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	4,35	± 0,87
RAME EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	11,1	± 2,2
SELENIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,184	± 0,037
TALLIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	0,898	± 0,18
VANADIO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	22,4	± 4,5
ZINCO EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/kg s.s.	25,9	± 5,2

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

IDROCARBURI C<12 (6<C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007	mg/kg s.s.	< 4,81	
IDROCARBURI C>12 (C12-C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	9,73	± 3,4
* IDROCARBURI TOTALI EPA 5035A 2002 + EPA 8015C 2007 + LINEE GUIDA 75/2011 ISPRA ARPA APPA	mg/kg s.s.	9,73	± 2,9

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
BENZO(a)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06640

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00124
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
CRISENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
DIBENZO(a,e)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
DIBENZO(a,h)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
DIBENZO(a,i)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
DIBENZO(a,l)PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
INDENOPIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
PIRENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00124

POLICLOROBIFENILI

PCB 101 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
PCB 105 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
* PCB 110 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
PCB 114 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
PCB 118 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
PCB 123 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
PCB 128 + PCB 167 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00124

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06640

DEL 18/04/2023

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza
POLICLOROBIFENILI			
PCB 138 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 153 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 156 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 157 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 169 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 170 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 180 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 189 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 28 + PCB 31 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00124	
PCB 30 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 52 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 77 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
PCB 81 EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
* SOMMATORIA PCB (da calcolo) EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,00124	

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

1,2,4,5-TETRACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
1,2,4-TRICLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,0236	± 0,0083
BENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240	
ESACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619	
ETILBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240	

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06640

DEL 18/04/2023

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza
-----------	------	-----------	------------

Metodo

COMPOSTI ORGANICI AROMATICI

PENTACLOROBENZENE EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	< 0,000619
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00481
STIRENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240
TOLUENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240
XILENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00481

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

1,2-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240
1,4-DICLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240
CLOROBENZENE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240
PIOMBO TETRAETILE EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 0,00240

Legenda:

U.M. = unità di misura
nd = non determinabile
U (se presente) = incertezza
LR (se presente) = limite di rivelabilità
NR (se presente) = non rilevato
Cat. 3 (se presente) = prova eseguita in campo
* = prova non accreditata ACCREDIA

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORAFINE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI: IDROCARBURI C₆-12 (C₁₂-C₄₀) - IDROCARBURI C₆-12 (6&12;C₆-12;12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(a)ANTRACENE - BENZO(a)PIRENE - BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - CRISENE - DIBENZO(a,e)PIRENE - DIBENZO(a,h)PIRENE - DIBENZO(a,i)PIRENE - DIBENZO(a,l)PIRENE

SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI: BENZENE - ETILBENZENE - m,p-XILENE - o-XILENE - STIRENE - TOLUENE

SOMMATORIA PCB (da calcolo): PCB 101 - PCB 105 - PCB 110 - PCB 114 - PCB 118 - PCB 123 - PCB 128 + PCB 167 - PCB 138 - PCB 153 - PCB 156 - PCB 157 - PCB 169 - PCB 170 - PCB 180 - PCB 189 - PCB 28 + PCB 31 - PCB 30 - PCB 52 - PCB 77 - PCB 81

XILENE: m,p-XILENE - o-XILENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021 secondo la regola denominata "Accettazione semplice".

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

Il cliente ha autorizzato il laboratorio a procedere con l'esecuzione delle prove VOC E Idrocarburi C₆-12 sebbene sia stato reso edotto che gli holding time previsti dai parametri sono stati superati ed il relativo risultato analitico è una stima.

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 23LA06640

DEL 18/04/2023

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a $k=2$ con un intervallo di probabilità del 95%

L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



— Fine Rapporto di Prova —


NORD_ING FNM Group

**INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER PROGETTO SOTTOPASSO
CICLOPEDONALE VIA BRAGHE**

Responsabile Commessa
Ing. Rosangela Graglia

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

LOMAZZO (COMO)

CODICE PROGETTO

G _ N I S _ 1 0 _ 2 3

DATA

19/04/2023

REVISIONE

0 1

PAGINE

26

Gruppo di Lavoro

Ph.D. Geol. Salvatore Costabile		Direttore Tecnico - Geologo Senior		
Dott. Geol. Fabio Lombardi		Geologo Senior – Sez. A		
Dott. Geol. Fabio Liguori		Geologo Junior		
Dott.ssa Ada Di Simone		Geofisico		
rev.	descrizione	data	redatto	verificato
1	Emissione	19/04/2023	Geol. Fabio Lombardi	Ph.D. Geol. Salvatore Costabile
2				Dr. Geol. Salvatore Costabile
3				Albo N° 2727



Sommario

PREMESSA	3
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
1. INDAGINI GEOFISICHE EFFETTUATE	5
1.1. INDAGINE SISMICA MASW	6
1.1.1. Strumentazione utilizzata e tecniche operative.....	9
1.1.2. Elaborazione dei dati.....	10
1.1.3. Risultati prove MASW	11
1.2. INDAGINE HVSR	16
1.2.1. Strumentazione utilizzata ed elaborazioni dati	20
1.2.2. Risultati HVSR	21
BIBLIOGRAFIA.....	26

PREMESSA

La presente relazione illustra lo studio di Risposta Sismica Locale, effettuata per conto di NORD_ING Gruppo FNM, nell'ambito del contratto n. 4500165817, stipulato in data 05/09/2022 ed avente ad oggetto "Prove geotecniche, sondaggi geognostici, prove/analisi di laboratorio, diagnostica strutturale". La campagna d'indagini, commessa E.10.A, ha previsto la realizzazione di "Indagini geognostiche e geofisiche per progetto sottopasso ciclopedonale via Braghe", presso il Comune di Lomazzo (CO).

L'obiettivo del seguente studio è stato quello di definire il modello geologico e geologico – tecnico dell'area. Inoltre ha permesso di descrivere, dal punto di vista sismo stratigrafico, il sottosuolo dell'area di indagine e di definire, in accordo con quanto prescritto dalle NTC 2018, le litologie riscontrate in termini di categorie di sottosuolo. Ciò ha permesso infine di ricavare la Risposta Sismica Locale, fondamentale per la verifica di vulnerabilità sismica degli edifici/strutture.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la realizzazione della campagna geognostica e geofisica e delle lavorazioni relative sono stati seguiti i criteri e le modalità definite dalle seguenti normative tecniche di settore:

- Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- UNI ENV 1977-3 (2002). Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.
- ASTM D4220-95 (2000). Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples.
- UNI EN ISO 14688-1:2003. Indagini e prove geotecniche-Identificazione e classificazione dei terreni-Identificazione e descrizione.
- ASTM D2487-00. Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- ASTM D2488-00. Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual Manual Procedure).
- BS 1377-1990. Methods of test for soils for civil engineering purposes.
- ASTM D653-02. Standard terminology relating to soil, rock, and contained fluids.
- CNR-UNI N.10006. Costruzione e manutenzione delle strade. Tecnica di impiego delle terre.
- ASTM D3282-93 (1997). Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.
- ASTM C119-01. Standard Terminology Relating to Dimension Stone.
- UNI EN 932-3 (1998). Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata.
- Raccomandazioni AGI per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977).

1. INDAGINI GEOFISICHE EFFETTUATE

A seguito dell'incarico ricevuto è stata eseguita una campagna di indagine geofisica per determinare il valore del v_{seq} ed individuare la frequenza caratteristica di risonanza di sito, ai sensi del D.M. 17/01/2018.

A tale scopo sono state effettuate le seguenti indagini, visibili in Figura 1.1:

- n° 1 profilo sismico tipo M.A.S.W. (Multichannel analysis of surface waves);
- n° 1 misura HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

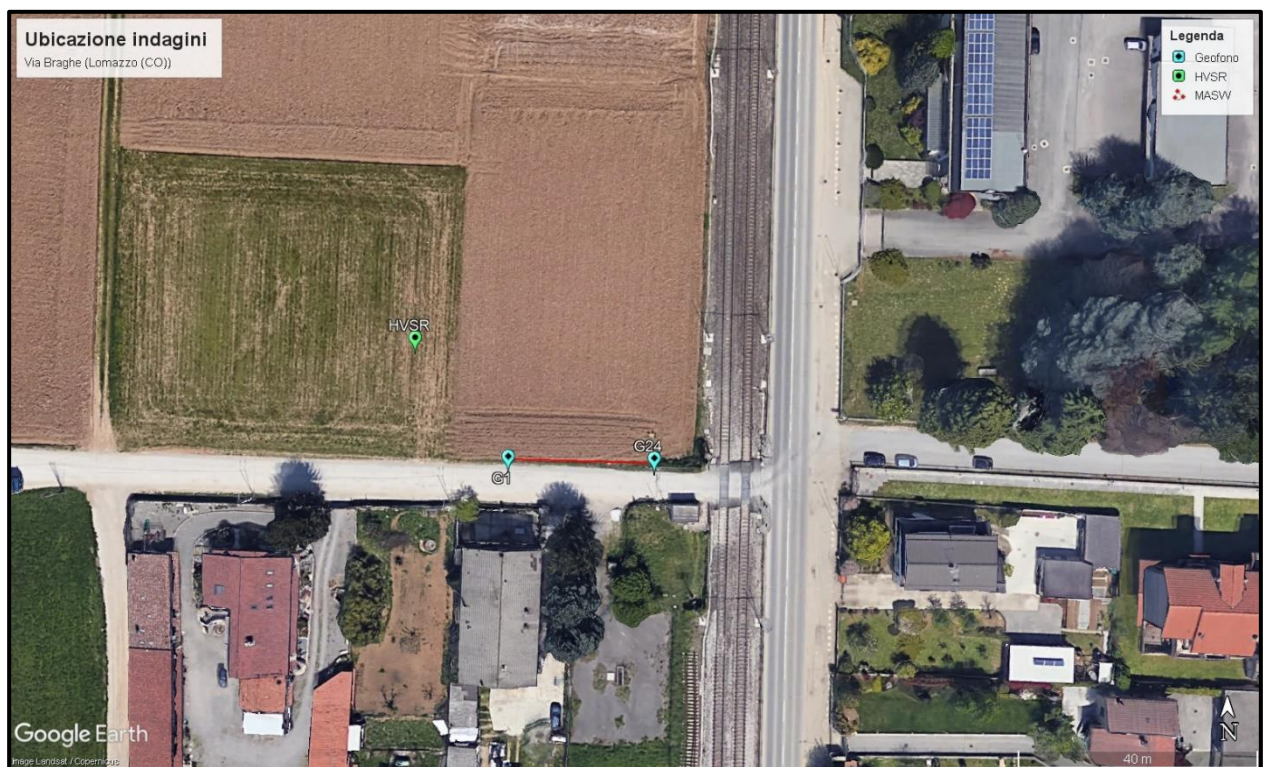


Figura 1.1 – Ubicazione indagini geofisiche.

A differenza dei sondaggi geognostici, le indagini geofisiche rappresentano studi di tipo “indiretto”, poiché misurano la variazione di determinate proprietà fisiche dei terreni da cui poter elaborare dei modelli geologici del sottosuolo. Più nel dettaglio, l’approccio utilizzato nelle indagini geofisiche effettuate nel corso di questo lavoro è di tipo artificiale ma anche naturale.

1.1. INDAGINE SISMICA MASW

Il rilievo sismico MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine geofisica attiva non invasiva, utilizzato per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio (v_s) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con algoritmi genetici; questa tecnica consiste nella energizzazione del terreno e nella successiva acquisizione delle onde di superficie generate con un array lineare dei geofoni (Figura 1.2).

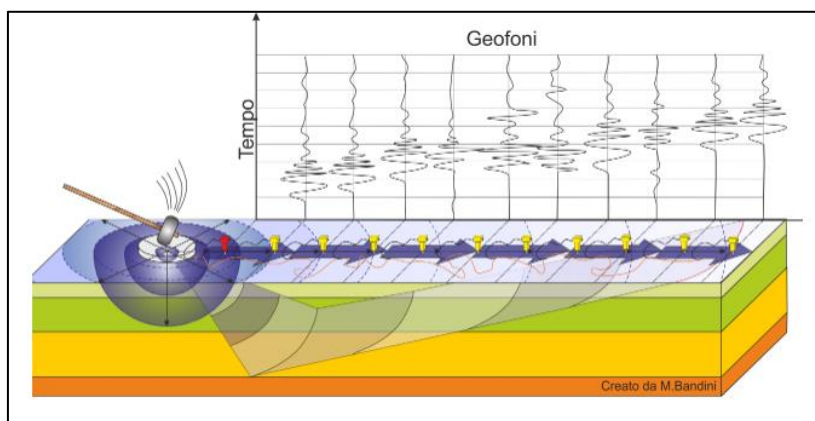


Figura 1.2 – Grafico esecuzione indagine MASW. (GeoStru, s.d.)

Il segnale sismico generato alla sorgente può essere scomposto in più fasi (onde di volume P ed S, onde di superficie Rayleigh e Love), ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche stesse. In particolare, le onde di superficie si generano in presenza di una superficie libera - come la superficie della Terra - e si propagano parallelamente ad essa. Le onde di Rayleigh inducono un moto lungo un'ellissi polarizzata nel piano verticale contenente la direzione di propagazione dell'onda, mentre le onde di Love implicano un movimento trasversale rispetto alla direzione di propagazione. Nelle onde di Rayleigh, l'ampiezza del moto indotto decade in modo esponenziale con la profondità, diventando trascurabile, in un mezzo omogeneo, all'incirca entro una lunghezza d'onda (λ) dalla superficie. In mezzi verticalmente eterogenei, il decadimento dell'ampiezza del moto con la profondità non può essere previsto a priori senza conoscere la struttura del sottosuolo. Essa infatti dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche del sottosuolo ed è caratterizzata dalla *dispersione geometrica*: le onde elastiche di diverse lunghezze d'onda λ si propagano a diverse profondità, quindi per ogni lunghezza d'onda la velocità di fase dipende dalle proprietà elastiche e dalla densità del sottosuolo alle varie profondità interessate dalla propagazione. Si ricorda infatti che $\lambda = v/f$, dove λ rappresenta la lunghezza d'onda, v rappresenta la velocità dell'onda sismica e f è la frequenza d'onda, questo quindi

comporta come conseguenza che essendo le onde di superficie, onde a più alta frequenza (5 – 70 Hz), esse si propagano con una piccola lunghezza d'onda, per tanto non riescono a penetrare gli strati più profondi, per tanto danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo (30-50 m).

Tramite le MASW, e quindi attraverso l'analisi delle onde di superficie, è possibile determinare gli spessori degli strati nel sottosuolo e le relative velocità, riuscendo quindi a generare un profilo di velocità v_s delle onde S (onde di volume di tipo trasversali che si diffondono provocando nel materiale attraversato oscillazioni perpendicolari alla loro direzione di propagazione, anche note come onde di taglio), allo scopo quindi di andare a classificare la categoria del sottosuolo, secondo i riferimenti normativi, attraverso un calcolo della velocità media relativa ai primi trenta metri di sottosuolo che fornirà un valore specifico di velocità equivalente v_{seq} (espressa in m/s), definita dalla seguente relazione:

$$v_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_{s_i}}}$$

Dove:

- H rappresenta la profondità del substrato, espressa in metri (m), alla quale si riscontra una velocità delle onde S superiore a $800 m/s$, che fa riferimento a una roccia o terreno molto rigido;
- h_i è lo spessore dell' i -esimo strato espresso in metri (m);
- N rappresentano il numero di strati;
- V_{s_i} è la velocità delle onde S relative all' i -esimo strato considerato.

Per depositi con profondità H del substrato superiore ai trenta metri ($30 m$), la velocità equivalente delle onde di taglio v_{seq} è definita dal parametro v_{s30} , ottenuto ponendo $H = 30 m$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In accordo con il piano d'indagini, è stata quindi eseguita n. 1 acquisizione di sismica attiva di tipo MASW, le cui coordinate sono indicate in Tabella 1.1, per la caratterizzazione sismica del sottosuolo.

ID Indagine	Geofoni (nr.)	Distanza Intergeofonica	Frequenza geofoni	Lunghezza Stendimento	G1/G24 Lat.	G1/G24 Lon.
MASW1	12	1.5 m	4.5 Hz	18 m	45.708874° / 45.708689°	9.038416° / 9.038239°

Tabella 1.1 – Dettagli MASW.

1.1.1. Strumentazione utilizzata e tecniche operative

L'indagine è stata eseguita utilizzando la seguente strumentazione (Figura 1.3):

- a) Sismografo digitale AMBROGEO ECHO 48/2014 a 24 canali;
- b) Cavo sismico AMBROGEO con 24 multi coppie per collegamento dei geofoni al sismografo;
- c) 24 geofoni a componente verticale con frequenza di 4.5 Hz;
- d) Geofono verticale trigger completo di cavo e connettore da 4.5 Hz;
- e) Mazza battente non strumentata di 8 Kg per energizzare onde di tipo compressivo;
- f) Piastra di battuta in alluminio con diametro pari a 210 mm e spessore pari a 28 mm.

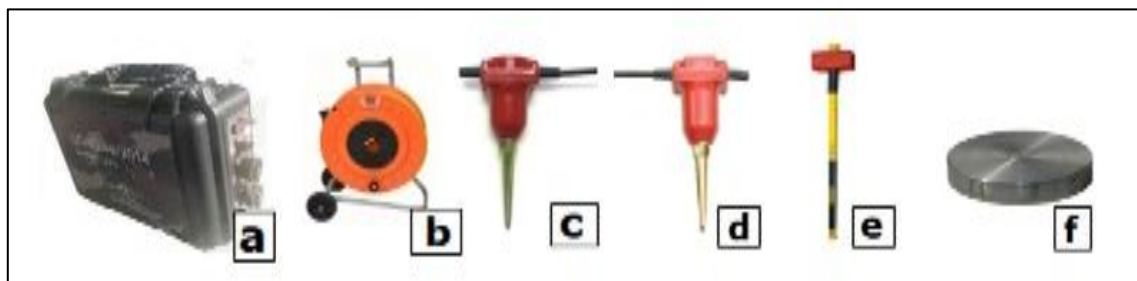


Figura 1.3 – Attrezzatura utilizzata per effettuare le indagini sismiche di tipo MASW.

Il profilo sismico eseguito ha una lunghezza di 24 metri costituito da 24 geofoni distanziati di 1 m. In riferimento agli stendimenti delle indagini sismiche eseguite sono state effettuate 2 energizzazioni ad entrambi gli estremi degli stendimenti ottenendo più registrazioni di onde superficiali, al fine di fornire un modello sismo-stratigrafico del sottosuolo più affidabile, infatti la somma di più energizzazioni per una medesima posizione della sorgente (stack) incrementa il rapporto segnale/rumore e quindi migliora la stima della velocità di fase. L'off-set di tali energizzazioni è stato di 7 e 10 m rispettivamente dalla stesa dei geofoni.

1.1.2. Elaborazione dei dati

Il software *winMASW* consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers* acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della v_s (velocità delle onde di taglio). Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

La procedura prevede tre fasi di elaborazione:

- La prima fase consiste nell'identificazione della curva di dispersione (*relazione che lega la frequenza alla velocità di fase*) e nel calcolo della velocità di fase corrispondente sperimentalmente, relativa alle onde di superficie;
- La seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase numerica, attraverso l'assegnazione per tentativi di diversi valori della velocità v_s , degli spessori h e del coefficiente di Poisson ν , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale, tramite il processo di picking dei massimi di ampiezza del modo fondamentale e degli eventuali modi superiori.
- La terza ed ultima fase consiste nell'individuazione finale del profilo di velocità delle onde di taglio verticali v_s , attraverso un processo di inversione, andando quindi ad ottimizzare i parametri che descrivono il modello (lo spessore h , le velocità delle onde di taglio v_s , il coefficiente di Poisson ν , la densità ρ degli strati), che permette quindi di definire i parametri d'interesse v_{seq} e v_{s30} .

Uno degli aspetti critici nell'uso dei dati ricavati da prove sismiche per onde superficiali attive è dato dalla non-unicità della soluzione. Diverse combinazioni dei parametri del modello (v_s – spessore strato) possono essere associate a curve di dispersione molto simili e praticamente equivalenti rispetto ai dati sperimentali disponibili. Da ciò la buona norma di vincolare uno dei parametri che interviene con indagini o conoscenze diverse. Lo scopo dell'intera procedura è identificare il modello la cui curva di dispersione meno si scosta dai dati osservati.

1.1.3. Risultati prove MASW

La prova **MASW** è stata ubicata in un terreno agricolo posto in prossimità del passaggio a livello che collega la SP30 con Via Braghe, dal lato di quest'ultima. Per eseguire l'indagine è stato utilizzato uno stendimento di lunghezza pari a 24 metri, costituito da 24 geofoni distanziati di 1 m. I colpi P1 e P3 sono stati eseguiti ad una distanza di 7 metri rispetto all'inizio dello stendimento, mentre i colpi P2 e P4 ad una distanza di 10 metri (Figura 1.4 e Figura 1.5).

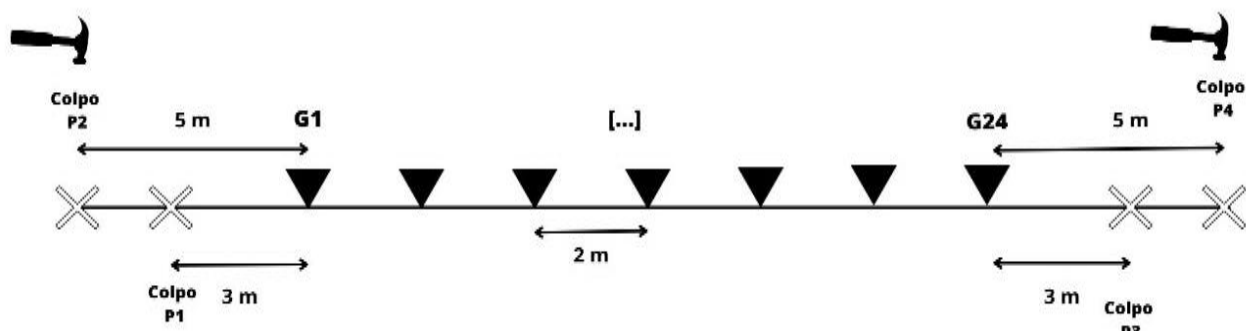


Figura 1.4 – Schema colpi effettuati in funzione dello stendimento dei geofoni.



Figura 1.5 – Foto di campo.

Per l'elaborazione dei dati sono stati utilizzati i parametri contenuti nella **Tabella 1.2**.

Frequenza minima di elaborazione (Hz)	5
Frequenza massima di elaborazione (Hz)	70
Velocità minima di elaborazione (m/s)	190
Velocità massima di elaborazione (m/s)	1500

Tabella 1.2. – Dati acquisizione

Nella Figura 1.6 sono raffigurati i diversi sismogrammi, ottenuti per i diversi colpi effettuati durante l'acquisizione dati, opportunamente filtrati così da considerare esclusivamente le onde di superficie per l'elaborazione.

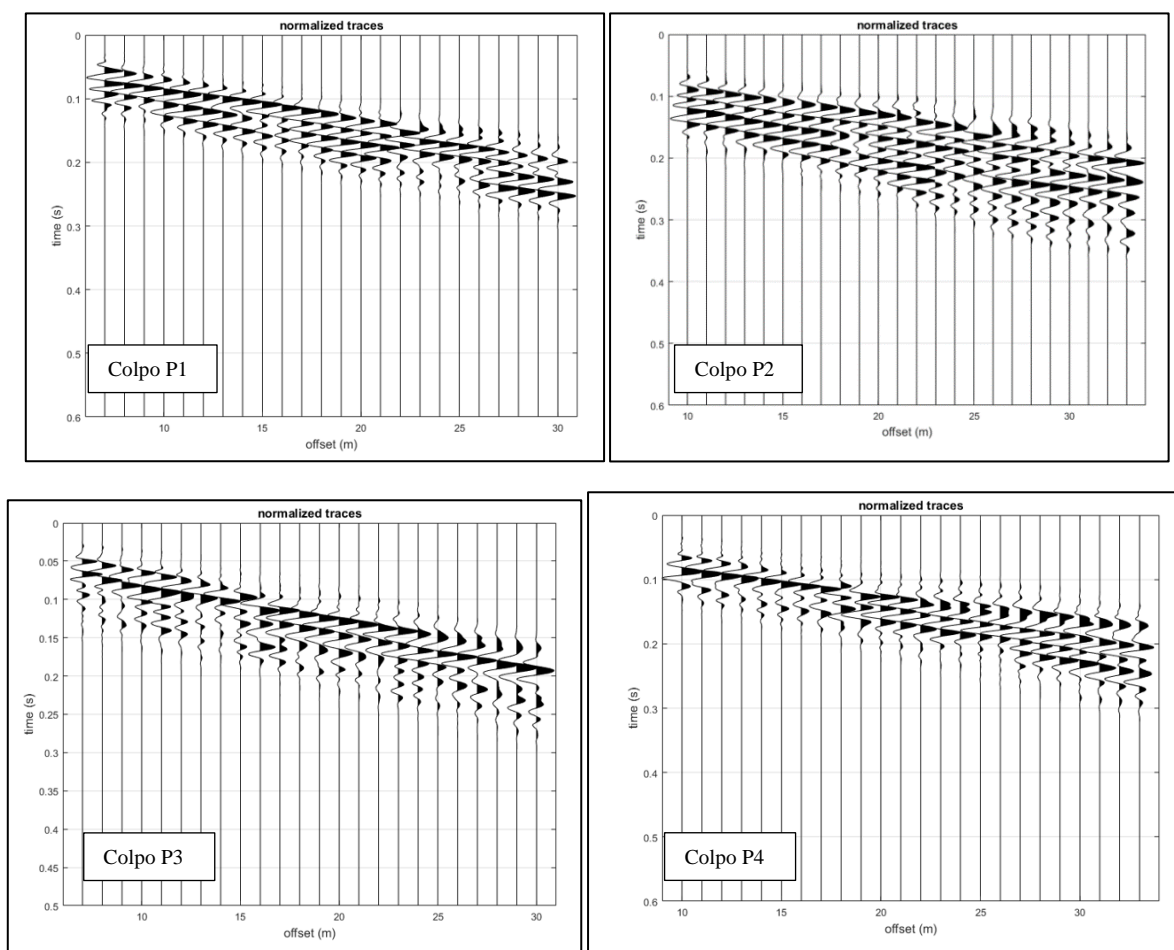


Figura 1.6. – Sismogrammi ottenuti per i diversi shots effettuati.

Per il prosieguo dell'elaborazione, qui è stato scelto di mostrare soltanto il colpo P1, avente un offset pari a 7 metri, dalla cui analisi si è ottenuta la curva di dispersione, Figura 1.7, sulla quale è possibile osservare il picking manuale effettuato per l'inversione, così da ottenere il modello delle velocità (Figura 1.8) e il modello sismo-stratigrafico del sottosuolo (Figura 1.9).

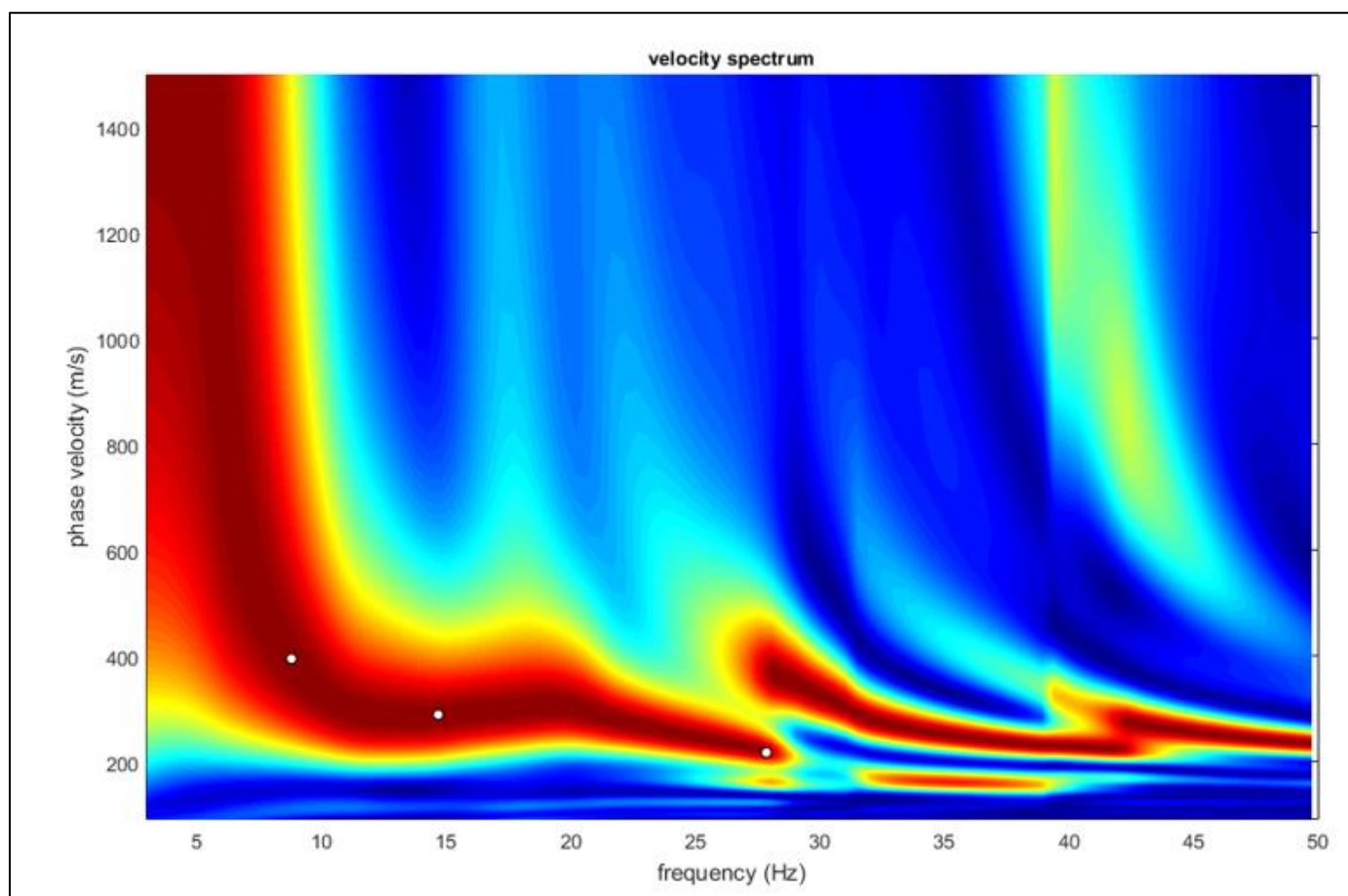


Figura 1.7 – Curva di dispersione con relativo picking.

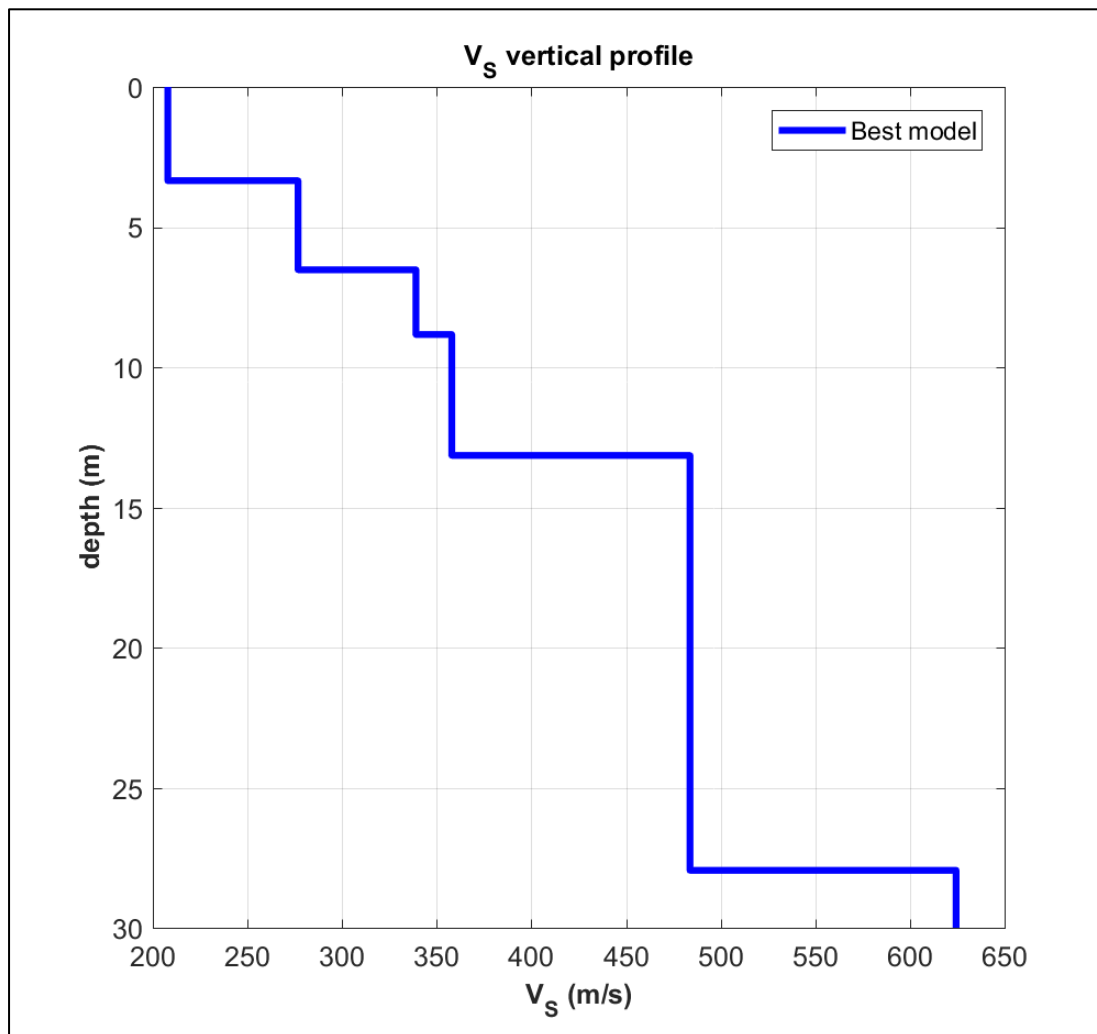


Figura 1.8 – Profilo verticale delle velocità delle onde S.

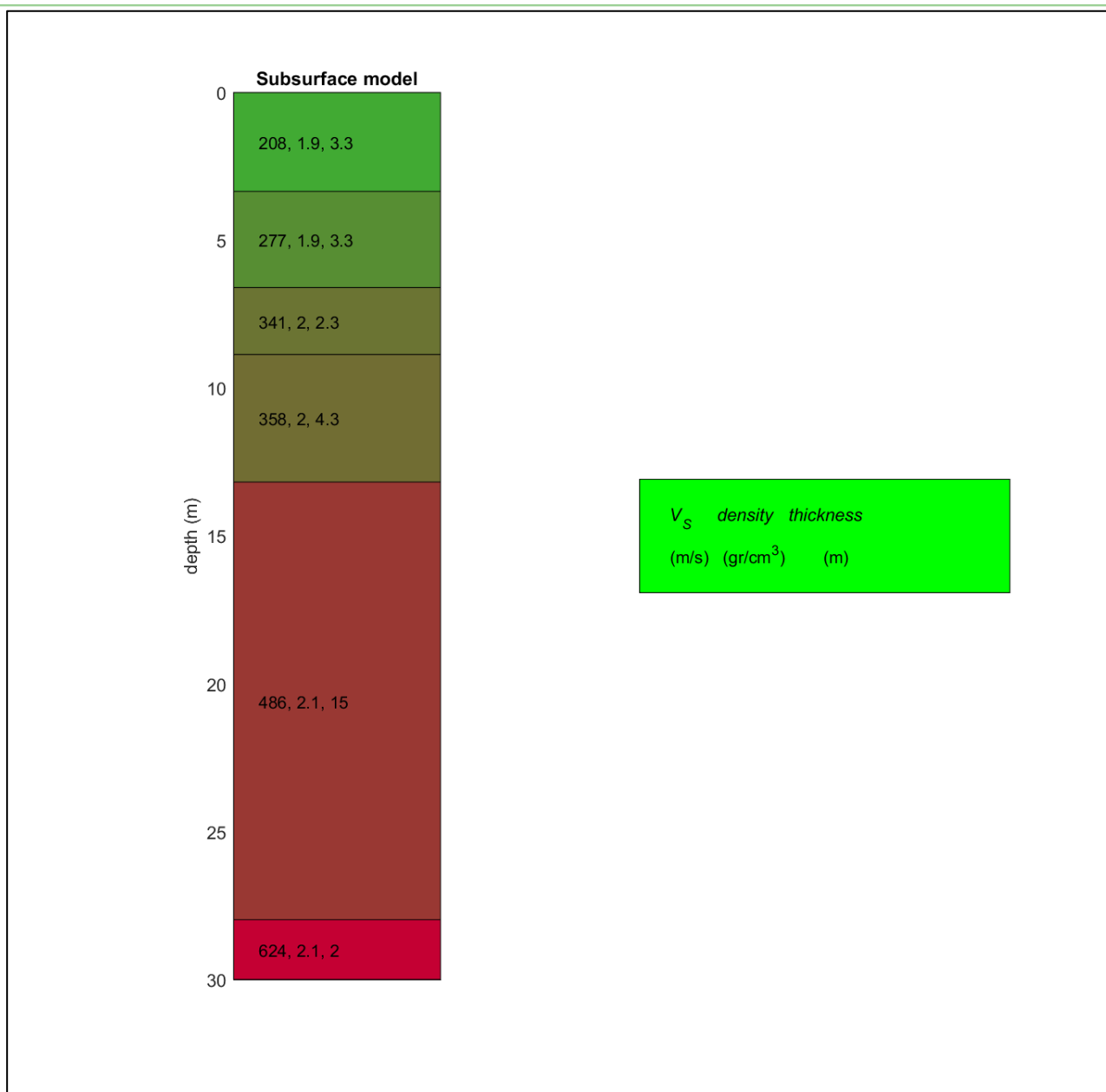


Figura 1.9 – Modello stratigrafico del sottosuolo.

Dal momento che il substrato ha una profondità superiore ai 30 metri, si riporta soltanto il valore $V_{S_{30}}$, equivalente V_{Seq} e pari a:

$$V_{Seq} = 374 \text{ m/s}$$

Categoria di suolo: **B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

1.2. INDAGINE HVSR

L'indagine sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), detta anche tecnica H/V (rapporto tra le componenti spettrali verticali e orizzontali), è una tecnica di indagine sismica passiva a stazione singola, non invasiva, di rapida esecuzione, che si può applicare ovunque. Si ricorda infatti che per indagini di sismica passiva si intendono tutte quelle misure che non necessitano di sollecitazioni artificiali (come massa battente, esplosioni o vibrazioni indotte meccanicamente). Nel dettaglio, questa tecnica si basa sul metodo di *Nakamura*, che consiste nella misura del rumore sismico ambientale, il quale risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) sia dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si parla infatti di micro-tremore, in quanto riguarda oscillazioni molto piccole ($10 - 15 \text{ m/s}^2$ in termini di accelerazione, lunghezze d'onda molto grandi), inferiori di diversi ordini di grandezza rispetto a quelle indotte dai terremoti di campo vicino.

Il metodo, determina la “funzione di trasferimento del mezzo”, ovvero come il moto sismico viene alterato durante il passaggio di esso nel substrato partendo da un terreno alluvionale fino al raggiungimento del substrato rigido. Infatti, a causa di condizioni litostratigrafiche particolari possono verificarsi condizioni di amplificazione del moto sismico, definiti come “effetti di sito” (Figura 1.10).

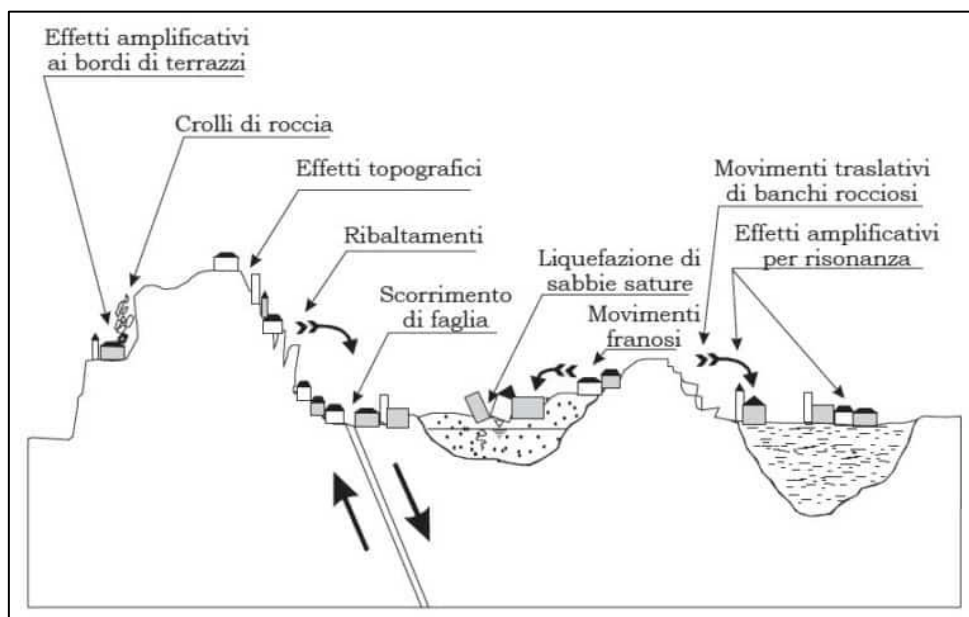


Figura 1.10 – Effetti di sito.

Gli utilizzi principali di questa tecnica riguardano principalmente la definizione della frequenza di risonanza di un sito, delle strutture e/o edifici, per valutazioni stratigrafiche o alternativamente, di velocità delle onde di taglio (v_s) e per misure vibro-metriche su edifici. Ecco perché i risultati di una indagine HVSR locale sono un potente strumento per il supporto nella progettazione. Pertanto, questa prova ha lo scopo principale di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato.

Il metodo HVSR considera i micro tremori come composti principalmente da onde di Rayleigh e presuppone che l'amplificazione relativa agli effetti di sito sia causata dalla presenza di uno strato sedimentario giacente su di un semispazio elastico. In queste condizioni le componenti del moto sismico da analizzare sono quattro (Wang & Xu, 2021):

- quelle orizzontali di superficie (H_s) e quelle orizzontali al bed rock (H_b);
- quelle verticali di superficie (V_s) e quelle verticali al bed rock (V_b).

Secondo Nakamura, è inoltre possibile fare una stima della forma spettrale della sorgente dei micro tremori $A_s(\omega)$ (in funzione della frequenza) con la seguente relazione:

$$A_s(\omega) = \frac{V_s(\omega)}{V_b(\omega)}$$

in cui $V_s(\omega)$ e $V_b(\omega)$ sono le ordinate spettrali delle componenti verticali del moto, rispettivamente in superficie e al tetto del bed rock.

Nakamura definisce poi come effetto di sito il rapporto spettrale $S_e(\omega)$:

$$S_e(\omega) = \frac{H_s(\omega)}{H_b(\omega)}$$

dove $H_s(\omega)$ e $H_b(\omega)$ sono le ordinate spettrali delle componenti orizzontali del moto, rispettivamente in superficie e al tetto del bed rock. Infine assume che per tutte le frequenze di interesse $H_b(\omega)/V_b(\omega) = 1$, basandosi su registrazioni, sperimentalmente verificate da lui, di microtremori in pozzo; quindi l'effetto di sito modificato $S_m(\omega)$ è descritto da:

$$S_m(\omega) = \frac{S_e(\omega)}{A_s(\omega)} = \frac{H_s(\omega)}{V_s(\omega)}$$

Per tanto il rapporto tra le componenti orizzontali (H) del moto del suolo e quelle verticali (V), da cui H/V (o HVSR), mette in luce *la frequenza di risonanza di un terreno*. Nel dettaglio la frequenza di risonanza è ricercata al primo picco individuato dal rapporto tra la componente orizzontale (H) e quella verticale (V) dei segnali registrati. (ESA, s.d.)

La risonanza è dovuta all'intrappolamento delle onde tra due superfici in cui si verifica una variazione di impedenza acustica. La frequenza fondamentale di risonanza f del terreno dipende dallo spessore h del terreno stesso e dalla velocità media v delle onde che lo attraversano. Dunque, conoscendo lo spessore h del sedimento è possibile avere informazioni sulla velocità media delle onde S e viceversa conoscendo quest'ultima è possibile definire lo spessore dello strato di copertura. In casi semplici (coperture soffici al di sopra di un basamento sismico rigido) è possibile dimostrare che esiste una relazione diretta tra la frequenza di risonanza e lo spessore dello strato soffic; questa relazione è regolata dall'equazione seguente:

$$f = \frac{v_s}{4h}$$

dove v_s è la velocità delle onde di taglio e h è lo spessore dello strato. Emerge quindi che la tecnica H/V può fornire indicazioni di carattere stratigrafico: nota la v_s delle coperture si può stimare la profondità dei riflettori sismici principali e viceversa. A tal proposito sono stati prodotti degli abachi preliminari (Tabella 1.6) per stimare la profondità del contrasto di impedenza responsabile degli effetti osservati.

F_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Tabella 1.6 – Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f_0) determinate dalla misura H/V.

Utilizzando questo strumento, le frequenze di risonanza possono tentativamente essere convertite in spessori permettendo una identificazione preliminare delle interfacce risonanti con il solo scopo (sotto stretto controllo geologico) di fornire indicazioni preliminari sulla struttura del sottosuolo e orientare le indagini successive. In accordo con il piano d'indagini, sono state quindi eseguite un numero n.2 acquisizioni di sismica passiva di tipo HVSR, le cui coordinate sono indicate in Tabella 1.7, che segue.

ID Indagine	Durata (min)	Frequenza acquisizione (Hz)	Frequenza geofoni (Hz)	Quota s.l.m. (m)	Latitudine	Longitudine
HVSR1	20	512	4.5	243	45.682533°	9.039176°

Tabella 1.7 – Dettagli indagini HVSR effettuate.

1.2.1. Strumentazione utilizzata ed elaborazioni dati

Per l'acquisizione dei dati HVSR è stato utilizzato un tromografo digitale TROMINO (Figura 1.11).



Figura 1.11 – Tromino utilizzato per effettuare le indagini di sismica passiva di tipo HVSR.

Lo strumento è dotato di tre sensori velocimetrici elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione, i quali trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore.

L'ancoraggio al suolo avviene tramite infissione di appositi piedini; l'orizzontalità è controllata per mezzo di una bolla sferica.

Il TROMINO viene posizionato con il suo asse maggiore allineato nella direzione N-S e messo in opera nel punto considerato più opportuno nel sito oggetto di indagine. Ottenuto il miglior accoppiamento dei sensori con il terreno viene messo in acquisizione per un lasso di tempo compreso tra 20-30 min. con una frequenza di campionamento di 512 Hz. Su memoria interna vengono salvati in un unico file i dati rilevati in automatico; si tratta delle velocità misurate secondo le direzioni ortogonali est-ovest, nord-sud (dello strumento) e sulla verticale.

I dati registrati sono stati successivamente elaborati mediante il software *Grilla*.

1.2.2. Risultati HVSR

L'indagine **HVSR** è stata svolta in un terreno agricolo posto in prossimità del passaggio a livello che collega la SP30 con Via Braghe, dal lato di quest'ultima, nel comune di Lomazzo (CO). Come indicato in *Figura 1.12*. Il TROMINO è stato posizionato al fine di determinare le frequenze di risonanza caratteristiche del sito, e lasciato acquisire in modo manuale per un tempo di 20 minuti. I grafici ottenuti sono rappresentati nelle Figure 1.13, 1.14, 1.15, 1.16, mentre nella tabella 1.8 sono riportati i valori del modello del profilo verticale delle velocità ottenute, con rispettiva Figura 1.17.



Figura 1.12 – Ubicazione indagine HVSR (a) e posizione in sito (b).

VIA BRAGHE, HVSRI

Strumento: TEB-0504/01-19

Formato dati: 32 bit

Fondo scala [mV]: 89

Inizio registrazione: 08/03/2023 14:02:57 Fine registrazione: 08/03/2023 14:22:57

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; Y+ Y-; X+ X-;
Z+ Z-

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

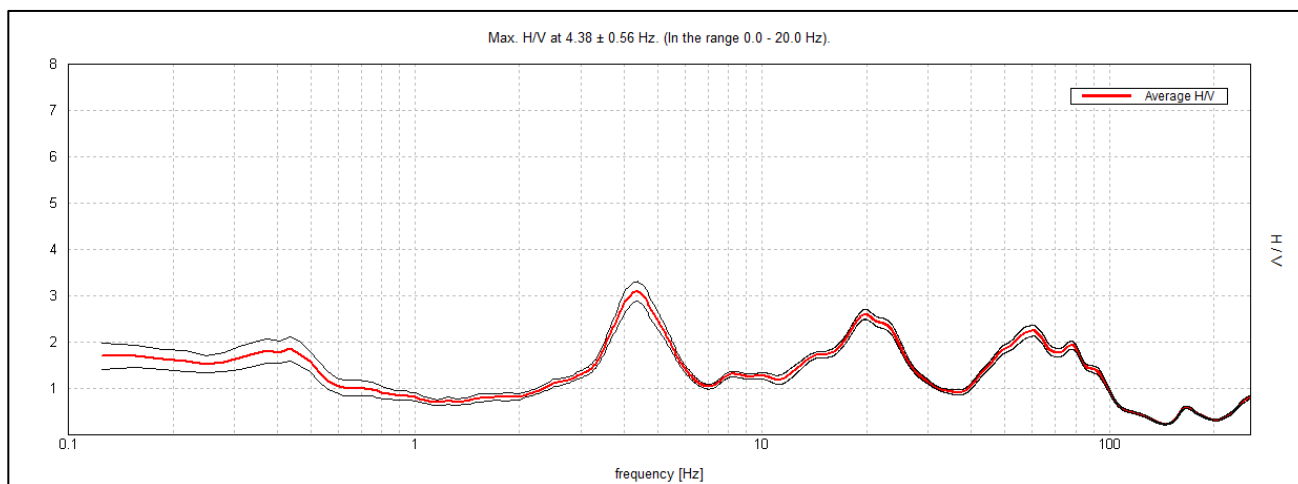


Figura 1.13 – Rapporto spettrale orizzontale su verticale H/V.

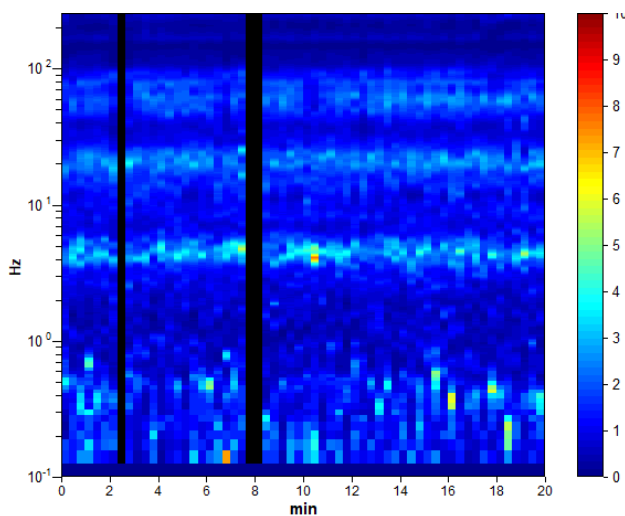


Figura 1.14 – Serie Temporale H/V.

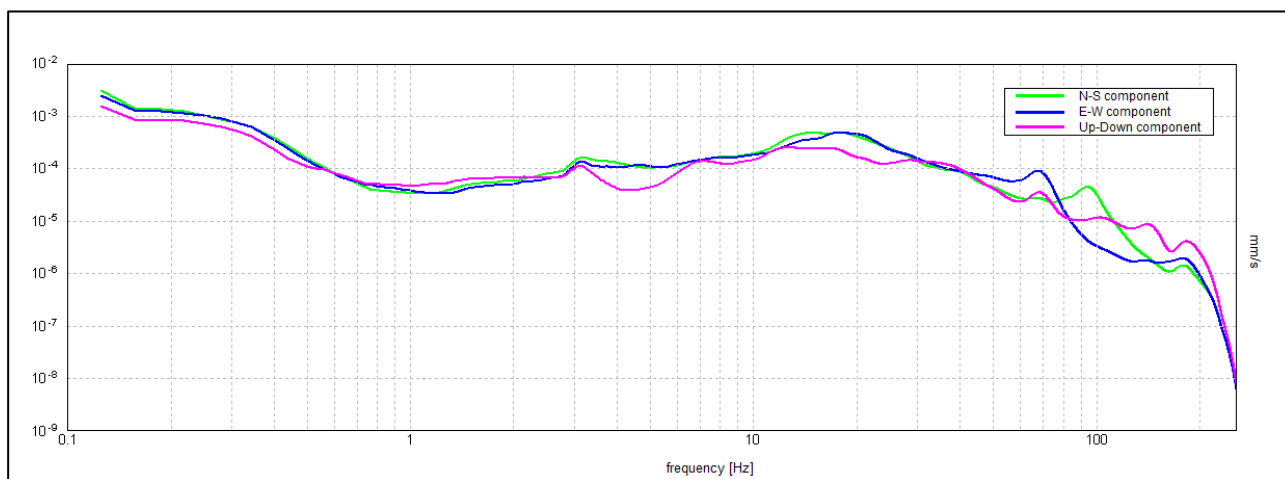


Figura 1.15 – Spettri delle singole componenti

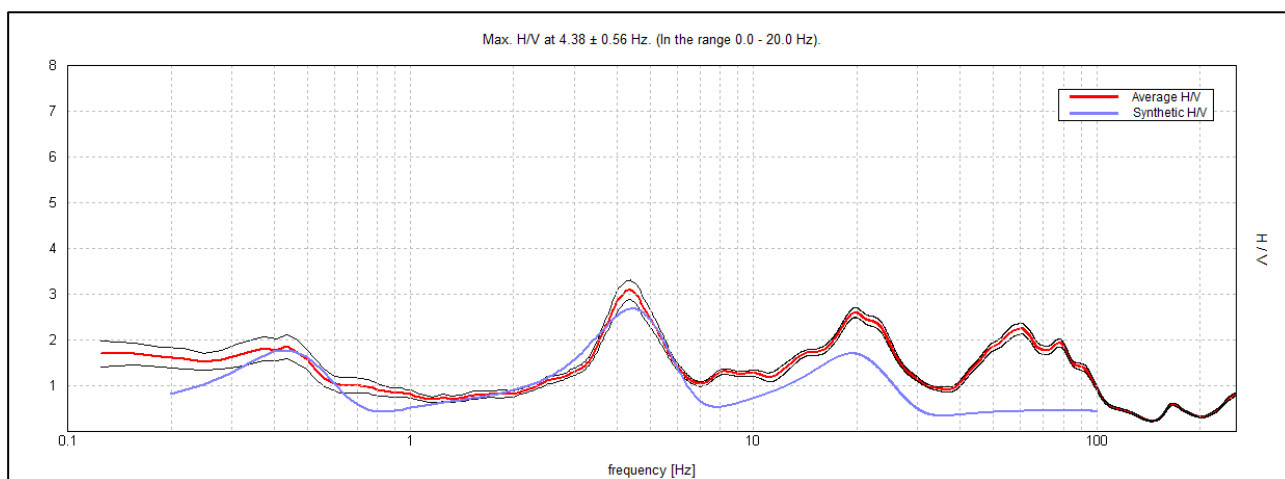


Figura 1.16 – H/V sperimentale vs H/V sintetico

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.30	3.30	267	0.42
27.30	24.00	490	0.42
477.30	450.00	897	0.45
inf.	inf.	1567	0.45

Tabella 1.8 – Stratigrafia dallo studio HVSR

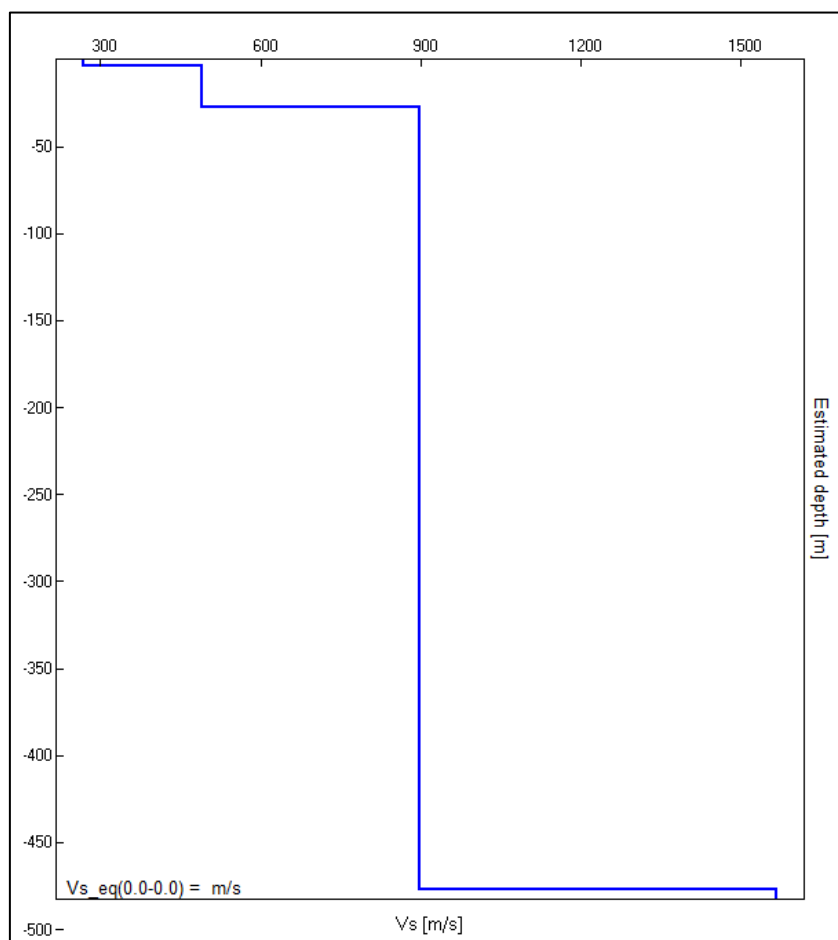


Figura 1.17 – Profilo verticale delle velocità secondo il modello descritto in Tabella 7.9.

Picco H/V a 4.38 ± 0.56 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.38 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4987.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 211	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.10 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.12839 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.56172 < 0.21875$		NO
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.212 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \sigma(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$


Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Dall'indagine di sismica passiva è stato possibile identificare la frequenza di risonanza del sito, corrispondente al picco di frequenza del rapporto spettrale H/V pari a **4.38 ± 0.56 Hz**, il quale è da associarsi ad una profondità di circa 27.3 m, dove infatti riscontriamo una variazione di velocità nel modello.

BIBLIOGRAFIA

- Google Earth Pro per desktop;
- INGV – Carta della pericolosità Sismica;
- Carta geologica d'Italia in scala 1:50'000 n° 096 Seregno;
- Consultazione del Regolamento Urbanistico del comune di Lomazzo (CO);
- NTC 2018 Norme Tecniche per le costruzioni;
- Dall'esame delle cartografie di riferimento del P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI);
- Consultazione del portale geologico nazionale ISPRA al fine di individuare indagini pregresse eseguite in zone limitrofe;
- Progetto IFFI – Inventario dei fenomeni franosi in Italia.

		NORD_ING FNM Group																	
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER PROGETTO SOTTOPASSO CICLOPEDONALE VIA BRAGHE																			
Responsabile Commessa Ing. Rosangela Graglia																			
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE																			
LOMAZZO (CO)																			
CODICE PROGETTO <table border="1"> <tr> <td>G</td><td>_</td><td>N</td><td>I</td><td>S</td><td>_</td><td>1</td><td>0</td><td>_</td><td>2</td><td>3</td> </tr> </table>		G	_	N	I	S	_	1	0	_	2	3	DATA <table border="1"> <tr> <td>19/04/2023</td> </tr> </table>	19/04/2023	REVISIONE <table border="1"> <tr> <td>0</td><td>1</td> </tr> </table>	0	1	PAGINE <table border="1"> <tr> <td>106</td> </tr> </table>	106
G	_	N	I	S	_	1	0	_	2	3									
19/04/2023																			
0	1																		
106																			
Gruppo di Lavoro																			
Ph.D. Geol. Salvatore Costabile		Direttore Tecnico - Geologo Senior																	
Dott. Geol. Fabio Lombardi		Geologo Senior – Sez. A																	
Dott. Geol. Fabio Liguori		Geologo Junior																	
Dott.ssa Fis. Ada Di Simone		Geofisico																	
rev.	descrizione	data	redatto	verificato															
1	Emissione	19/04/2021	Geol. Fabio Lombardi	Ph.D. Geol. Salvatore Costabile															
2																			
3																			



Sommario

PREMESSA	3
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
1. INDAGINI GEOGNOSTICHE	5
<i>1.1. Sondaggi stratigrafici</i>	<i>6</i>
<i>1.2. Prelievo campioni indisturbati.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3. Prove penetrometriche dinamiche in foro tipo S.P.T.</i>	<i>9</i>
<i>1.4. Prova di permeabilità del tipo Lefranc a carico variabile</i>	<i>10</i>
<i>1.5. Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH).....</i>	<i>11</i>
<i>1.6. Condizionamento dei fori di sondaggio con piezometro a tubo aperto.....</i>	<i>13</i>
2. ALLEGATI TECNICI E RISULTATI SPERIMENTALI.....	14
2.1. CERTIFICATI SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE PENETROMETRICHE STANDARD (S.P.T.).....	14
SONDAGGIO S03P.....	14
PROVE SPT 1-10 Sondaggio S03P	15
SONDAGGIO S04.....	27
PROVE SPT 1-10 Sondaggio S04.....	28
2.2. ELABORATO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	37
2.3. ELABORATO PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE.....	37
Prova Lefranc S03P-1.....	38
Prova Lefranc S03P-2.....	39
Prova Lefranc S03P-3.....	40
Prova Lefranc S04-1.....	41
Prova Lefranc S04-2.....	42
Prova Lefranc S04-3.....	43
2.4. ELABORATO PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DPSH).....	44
PROVA DPSH 1	45
PROVA DPSH 2	53
PROVA DPSH 3	61
2.5. CAMPIONI INDISTURBATI.....	69
BIBLIOGRAFIA	70

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati delle indagini geognostiche eseguite per conto di NORD_ING Gruppo FNM, nell'ambito del contratto n. 4500165817, stipulato in data 05/08/2022 ed avente ad oggetto "Prove geotecniche, sondaggi geognostici, prove/analisi di laboratorio, diagnostica strutturale". La campagna d'indagini, rientrante nell'attivazione 4, commessa E.10.O, del contratto di cui sopra ha previsto la realizzazione di "Indagini geognostiche e geofisiche per progetto sottopasso ciclopedonale via Braghe", presso il Comune di Lomazzo (CO).

L'obiettivo del seguente studio, in unione con le indagini geofisiche riportato nell'apposito report allegato, è stato quello di definire il modello geologico e geologico – tecnico dell'area. Inoltre ha permesso di descrivere, dal punto di vista sismo-stratigrafico, il sottosuolo dell'area di indagine e di definire, in accordo con quanto prescritto dalle NTC 2018, le litologie riscontrate in termini di categorie di sottosuolo. Ciò ha permesso infine di ricavare la Risposta Sismica Locale, fondamentale per la verifica di vulnerabilità sismica degli edifici/strutture.

In allegato a questo report ci sono i certificati di analisi di laboratorio effettuati sui campioni indisturbati.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la realizzazione della campagna geognostica e geofisica e delle lavorazioni relative sono stati seguiti i criteri e le modalità definite dalle seguenti normative tecniche di settore:

- Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- UNI ENV 1977-3 (2002). Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.
- ASTM D4220-95 (2000). Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples.
- UNI EN ISO 14688-1:2003. Indagini e prove geotecniche-Identificazione e classificazione dei terreni-Identificazione e descrizione.
- ASTM D2487-00. Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- ASTM D2488-00. Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual Manual Procedure).
- BS 1377-1990. Methods of test for soils for civil engineering purposes.
- ASTM D653-02. Standard terminology relating to soil, rock, and contained fluids.
- CNR-UNI N.10006. Costruzione e manutenzione delle strade. Tecnica di impiego delle terre.
- ASTM D3282-93 (1997). Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.
- ASTM C119-01. Standard Terminology Relating to Dimension Stone.
- UNI EN 932-3 (1998). Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata.
- Raccomandazioni AGI per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977).

1. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il piano d'indagine in oggetto ha previsto l'esecuzione di:

- n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a profondità di 20 m dal p.c..
- n° 6 prelievi di campioni indisturbati (3 per ogni sondaggio) per le prove di laboratorio.
- n° 20 prove penetrometriche standard STP (10 per ciascun sondaggio).
- n° 6 prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile (3 per sondaggio).
- n° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

Le indagini si sono svolte nell'ambito del territorio comunale di Lomazzo (CO), in un terreno agricolo posto in prossimità del passaggio a livello che collega la SP30 con Via Braghe, dal lato di quest'ultima ed in un terreno privato posto all'angolo tra la SP30 e la traversa Cascina Braghe (Figura 1a).

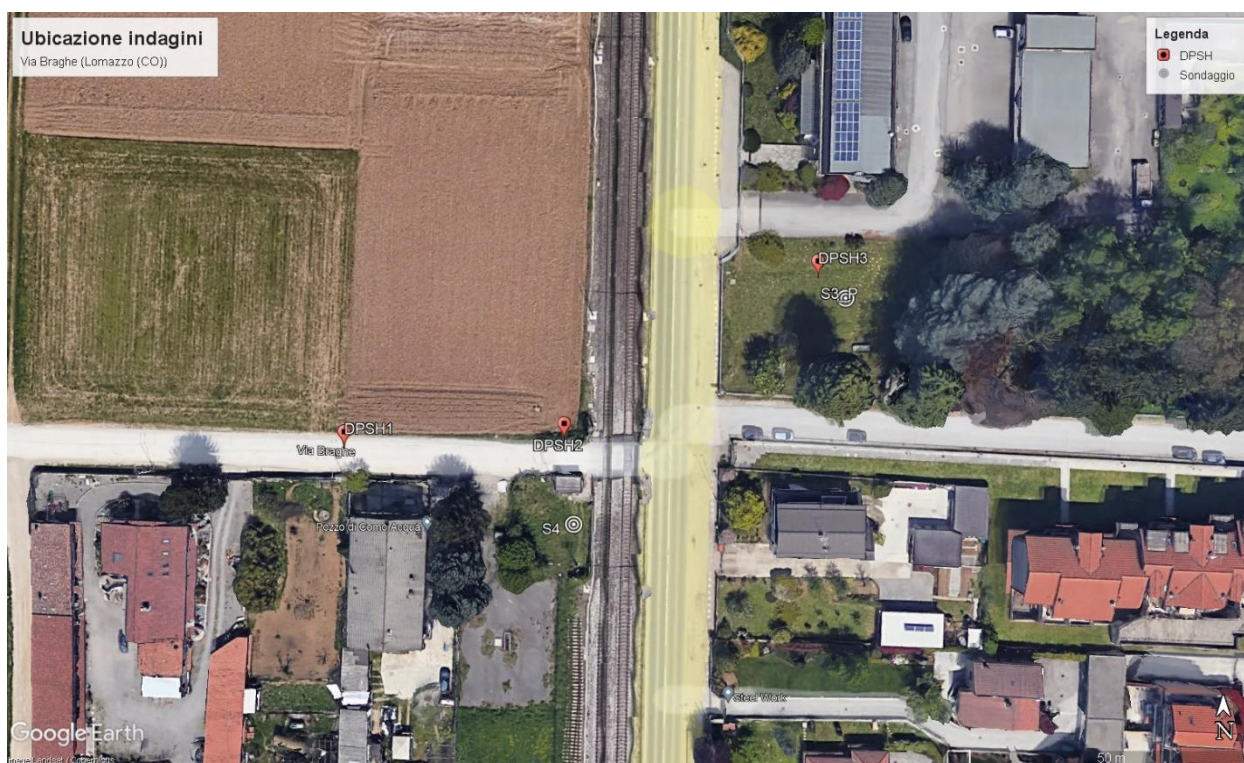


Figura 1a - Ubicazione indagini geognostiche.

1.1. Sondaggi stratigrafici

Per la ricostruzione stratigrafica, sono stati realizzati n° 2 sondaggi a carotaggio continuo, spinti fino ad una profondità massima di 20,00 m dal p.c., ciascuno eseguiti con una sonda a rotazione del tipo C.M.V. corredata di tutte le attrezzature per l'esecuzione di sondaggi geognostici e campionamenti in materiali incoerenti, coesivi e lapidei.

La perforazione ad andamento verticale è stata eseguita a carotaggio continuo, con carotieri di diametro di 127 mm. Le carote estratte sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in p.v.c. di dimensioni 0,5 m x 1 m. Al termine di ciascuna manovra si è provveduto alla pulizia di tutta l'attrezzatura mediante idropulitrice con recupero dei prodotti reflui.

Il sondaggio S03P, inoltre è stato condizionato a piezometro.

Lo spazio anulare (corona drenante) tra il pozzo e il foro è stato riempito con ghiaia silicea lavata e calibrata (1-3 mm) fino a 0.5 m al di sopra del tratto fessurato. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque superficiali, il restante spazio è stato riempito con miscela di cemento - bentonite fino a boccapozzo. Al termine dell'installazione, il piezometro è stato sviluppato con pompa sommersa, emungendo l'acqua utilizzata per la perforazione, avendo cura di interessare tutto il tratto finestrato per favorire l'assestamento del pre - filtro. Il piezometro è stato completato in superficie con pozzetto carrabile in polipropilene.

Tutte le fasi delle indagini in oggetto sono state seguite da un Geologo esperto che ha redatto le stratigrafie intercettate segnalando anche i punti di campionamento e per garantire la conformità alle norme AGI (1977) "raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Le colonne stratigrafiche corredate di tutte le informazioni derivate dalla descrizione dei terreni sono riportate negli allegati tecnici. Nei paragrafi seguenti vengono riportate le tipologie delle prove eseguite e nelle relative tabelle vengono sintetizzate le quantità e le profondità raggiunta.

Nella Tabella 1 sono riportate le coordinate di ogni singolo sondaggio con la corrispettiva quota sopra il livello del mare (s.l.m.) e la profondità verticale raggiunta rispetto al piano campagna

(p.c.). Le coordinate geografiche sono state rilevate con GPS RTK modello GEOMAX Zenith 20, e riferite al sistema Geodetico UTM - WGS 84.

ID Sondaggio	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)
S03P	45.682585°	9.040386°	264	20
S04	45.682229°	9.039773°	264	20

Tabella 1 – Ubicazioni dei sondaggi eseguiti nell'area in prossimità di Via Braghe, nel comune di Lomazzo (CO).

Nella Tabella 2 vengono sintetizzati il numero di campioni prelevati, le quantità delle prove eseguite e i tipi di condizionamento.

ID Sondaggio	Campioni Indisturbati	S.P.T.	Prove in foro (Lefranc)	Campioni ambientali	Condizionamento
S03P	3	10	3	3	Piezometro
S04	3	10	3	3	/

Tabella 2 – Riepilogo dei campioni, delle prove e del tipo di condizionamento dei sondaggi.

1.2. Prelievo campioni indisturbati

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, sono stati prelevati dei campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni attraversati, utilizzando un campionatore con fustella a pareti sottili, costituita da un tubo in acciaio inox con angolo di scarpa di circa 15°, (campionatore Shelby), per rendere trascurabile l'alterazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni campionati. Il prelievo dei campioni indisturbati è avvenuto in conformità con quanto previsto dalle norme "AGI (1977)" seguendo le fasi di seguito riportate:

- ✓ Rivestimento in corso d' opera del sondaggio con tubazione da 127 mm.
- ✓ Manovra di pulizia del foro con carotiere da 101 mm.
- ✓ Prelievo del campione indisturbato mediante campionatore Shelby.

Successivamente, la fustella, contenente il campione prelevato, è stata sigillata con paraffina fusa, al fine di conservare l'umidità naturale. I campioni prelevati durante le indagini sono riportati nella seguente tabella.

ID SONDAGGIO	ID CAMPIONE	PROFONDITÀ
S03P	S03P – C.I.1	4.00 – 4.60 m
S03P	S03P – C.I.2	10.00 – 10.60 m
S03P	S03P – C.I.3	14.00 – 14.50 m
S04	S04 – C.I.1	5.00 – 5.50 m
S04	S04 – C.I.2	11.00 – 11.60 m
S04	S04 – C.I.3	15.00 – 15.60 m

Tabella 3 – Riepilogativa dei campioni prelevati durante le indagini geognostiche.

1.3. Prove penetrometriche dinamiche in foro tipo S.P.T.

In corso d'opera, sono state eseguite delle prove penetrometriche dinamiche in foro del tipo S.P.T., secondo le modalità contenute nelle Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche "AGI (1977)" seguendo le fasi di seguito riportate:

- ✓ Rivestimento in corso d'opera del sondaggio con tubazione da 127 mm.
- ✓ Manovra di pulizia del foro con carotiere da 101 mm, e verifica della profondità effettiva con scandaglio a fondo foro.
- ✓ Esecuzione della prova SPT con campionatore Raymond e registrazione dei colpi necessari per l'infissione di ciascuno dei 3 tratti di 15 cm del campionatore.

Le profondità ed il numero dei colpi registrati dalle prove S.P.T. sono riportati nella seguente tabella:

ID SONDAGGIO	N° S.P.T.	PROFONDITÀ (m)	COLPI	TIPO DI PUNTA
S03P	n°1	2.00 m	3-6-7	Punta Conica
S03P	n°2	4.00 m	5-7-8	Punta Conica
S03P	n°3	6.00 m	6-5-6	Punta Conica
S03P	n°4	9.00 m	6-6-5	Punta Conica
S03P	n°5	11.00 m	9-8-5	Punta Conica
S03P	n°6	13.00 m	38-40-43	Punta Conica
S03P	n°7	15.00 m	28-24-21	Punta Conica
S03P	n°8	17.00 m	25-28-22	Punta Conica
S03P	n°9	18.00 m	30-30-48	Punta Conica
S03P	n°10	19.50 m	29-31-47	Punta Conica
S04	n°1	2.00 m	2-4-5	Punta Conica
S04	n°2	4.00 m	4-4-7	Punta Conica
S04	n°3	6.00 m	4-6-37	Punta Conica
S04	n°4	8.00 m	13-18-16	Punta Conica
S04	n°5	10.00 m	8-7-8	Punta Conica
S04	n°6	12.00 m	5-7-9	Punta Conica
S04	n°7	14.00 m	21-16-20	Punta Conica
S04	n°8	16.00 m	12-16-39	Punta Conica
S04	n°9	18.00 m	14-31-27	Punta Conica
S04	n°10	19.50 m	28-24-23	Punta Conica

Tabella 4 – Riepilogativa delle prove S.P.T.

1.4. Prova di permeabilità del tipo Lefranc a carico variabile

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, sono state eseguite delle prove di permeabilità del tipo Lefranc a carico variabile (C.V.) secondo le modalità contenute nelle Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche "AGI (1977)" seguendo le fasi di seguito riportate:

- ✓ Rivestimento in corso d' opera del sondaggio con tubazione da 127 mm, fino alla profondità prestabilita, e successiva misura con scandaglio a fondo foro.
- ✓ Immissione di ghiaietto siliceo calibrato nella batteria di tubi di rivestimento per tutta la lunghezza della tasca di prova che si desidera ottenere, e successiva misura con scandaglio a fondo foro.
- ✓ Sollevamento della colonna di tubi di rivestimento fino alla quota iniziale della tasca di prova.
- ✓ Saturazione con acqua pulita della colonna di rivestimento, e successive misure degli abbassamenti della colonna d' acqua a distanza di 1', 2', 4', 8', 15', 30' e 60' dall'inizio dell'abbassamento; le misure sono state effettuate da boccaforo.

La perforazione è stata effettuata con carotiere fino alla quota di prova senza l'impiego di fanghi, evitando di modificare le caratteristiche granulometriche e di compattezza del terreno ed è stato rivestito il foro fino ad isolare il tratto interessato. È stata effettuata un'immissione continua di acqua pulita nel foro per provvedere alla saturazione dell'orizzonte e creare un regime laminare.

Le profondità delle prove Lefranc C.V. eseguite durante le indagini in oggetto sono riportate nella seguente tabella, mentre il rapporto di prova viene riportato negli allegati tecnici

ID SONDAGGIO	ID PROVA	Profondità iniziale della tasca di prova (m dal p.c.)	Profondità finale della tasca di prova (m dal p.c.)	Litologia
S03P	1	8,70	9,00	Ghiaia con sabbia
S03P	2	12,70	13,00	Sabbia fine
S03P	3	16,70	17,00	Ghiaia con sabbia e limo
S04	1	5,70	6,00	Ghiaia con sabbia
S04	2	11,70	12,00	Sabbia grossolana
S04	3	17,70	18,00	Sabbia limosa

Tabella 5 – Riepilogativa delle prove Lefranc

1.5. Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH)

Per definire le caratteristiche litologiche e geotecniche del terreno sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche dinamiche continue, standardizzate nelle "Raccomandazioni ISSMFE per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa" (1988), nonché dalle "Raccomandazioni AGI per l'esecuzione delle indagini geotecniche" (1977), sono state eseguite con un penetrometro dinamico superpesante PAGANI TG63-200 kN, cingolato



Figura 2b – Penetrometro Pagani utilizzato per le prove penetrometriche dinamiche.

Tale prova permette di ottenere la stratigrafia del terreno e la correlazione tra N_{spt} e i parametri geotecnici dei terreni attraversati dalla verticale d'indagine.

Le modalità di esecuzione hanno rispettato lo standard tipo Meardi - Agi (DPSH – Dynamic Probing Super Heavy) con massa del maglio a sganciamento automatico da 73 kg ed altezza di caduta di 0,75 m, infiggendo tramite aste da 34 mm una punta da 2" con angolo di conicità di 60°.

Nella seguente tabella sono indicati i dettagli delle prove penetrometriche eseguite:

ID INDAGINE	PROFONDITA' (m)	COORDINATA E	COORDINATA N
DPSH-1	17.40 m	503094.32 m E	5058738.74 m N
DPSH-2	17.80 m	503095.65 m E	5058757.45 m N
DPSH-3	17.80 m	503140.16 m E	5058785.84 m N

Tabella 5 - Ubicazione delle prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

Le elaborazioni si basano sulle note correlazioni empiriche tra Ndpsh - Nspt - Profondità e forniscono una ricostruzione litostratigrafica non univoca, ma derivante dalle informazioni acquisite dall'operatore in cantiere, ritenuta quindi la più verosimile. I parametri geotecnici vengono forniti per i diversi autori, lasciando al committente la scelta di quelli ritenuti idonei. La sintesi fornita è puramente indicativa, la committenza ne valuterà la bontà e la necessità di utilizzarla. In base a quanto precedentemente esposto si riportano i risultati ottenuti della prova con i valori di NDPSH e di NSPT e dei parametri geotecnici correlati ad ogni strato negli allegati tecnici.

1.6. Condizionamento dei fori di sondaggio con piezometro a tubo aperto

Il foro di sondaggio indicato con sigla S03P è stato condizionato con tubazione piezometrica a tubo aperto. Anche per questa fase di lavorazione la modalità esecutiva dell'installazione della tubazione è stata condotta in conformità con le raccomandazioni AGI (1977) "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", seguendo le fasi di seguito riportate:

- ✓ Rivestimento in corso d'opera del sondaggio con tubazione da 127 mm.
- ✓ Installazione della tubazione piezometrica fino a fondo foro.
- ✓ Riempimento graduale dell'intercapedine tra tubazione piezometrica e tubazione di rivestimento per tutta la lunghezza del tratto drenante ad opera di ghiaietto siliceo calibrato e rimozione graduale della tubazione di rivestimento.

Infine, a protezione del boccaforo è stato allestito un chiusino rialzato.



Figura 3 – Chiusino.

2. ALLEGATI TECNICI E RISULTATI SPERIMENTALI

2.1. CERTIFICATI SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE PENETROMETRICHE STANDARD (S.P.T.)

SONDAGGIO S03P



Committente: Ferrovie Nord	Sondaggio: BRAGHE_S3_P
Riferimento: Veronica La Rotonda	Data: 08/03/2023
Coordinate: 45. 682209 N 9.039774 E	Quota: 264 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1:150				STRATIGRAFIA				Pagina 1/1			
metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A	Campioni	Standard Penetration Test			DATI TECNICI	
							m	S.P.T.	N		
1				Terreno di riporto sabbioso fine con limo marrone scuro da mediamente addensato ad addensato							
2		2,0	2,0				2,0	3-6-7	13		
3				Ghiaia con sabbia beige chiara con clasti da subangolari a ben arrotondati da centimetrici a decimetrici di probabile origine fluviale e tracce di alterazione							
4						1) Ind < 4,00 4,60	4,0	5-7-8	15		
5											
6							6,0	6-5-6	11		
7		7,0	5,0								
8				Sabbia grossolana ben classata con sparsi clasti ben arrotondati decimetrici (Probabile presenza di falda sospesa)							
9							9,0	6-6-5	11		
10						2) Ind < 10,00 10,60					
11		11,5	4,5				11,0	9-8-5	13		
12				Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi debolmente limoso con intervalli sabbioso fini biancastri con clasti decimetrici calcarei alterati							
13							13,0	38-40-43	83		
14						3) Ind < 14,00 14,60					
15							15,0	28-24-21	45		
16											
17		17,0	5,5				17,0	25-28-22	50		
18				Sabbia limosa beige chiara mediamente addensata con sparsi clasti da subarrotondati a ben arrotondati			18,0	30-30-48	78		
19											
20		20,0	3,0				19,5	29-31-47	78		

Figura 3 – .Log Sondaggio 3

PROVE SPT 1-10 Sondaggio S03P

ID SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	Nr. COLPI	Nspt	TIPO DI PUNTA	Litologia
S03P	2.00 m	3-6-7	13	Punta Conica	Terreno sabbioso fine con limo marrone
	4.00 m	5-7-8	15	Punta Conica	Ghiaia con sabbia
	6.00 m	6-5-6	11	Punta Conica	Ghiaia con sabbia
	9.00 m	6-6-5	11	Punta Conica	Sabbia grossolana ben classata
	11.00 m	9-8-5	13	Punta Conica	Altern. Liv. ghiaiosi sabbiosi deb. Limoso
	13.00 m	38-40-43	83	Punta Conica	Altern. Liv. ghiaiosi sabbiosi deb. Limoso
	15.00 m	28-24-21	45	Punta Conica	Altern. Liv. ghiaiosi sabbiosi deb. Limoso
	17.00 m	25-28-22	50	Punta Conica	Altern. Liv. ghiaiosi sabbiosi deb. Limoso
	18.00 m	30-30-48	78	Punta Conica	Sabbia limosa
	19.50 m	29-31-47	78	Punta Conica	Sabbia limosa

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze & Menzenbach (1961)
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	86.42
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	70.38
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	53.88
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	48.96
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	49.41
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	100

[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	80.72
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	81.65
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	98.31
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	96.18

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	De Mello
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	28.96	40.54
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	30	40.23
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	27.85	36.14
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	27.85	34.47
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	28.96	34.23
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	50.28	48.78
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	40.98	41.64
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	42.39	40.86
[9] - Sabbia	78	18.45	78	49.21	43.42

limosa					
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	49.21	42.23

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schmertmann (1978) (Sabbie)
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	104.00
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	120.00
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	88.00
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	88.00
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	104.00
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	664.00
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	360.00
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	400.00
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	624.00
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	624.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Farrent 1963
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	92.30
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	106.50
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	78.10
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	78.10

[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	92.30
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	589.30
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	319.50
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	355.00
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	553.80
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	553.80

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	Terzaghi-Peck 1948	1.51
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	Terzaghi-Peck 1948	1.54
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	Terzaghi-Peck 1948	1.49
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	Terzaghi-Peck 1948	1.49
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	Terzaghi-Peck 1948	1.51
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	Terzaghi-Peck 1948	1.97
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	Terzaghi-Peck 1948	1.82
[8] - Alternanza	50	17.45	50	Terzaghi-Peck	1.85

di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso				1948	
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	Terzaghi-Peck 1948	1.96
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	Terzaghi-Peck 1948	1.96

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	Terzaghi-Peck 1948	1.94
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	Terzaghi-Peck 1948	1.96
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	Terzaghi-Peck 1948	1.93
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	Terzaghi-Peck 1948	1.93
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	Terzaghi-Peck 1948	1.94
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	Terzaghi-Peck 1948	2.22
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	Terzaghi-Peck 1948	2.13
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	Terzaghi-Peck 1948	2.15
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	Terzaghi-Peck 1948	2.22
[10] - Sabbia	78	19.95	78	Terzaghi-Peck	2.22

limosa				1948	
--------	--	--	--	------	--

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	(A.G.I.)	0.33
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	(A.G.I.)	0.32
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	(A.G.I.)	0.33
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	(A.G.I.)	0.33
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	(A.G.I.)	0.33
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	(A.G.I.)	0.18
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	(A.G.I.)	0.26
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	(A.G.I.)	0.25
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	(A.G.I.)	0.19
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	(A.G.I.)	0.19

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	724.47
[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	828.78
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	619.19
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	619.19
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	724.47
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	4138.54
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	2327.73
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	2570.07
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	3903.75
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	3903.75

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno sabbioso fine con limo marrone	13	2.45	13	Ohta & Goto (1978) Limi	110.88

[2] - Ghiaia con sabbia	15	4.45	15	Ohta & Goto (1978) Limi	138.8
[3] - Ghiaia con sabbia	11	6.45	11	Ohta & Goto (1978) Limi	143.68
[4] - Sabbia grossolana ben classata	11	9.45	11	Ohta & Goto (1978) Limi	154.54
[5] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	13	11.45	13	Ohta & Goto (1978) Limi	167.7
[6] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	83	13.45	83	Ohta & Goto (1978) Limi	239.05
[7] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	45	15.45	45	Ohta & Goto (1978) Limi	221.3
[8] - Alternanza di livelli ghiaiosi sabbiosi deb.limoso	50	17.45	50	Ohta & Goto (1978) Limi	231.08
[9] - Sabbia limosa	78	18.45	78	Ohta & Goto (1978) Limi	253.8
[10] - Sabbia limosa	78	19.95	78	Ohta & Goto (1978) Limi	257.12

Cassette catalogatrici



Figura 4 - Cassetta n° 1 – profondità da 0,00 m a 5,00 m



Figura 4.1 - Cassetta n° 2 – profondità da 5,00 m a 10,00 m



Figura 4.2 - Cassette n° 3 – profondità da 10,00 m a 15,00 m



Figura 4.3 - Cassette n° 4 – profondità da 15,00 m a 20,00 m



Figura 5 – Ubicazione sondaggio S3_P

SONDAGGIO S04

Committente: Ferrovie Nord	Sondaggio: BRAGHE_S4
Riferimento: Veronica La Rotonda	Data: 09/03/2023
Coordinate: 45.682638 N 9.040374 E	Quota: 264 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1:150

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1


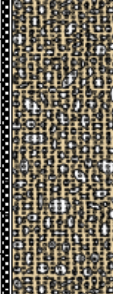
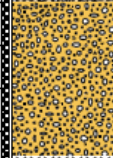


metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A	Campioni	Standard Penetration Test			DATI TECNICI		
							m	S.P.T.	N			
1		3.0	3.0	Terreno di riporto sabbioso fine con limo marrone scuro da mediamente addensato ad addensato			2.0	2-4-5	9			
2												
3												
4		10.0	7.0	Ghiaia con sabbia beige chiara con clasti da subangolari a ben arrotondati da centimetrici a decimetrici di probabile origine fluviale e tracce di alterazione		1) Ind < 5.00 5.50	4.0	4-4-7	11			
5												
6							6.0	4-6-37	43			
7												
8							8.0	13-18-16	34			
9												
10							10.0	8-7-8	15			
11				Sabbia grossolana mediamente classata con sparsi clasti da arrotondati a ben arrotondati (Probabile presenza di falda sospesa)		2) Ind < 11.00 11.50						
12							12.0	5-7-9	16			
13												
14		13.6	3.6	Livello di alterazione biancastro con presenza di rocce intrusive			14.0	21-16-20	36			
15		14.0	0.4									
16				Sabbia limosa beige chiara mediamente addensata con sparsi clasti da subarrotondati a ben arrotondati. Negli ultimi due metri maggiore percentuale di matrice		3) Ind < 15.00 15.50	16.0	12-16-39	55			
17												
18							18.0	14-31-27	58			
19												
20							19.5	28-24-23	47			

Figura 6 – Ubicazione sondaggio S04

PROVE SPT 1-10 Sondaggio S04

ID SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	Nr. COLPI	Nspt	TIPO DI PUNTA	Litologia
S04	2.00 m	2-4-5	9	Punta Conica	Terreno sabbioso fine con limo marrone
	4.00 m	4-4-7	11	Punta Conica	Ghiaia con sabbia
	6.00 m	4-6-37	43	Punta Conica	Ghiaia con sabbia
	8.00 m	13-18-16	34	Punta Conica	Ghiaia con sabbia
	10.00 m	8-7-8	15	Punta Conica	Sabbia grossolana
	12.00 m	5-7-9	16	Punta Conica	Sabbia grossolana
	14.00 m	21-16-20	36	Punta Conica	Sabbia limosa
	16.00 m	12-16-39	55	Punta Conica	Sabbia limosa
	18.00 m	14-31-27	58	Punta Conica	Sabbia limosa
	19.50 m	28-24-23	47	Punta Conica	Sabbia limosa

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze & Menzenbach (1961)
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	73.8
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	61.76
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	100
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	84.13
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	53.29
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	52.32
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	73.74
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	86.67
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	85.74
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	75.42

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATI ON)	De Mello
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	26.62	37.39
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	27.85	37.68
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	40.4	48.08
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	37.58	44.36
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	30	35.68
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	30.49	34.8
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	38.24	40.33
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	43.72	42.34
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	44.5	41.08
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	41.55	37.75

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schmertmann (1978) (Sabbie)
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	72.00
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	88.00
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	344.00
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	272.00
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	120.00
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	128.00
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	288.00
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	440.00
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	464.00
[10] - Sabbia	47	19.95	47	376.00

limosa				
--------	--	--	--	--

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Farrent 1963
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	63.90
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	78.10
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	305.30
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	241.40
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	106.50
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	113.60
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	255.60
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	390.50
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	411.80
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	333.70

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[8] - Sabbia	55	16.45	55	Classificazione	MOLTO

limosa				A.G.I	ADDENSATO
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	Terzaghi-Peck 1948	1.46
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	Terzaghi-Peck 1948	1.49
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	Terzaghi-Peck 1948	1.81
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	Terzaghi-Peck 1948	1.73
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	Terzaghi-Peck 1948	1.54
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	Terzaghi-Peck 1948	1.55
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	Terzaghi-Peck 1948	1.75
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	Terzaghi-Peck 1948	1.90
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	Terzaghi-Peck 1948	1.83

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	Terzaghi-Peck 1948	1.91
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	Terzaghi-Peck 1948	1.93
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	Terzaghi-Peck 1948	2.12
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	Terzaghi-Peck 1948	2.08
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	Terzaghi-Peck 1948	1.96

[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	Terzaghi-Peck 1948	1.97
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	Terzaghi-Peck 1948	2.09
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	Terzaghi-Peck 1948	2.17
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	Terzaghi-Peck 1948	2.18
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	Terzaghi-Peck 1948	2.14

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	(A.G.I.)	0.34
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	(A.G.I.)	0.33
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	(A.G.I.)	0.27
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	(A.G.I.)	0.29
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	(A.G.I.)	0.32
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	(A.G.I.)	0.32
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	(A.G.I.)	0.28
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	(A.G.I.)	0.24
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	(A.G.I.)	0.24
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	(A.G.I.)	0.26

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	512.74
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	619.19

[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	2230.35
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	1788.56
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	828.78
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	880.62
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	1887.29
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	2810.96
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	2954.85
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	2424.85

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno di riporto sabbioso fine con limo	9	2.45	9	Ohta & Goto (1978) Limi	104.04
[2] - Ghiaia con sabbia	11	4.45	11	Ohta & Goto (1978) Limi	131.55
[3] - Ghiaia con sabbia	43	6.45	43	Ohta & Goto (1978) Limi	181.9
[4] - Ghiaia con sabbia	34	8.45	34	Ohta & Goto (1978) Limi	185.52
[5] - Sabbia grossolana	15	10.45	15	Ohta & Goto (1978) Limi	168.59
[6] - Sabbia grossolana	16	12.45	16	Ohta & Goto (1978) Limi	176.92
[7] - Sabbia limosa	36	14.45	36	Ohta & Goto (1978) Limi	209.99
[8] - Sabbia limosa	55	16.45	55	Ohta & Goto (1978) Limi	232.1
[9] - Sabbia limosa	58	18.45	58	Ohta & Goto (1978) Limi	239.81
[10] - Sabbia limosa	47	19.95	47	Ohta & Goto (1978) Limi	235.54

Cassette catalogatrici



Figura 7 - Cassetta n° 1 – profondità da 0,00 m a 5,00 m



Figura 7.1 - Cassetta n° 2 – profondità da 5,00 m a 10,00 m



Figura 7.2 - Cassetta n° 3 – profondità da 10,00 m a 15,00 m



Figura 7.3 - Cassetta n° 4 – profondità da 15,00 m a 20,00 m



Figura 8 – Ubicazione sondaggio S4

2.2. ELABORATO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

2.3. ELABORATO PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE



Figura 8.1 – Foto di campo Prova Lefranc

 **gia** CONSULTING
geologia - ingegneria - ambiente

Committente: FERROVIE NORD	
Riferimento: NORD ING	Prova: L1-7 m
Località: LOMAZZO (CO)	Data: 08/03/2023
Sondaggio: BRAGHE S3 P	Orario prova: 9:40

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO

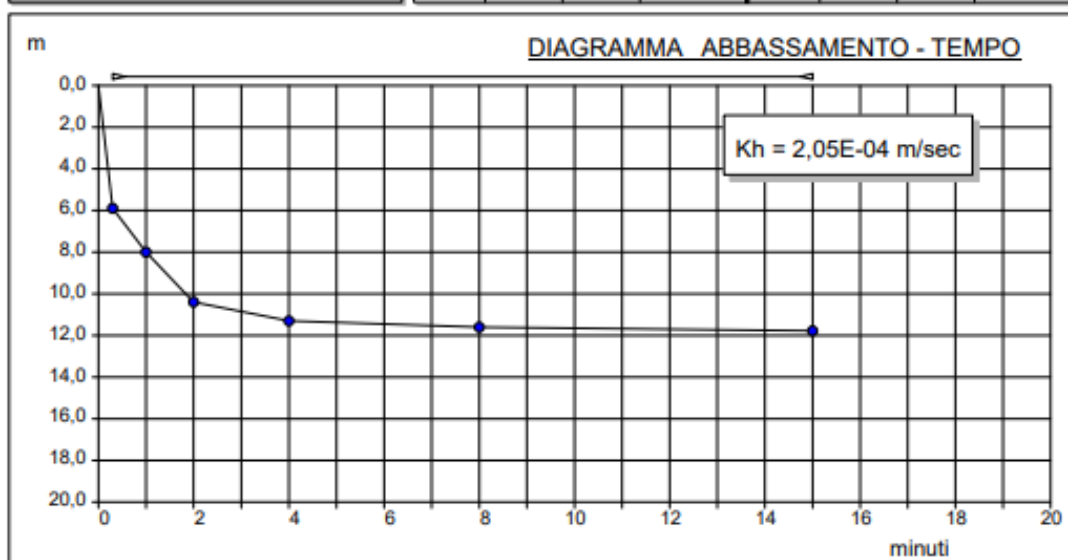
Kh = 3,65E-05 m/sec

minuti	m
0	0.8
3	1.6
4	2.0
5	2.8
9	4.8
15	5.6
21	5.8
27	6.0
33	6.2
45	6.6
60	7.0

Sistema di gestione a norma
UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n°2575QM
UNI EN ISO 14001:2015
Cert. n°2575EM

 **gia** CONSULTING
geologia - ingegneria - ambiente

Committente: FERROVIE NORD	
Riferimento: NORD ING	Prova: L2-12 m
Località: LOMAZZO (CO)	Data: 08/03/2023
Sondaggio: BRAGHE S3 P	Orario prova: 11:50

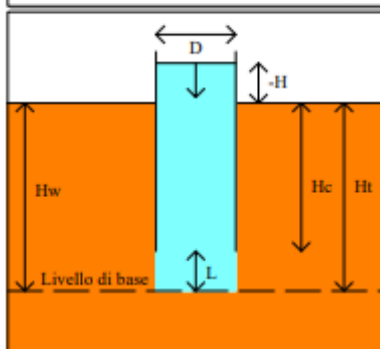
[illegible]

- Prova Lefranc S03L-3 – Profondità 17.00 metri.

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Committente: FERROVIE NORD	
Riferimento: NORD ING	Prova: L3-17 m
Località: LOMAZZO (CO)	Data: 08/03/2023
Sondaggio: BRAGHE S3 P	Orario prova: 14:30

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	17,00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,50
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,152
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	16,50
Profondità del foro [Ht] (m)	17,00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	0,50
Coefficiente di forma	0,50



T min	H m	dH m	k m/sec	T min	H m	dH m	k m/sec
0,0	17,50	0,00					
0,3	16,70	0,80	9,43E-05				
1,0	16,20	1,30	2,63E-05				
2,0	15,25	2,25	3,66E-05				
4,0	13,55	3,95	3,57E-05				
8,0	11,05	6,45	3,08E-05				
15,0	8,50	9,00	2,27E-05				
20,0	7,05	10,45	2,26E-05				
25,0	5,70	11,80	2,57E-05				
30,0	4,75	12,75	2,21E-05				
45,0	2,85	14,65	2,06E-05				
60,0	2,15	15,35	1,14E-05				

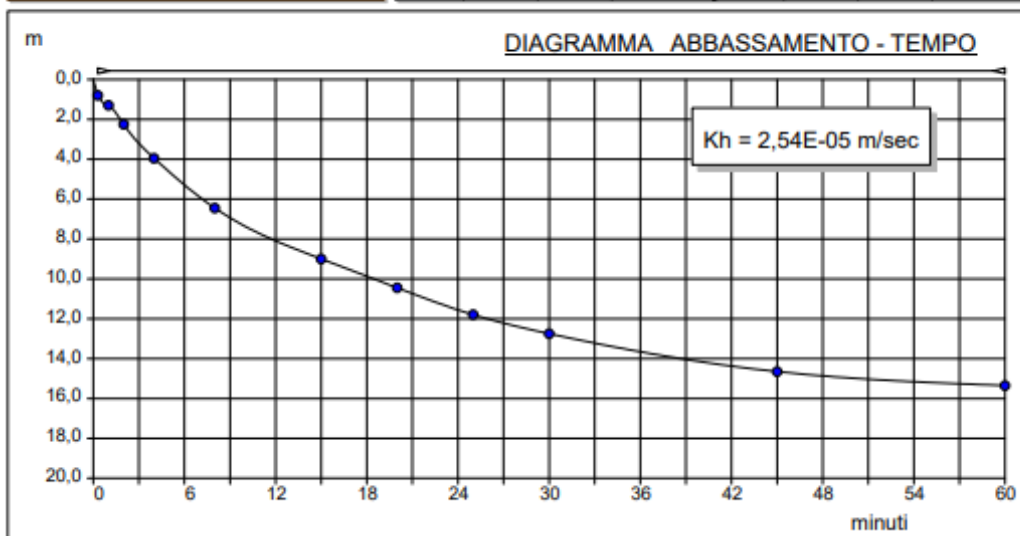


Figura 9.2– Elaborazione Lefranc L3

 **gia** CONSULTING
geologia - ingegneria - ambiente

Committente: FERROVIE NORD	
Riferimento: NORD ING	Prova: L1- 6 m
Località: LOMAZZO (CO)	Data: 09/03/2023
Sondaggio: BRAGHE S4	Orario prova: 9:15

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO

Il diagramma mostra la relazione tra l'abbassamento (m) e il tempo (minuti). L'asse delle ordinate (m) è invertito, con 0,0 in alto e 8,0 in basso. L'asse delle ascisse (minuti) va da 0 a 20. La curva parte da (0, 0,0) e scende rapidamente, poi si appiattisce, raggiungendo un valore di circa 6,4 m a 15 minuti. Un riquadro in alto a destra indica $K_h = 1,50E-04 \text{ m/sec}$.

minuti	m
0	0,0
0,5	1,6
1,0	2,4
2,0	4,0
4,0	4,8
8,0	5,2
15,0	6,4

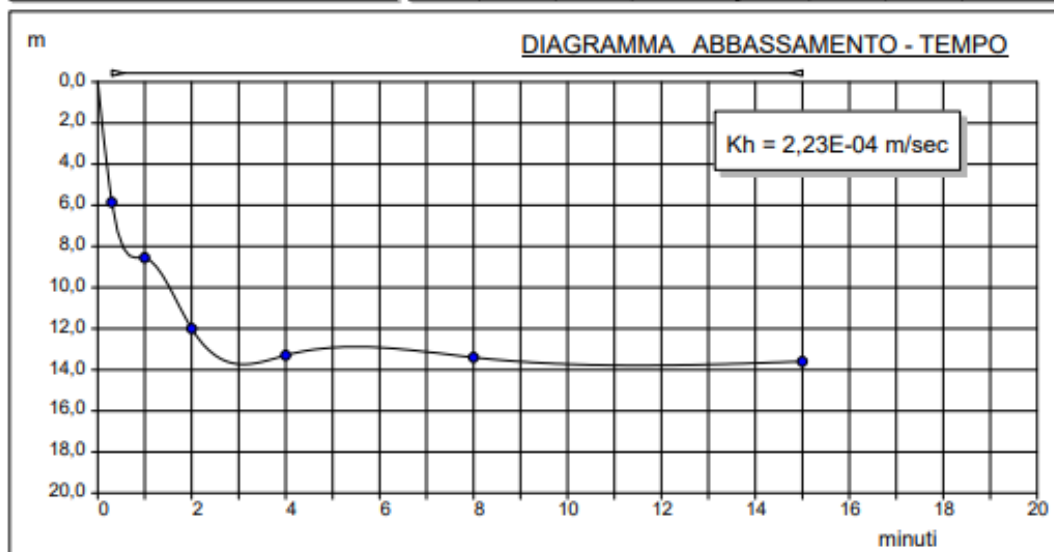
Sistema di gestione a norma
UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n°2575QM
UNI EN ISO 14001:2015
Cert. n°2575EM

 **gia** CONSULTING
geologia - ingegneria - ambiente

Committente: FERROVIE NORD	
Riferimento: NORD ING	Prova: L2- 14 m
Località: LOMAZZO (CO)	Data: 09/03/2023
Sondaggio: BRAGHE S4	Orario prova: 11:40

Prova eseguita in abbassamento							
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	14,00						
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,50						
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,152						
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	13,50						
Profondità del foro [Ht] (m)	14,00						
Spessore del tratto di prova [L] (m)	0,50						
Coefficiente di forma	0,50						

Diagramma schematico della prova di abbassamento. Il pozzo ha un diametro D e una profondità H_c . Il livello dell'acqua è a H_w dal fondo. La profondità totale del foro è H_t . Lo spessore del tratto di prova è L . Il coefficiente di forma è $0,50$.



Sistema di gestione a norma
UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n°2575QM
UNI EN ISO 14001:2015
Cert. n°2575EM

 **gia** CONSULTING
geologia - ingegneria - ambiente

Committente: FERROVIE NORD	
Riferimento: NORD ING	Prova: L3-18 m
Località: LOMAZZO (CO)	Data: 09/03/2023
Sondaggio: BRAGHE S4	Orario prova: 14:15

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO

$K_h = 4,59E-05 \text{ m/sec}$

minuti	m
0	3.5
1	5.5
2	8.5
4	11.5
8	13.5
12	14.0
18	14.0
24	14.0
30	14.0
42	14.0
60	14.0

Sistema di gestione a norma
UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n°2575QM
UNI EN ISO 14001:2015
Cert. n°2575EM

2.4. ELABORATO PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DPSH)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: FERROVIE NORD
Descrizione: VIA BRAGHE
Località: LOMAZZO (CO)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA DPSH 1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 15-03-2023

Profondità prova 17.40 mt

Falda non rilevata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: FERROVIE NORD
Descrizione: VIA BRAGHE
Località: LOMAZZO (CO)

Scala 1:79

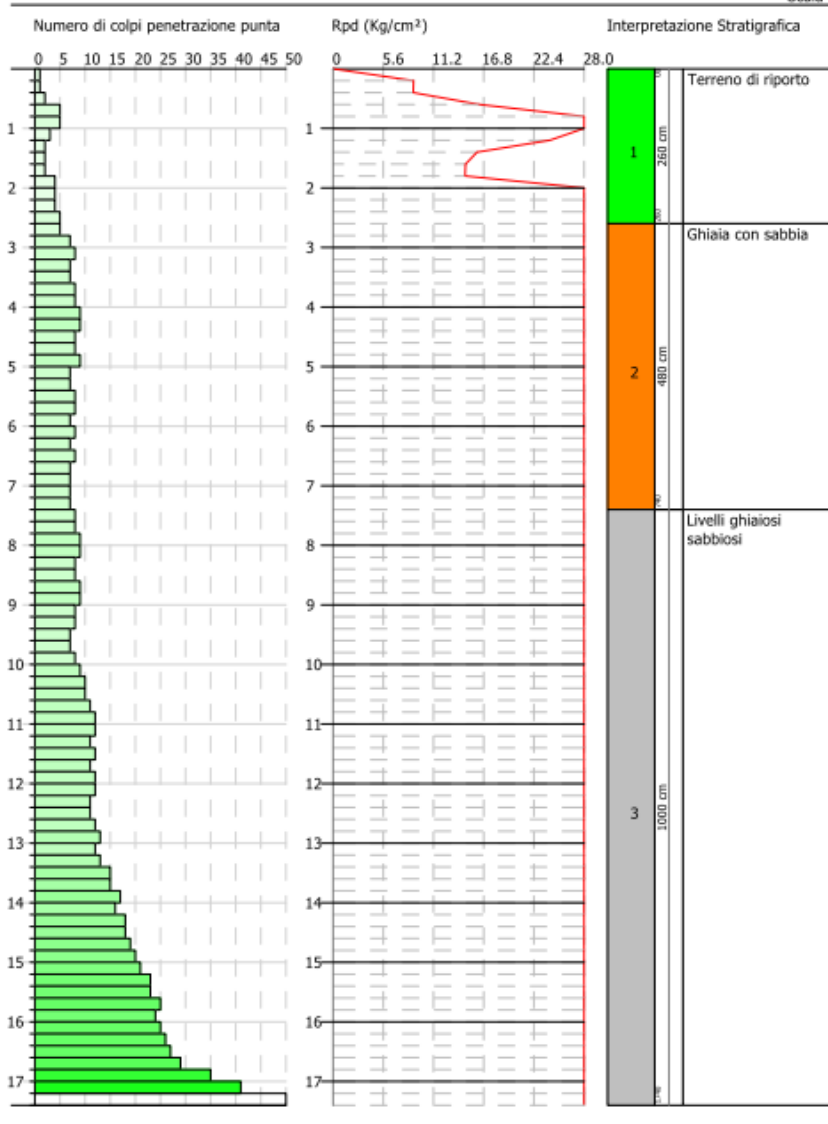


Figura 10 – Log DPSH1



Figura 11 – Postazione DPSH1

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	2	0.847	16.34	19.29	1.63	1.93
0.80	5	0.843	40.66	48.22	4.07	4.82
1.00	5	0.840	40.49	48.22	4.05	4.82
1.20	3	0.836	24.19	28.93	2.42	2.89
1.40	2	0.833	16.06	19.29	1.61	1.93
1.60	2	0.830	14.78	17.82	1.48	1.78
1.80	2	0.826	14.73	17.82	1.47	1.78
2.00	4	0.823	29.34	35.64	2.93	3.56
2.20	4	0.820	29.23	35.64	2.92	3.56
2.40	4	0.817	29.13	35.64	2.91	3.56
2.60	5	0.814	33.72	41.41	3.37	4.14
2.80	5	0.811	33.60	41.41	3.36	4.14
3.00	7	0.809	46.88	57.97	4.69	5.80
3.20	8	0.806	53.40	66.25	5.34	6.63
3.40	7	0.803	46.57	57.97	4.66	5.80
3.60	7	0.801	43.37	54.15	4.34	5.41
3.80	8	0.798	49.41	61.88	4.94	6.19
4.00	8	0.796	49.26	61.88	4.93	6.19
4.20	9	0.794	55.26	69.62	5.53	6.96
4.40	9	0.791	55.10	69.62	5.51	6.96
4.60	8	0.789	45.82	58.06	4.58	5.81
4.80	8	0.787	45.70	58.06	4.57	5.81
5.00	9	0.785	51.27	65.31	5.13	6.53
5.20	7	0.783	39.78	50.80	3.98	5.08
5.40	7	0.781	39.68	50.80	3.97	5.08
5.60	8	0.779	42.60	54.67	4.26	5.47
5.80	8	0.777	42.50	54.67	4.25	5.47
6.00	7	0.775	37.10	47.84	3.71	4.78
6.20	8	0.774	42.30	54.67	4.23	5.47
6.40	7	0.772	36.93	47.84	3.69	4.78
6.60	8	0.770	39.80	51.66	3.98	5.17
6.80	7	0.769	34.75	45.20	3.48	4.52
7.00	7	0.767	34.68	45.20	3.47	4.52
7.20	7	0.766	34.61	45.20	3.46	4.52
7.40	7	0.764	34.54	45.20	3.45	4.52
7.60	8	0.763	37.35	48.97	3.73	4.90
7.80	8	0.761	37.28	48.97	3.73	4.90

8.00	9	0.760	41.86	55.09	4.19	5.51
8.20	9	0.759	41.79	55.09	4.18	5.51
8.40	8	0.757	37.08	48.97	3.71	4.90
8.60	8	0.756	35.18	46.54	3.52	4.65
8.80	9	0.755	39.51	52.36	3.95	5.24
9.00	9	0.753	39.45	52.36	3.94	5.24
9.20	8	0.752	35.01	46.54	3.50	4.65
9.40	8	0.751	34.96	46.54	3.50	4.65
9.60	7	0.750	29.10	38.80	2.91	3.88
9.80	7	0.749	29.05	38.80	2.91	3.88
10.00	8	0.748	33.15	44.34	3.32	4.43
10.20	9	0.747	37.24	49.88	3.72	4.99
10.40	10	0.746	41.32	55.42	4.13	5.54
10.60	10	0.744	39.40	52.92	3.94	5.29
10.80	11	0.743	43.28	58.22	4.33	5.82
11.00	12	0.742	47.14	63.51	4.71	6.35
11.20	12	0.741	47.08	63.51	4.71	6.35
11.40	11	0.740	43.10	58.22	4.31	5.82
11.60	12	0.739	44.92	60.77	4.49	6.08
11.80	11	0.738	41.12	55.70	4.11	5.57
12.00	12	0.737	44.80	60.77	4.48	6.08
12.20	12	0.736	44.74	60.77	4.47	6.08
12.40	11	0.735	40.95	55.70	4.10	5.57
12.60	11	0.734	39.20	53.40	3.92	5.34
12.80	12	0.733	42.71	58.25	4.27	5.83
13.00	13	0.682	43.04	63.11	4.30	6.31
13.20	12	0.731	42.59	58.25	4.26	5.83
13.40	13	0.680	42.91	63.11	4.29	6.31
13.60	15	0.679	47.47	69.92	4.75	6.99
13.80	15	0.678	47.40	69.92	4.74	6.99
14.00	17	0.677	53.63	79.24	5.36	7.92
14.20	16	0.676	50.40	74.58	5.04	7.46
14.40	18	0.675	56.60	83.90	5.66	8.39
14.60	18	0.673	54.35	80.70	5.43	8.07
14.80	19	0.672	57.27	85.18	5.73	8.52
15.00	20	0.671	60.18	89.66	6.02	8.97
15.20	21	0.620	58.37	94.15	5.84	9.41
15.40	23	0.619	63.80	103.11	6.38	10.31
15.60	23	0.617	61.32	99.32	6.13	9.93
15.80	25	0.616	66.52	107.95	6.65	10.80
16.00	24	0.615	63.72	103.64	6.37	10.36
16.20	25	0.614	66.23	107.95	6.62	10.80
16.40	26	0.612	68.73	112.27	6.87	11.23
16.60	27	0.611	68.68	112.45	6.87	11.25
16.80	29	0.609	73.59	120.78	7.36	12.08
17.00	35	0.558	81.31	145.77	8.13	14.58
17.20	41	0.506	86.45	170.76	8.65	17.08

17.40	60	0.505	126.12	249.89	12.61	24.99
-------	----	-------	--------	--------	-------	-------

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.6	3.08	28.38	Incoerente - coesivo	0	1.73	1.87	0.22	1.47	4.53	Terreno di riporto
7.4	7.54	54.83	Incoerente - coesivo	0	2.0	2.2	0.93	1.47	11.08	Ghiaia con sabbia
17.4	15.94	75.52	Incoerente - coesivo	0	2.11	2.18	2.46	1.47	23.43	Livelli ghiaiosi sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze & Menzenbach (1961)
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	52.09
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	55.08
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	61.02

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATI ON)	De Mello
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	23.24	31.33
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	27.89	36.46
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	33.75	37.17

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schmertmann (1978) (Sabbie)
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	36.24
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	88.64
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	187.44

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Farrent 1963
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	32.16
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	78.67
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	166.35

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	Terzaghi-Peck 1948	1.41
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	Terzaghi-Peck 1948	1.49
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	Terzaghi-Peck 1948	1.63

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	Terzaghi-Peck 1948	1.93
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	Terzaghi-Peck 1948	2.02

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	(A.G.I.)	0.34
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	(A.G.I.)	0.33

[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	(A.G.I.)	0.31
---------------------------------------	-------	-------	-------	----------	------

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	268.93
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	623.42
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	1260.37

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno di riporto	4.53	2.60	4.53	Ohta & Goto (1978) Limi	93.46
[2] - Ghiaia con sabbia	11.08	7.40	11.08	Ohta & Goto (1978) Limi	141.49
[3] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	23.43	17.40	23.43	Ohta & Goto (1978) Limi	191.92

PROVA DPSH 2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 15-03-2023

Profondità prova 17.80 mt

Falda non rilevata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: FERROVIE NORD
Descrizione: VIA BRAGHE
Località: LOMAZZO (CO)

Scala 1:81

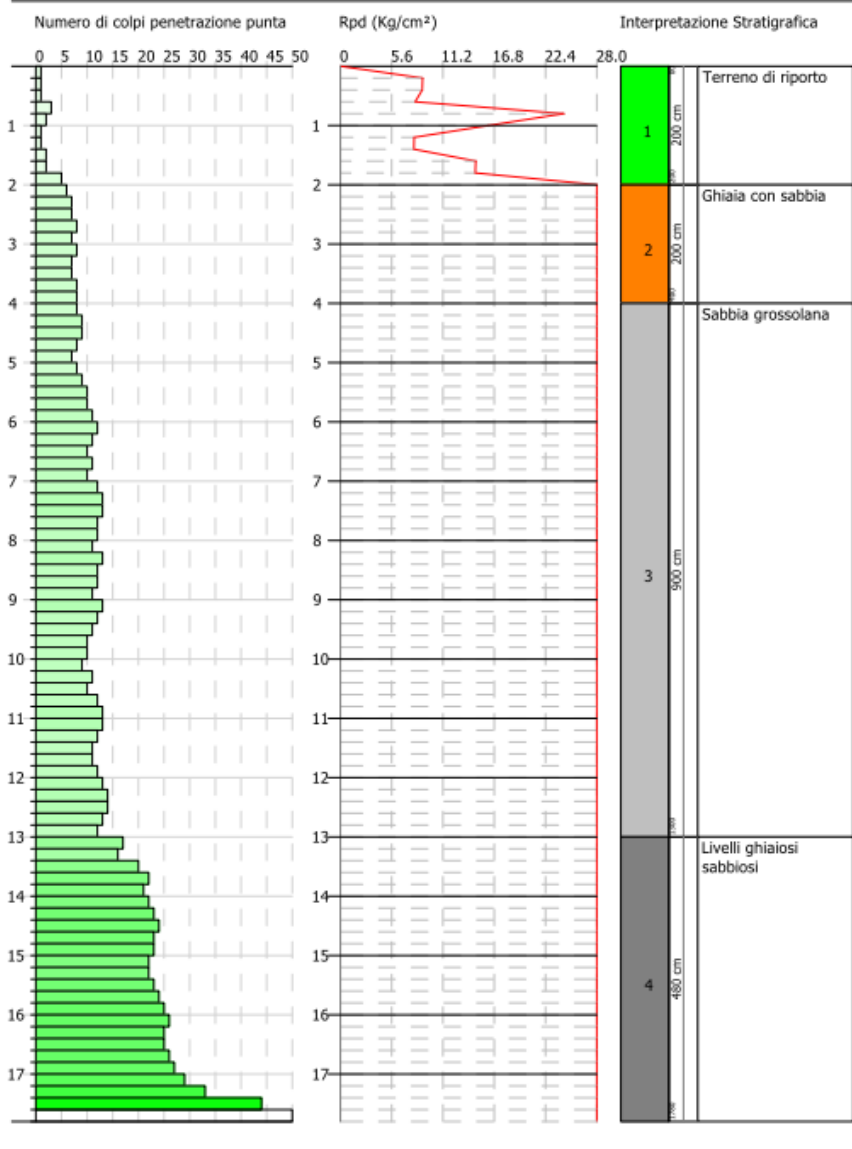


Figura 12 – Log DPSH2



Figura 13 – Postazione DPSH2

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.82	0.96
0.80	3	0.843	24.40	28.93	2.44	2.89
1.00	2	0.840	16.20	19.29	1.62	1.93
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.80	0.96
1.60	2	0.830	14.78	17.82	1.48	1.78
1.80	2	0.826	14.73	17.82	1.47	1.78
2.00	5	0.823	36.68	44.55	3.67	4.46
2.20	6	0.820	43.85	53.47	4.38	5.35
2.40	7	0.817	50.97	62.38	5.10	6.24
2.60	7	0.814	47.20	57.97	4.72	5.80
2.80	8	0.811	53.76	66.25	5.38	6.63
3.00	7	0.809	46.88	57.97	4.69	5.80
3.20	8	0.806	53.40	66.25	5.34	6.63
3.40	7	0.803	46.57	57.97	4.66	5.80
3.60	7	0.801	43.37	54.15	4.34	5.41
3.80	8	0.798	49.41	61.88	4.94	6.19
4.00	8	0.796	49.26	61.88	4.93	6.19
4.20	8	0.794	49.12	61.88	4.91	6.19
4.40	9	0.791	55.10	69.62	5.51	6.96
4.60	9	0.789	51.55	65.31	5.15	6.53
4.80	8	0.787	45.70	58.06	4.57	5.81
5.00	7	0.785	39.88	50.80	3.99	5.08
5.20	8	0.783	45.46	58.06	4.55	5.81
5.40	9	0.781	51.01	65.31	5.10	6.53
5.60	10	0.779	53.25	68.34	5.32	6.83
5.80	10	0.777	53.12	68.34	5.31	6.83
6.00	11	0.775	58.30	75.18	5.83	7.52
6.20	12	0.774	63.45	82.01	6.35	8.20
6.40	11	0.772	58.04	75.18	5.80	7.52
6.60	10	0.770	49.75	64.58	4.97	6.46
6.80	11	0.769	54.61	71.04	5.46	7.10
7.00	10	0.767	49.54	64.58	4.95	6.46
7.20	12	0.766	59.33	77.49	5.93	7.75
7.40	13	0.714	59.95	83.95	6.00	8.40
7.60	13	0.713	56.71	79.57	5.67	7.96
7.80	12	0.761	55.92	73.45	5.59	7.35

8.00	12	0.760	55.82	73.45	5.58	7.35
8.20	11	0.759	51.07	67.33	5.11	6.73
8.40	13	0.707	56.28	79.57	5.63	7.96
8.60	12	0.756	52.77	69.81	5.28	6.98
8.80	12	0.755	52.68	69.81	5.27	6.98
9.00	11	0.753	48.22	63.99	4.82	6.40
9.20	13	0.702	53.11	75.62	5.31	7.56
9.40	12	0.751	52.43	69.81	5.24	6.98
9.60	11	0.750	45.72	60.97	4.57	6.10
9.80	10	0.749	41.50	55.42	4.15	5.54
10.00	10	0.748	41.44	55.42	4.14	5.54
10.20	9	0.747	37.24	49.88	3.72	4.99
10.40	11	0.746	45.45	60.97	4.55	6.10
10.60	10	0.744	39.40	52.92	3.94	5.29
10.80	12	0.743	47.21	63.51	4.72	6.35
11.00	13	0.692	47.63	68.80	4.76	6.88
11.20	13	0.691	47.56	68.80	4.76	6.88
11.40	12	0.740	47.01	63.51	4.70	6.35
11.60	11	0.739	41.18	55.70	4.12	5.57
11.80	11	0.738	41.12	55.70	4.11	5.57
12.00	12	0.737	44.80	60.77	4.48	6.08
12.20	13	0.686	45.17	65.83	4.52	6.58
12.40	14	0.685	48.57	70.89	4.86	7.09
12.60	14	0.684	46.50	67.96	4.65	6.80
12.80	13	0.683	43.11	63.11	4.31	6.31
13.00	12	0.732	42.65	58.25	4.26	5.83
13.20	17	0.681	56.20	82.52	5.62	8.25
13.40	16	0.680	52.82	77.67	5.28	7.77
13.60	20	0.679	63.30	93.23	6.33	9.32
13.80	22	0.628	64.39	102.55	6.44	10.26
14.00	21	0.627	61.36	97.89	6.14	9.79
14.20	22	0.626	64.17	102.55	6.42	10.26
14.40	23	0.625	66.96	107.21	6.70	10.72
14.60	24	0.623	67.08	107.60	6.71	10.76
14.80	23	0.622	64.17	103.11	6.42	10.31
15.00	23	0.621	64.05	103.11	6.40	10.31
15.20	22	0.620	61.14	98.63	6.11	9.86
15.40	22	0.619	61.02	98.63	6.10	9.86
15.60	23	0.617	61.32	99.32	6.13	9.93
15.80	24	0.616	63.86	103.64	6.39	10.36
16.00	25	0.615	66.38	107.95	6.64	10.80
16.20	26	0.614	68.88	112.27	6.89	11.23
16.40	25	0.612	66.08	107.95	6.61	10.80
16.60	25	0.611	63.59	104.12	6.36	10.41
16.80	26	0.609	65.98	108.29	6.60	10.83
17.00	27	0.608	68.35	112.45	6.83	11.25
17.20	29	0.606	73.23	120.78	7.32	12.08

17.40	33	0.555	76.24	137.44	7.62	13.74
17.60	44	0.503	89.04	176.97	8.90	17.70
17.80	60	0.501	121.01	241.32	12.10	24.13

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2	1.9	17.84	Incoerente - coesivo	0	1.62	1.86	0.16	1.47	2.79	Terreno di riporto
4	7.3	60.02	Incoerente - coesivo	0	1.99	2.19	0.52	1.47	10.73	Ghiaia con sabbia
13	11.11	66.23	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	1.66	1.47	16.33	Sabbia grossolana
17.8	25.92	112.8	Incoerente - coesivo	0	2.42	2.5	3.17	1.47	38.1	Livelli ghiaiosi sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze & Menzenbach (1961)
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	45.03
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	63.06
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	56.97
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	72.05

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATI ON)	De Mello
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	21.47	27.34
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	27.69	37.73
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	30.65	37.08
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	38.91	38.71

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schmertmann (1978) (Sabbie)
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	22.32
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	85.84
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	130.64
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	304.80

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Farrent 1963
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	19.81
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	76.18

[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	115.94
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	270.51

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	Terzaghi-Peck 1948	1.38
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	Terzaghi-Peck 1948	1.49
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	Terzaghi-Peck 1948	1.55
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	Terzaghi-Peck 1948	1.77

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	Terzaghi-Peck 1948	1.86
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	Terzaghi-Peck 1948	1.93
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	Terzaghi-Peck 1948	1.97
[4] - Livelli	38.1	17.80	38.1	Terzaghi-Peck	2.10

ghiaiosi sabbiosi				1948	
----------------------	--	--	--	------	--

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	(A.G.I.)	0.35
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	(A.G.I.)	0.33
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	(A.G.I.)	0.32
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	170.52
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	604.89
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	897.68
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	1990.59

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno di riporto	2.79	2.00	2.79	Ohta & Goto (1978) Limi	81.7
[2] - Ghiaia con sabbia	10.73	4.00	10.73	Ohta & Goto (1978) Limi	127.5
[3] - Sabbia grossolana	16.33	13.00	16.33	Ohta & Goto (1978) Limi	167.63
[4] - Livelli ghiaiosi sabbiosi	38.1	17.80	38.1	Ohta & Goto (1978) Limi	217.68

PROVA DPSH 3

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 17-03-2023

Profondità prova 17.80 mt

Falda non rilevata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: FERROVIE NORD
Descrizione: VI BRAGHE
Località: LOMAZZO (CO)

Scala 1:80

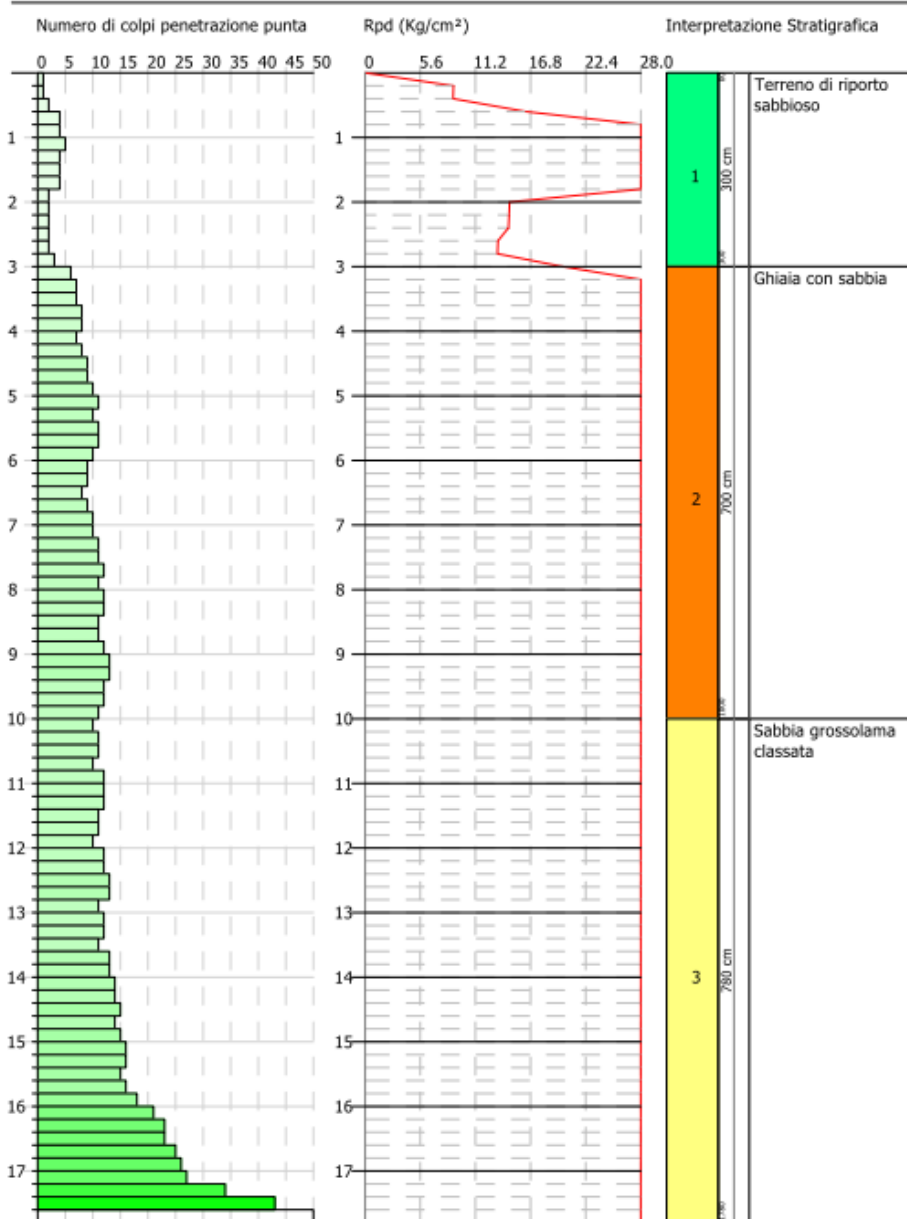


Figura 14 – Log DPSH3



Figura 15 – Postazione DPH3

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	2	0.847	16.34	19.29	1.63	1.93
0.80	4	0.843	32.53	38.57	3.25	3.86
1.00	4	0.840	32.39	38.57	3.24	3.86
1.20	5	0.836	40.32	48.22	4.03	4.82
1.40	4	0.833	32.13	38.57	3.21	3.86
1.60	4	0.830	29.57	35.64	2.96	3.56
1.80	4	0.826	29.45	35.64	2.95	3.56
2.00	2	0.823	14.67	17.82	1.47	1.78
2.20	2	0.820	14.62	17.82	1.46	1.78
2.40	2	0.817	14.56	17.82	1.46	1.78
2.60	2	0.814	13.49	16.56	1.35	1.66
2.80	2	0.811	13.44	16.56	1.34	1.66
3.00	3	0.809	20.09	24.85	2.01	2.48
3.20	6	0.806	40.05	49.69	4.01	4.97
3.40	7	0.803	46.57	57.97	4.66	5.80
3.60	7	0.801	43.37	54.15	4.34	5.41
3.80	8	0.798	49.41	61.88	4.94	6.19
4.00	8	0.796	49.26	61.88	4.93	6.19
4.20	7	0.794	42.98	54.15	4.30	5.41
4.40	8	0.791	48.98	61.88	4.90	6.19
4.60	9	0.789	51.55	65.31	5.15	6.53
4.80	9	0.787	51.41	65.31	5.14	6.53
5.00	10	0.785	56.97	72.57	5.70	7.26
5.20	11	0.783	62.50	79.83	6.25	7.98
5.40	10	0.781	56.68	72.57	5.67	7.26
5.60	11	0.779	58.57	75.18	5.86	7.52
5.80	11	0.777	58.43	75.18	5.84	7.52
6.00	10	0.775	53.00	68.34	5.30	6.83
6.20	9	0.774	47.59	61.51	4.76	6.15
6.40	9	0.772	47.48	61.51	4.75	6.15
6.60	8	0.770	39.80	51.66	3.98	5.17
6.80	9	0.769	44.68	58.12	4.47	5.81
7.00	10	0.767	49.54	64.58	4.95	6.46
7.20	10	0.766	49.44	64.58	4.94	6.46
7.40	11	0.764	54.28	71.04	5.43	7.10
7.60	11	0.763	51.35	67.33	5.14	6.73
7.80	12	0.761	55.92	73.45	5.59	7.35

8.00	11	0.760	51.16	67.33	5.12	6.73
8.20	12	0.759	55.72	73.45	5.57	7.35
8.40	12	0.757	55.62	73.45	5.56	7.35
8.60	11	0.756	48.37	63.99	4.84	6.40
8.80	11	0.755	48.29	63.99	4.83	6.40
9.00	12	0.753	52.60	69.81	5.26	6.98
9.20	13	0.702	53.11	75.62	5.31	7.56
9.40	13	0.701	53.02	75.62	5.30	7.56
9.60	12	0.750	49.88	66.51	4.99	6.65
9.80	12	0.749	49.80	66.51	4.98	6.65
10.00	11	0.748	45.58	60.97	4.56	6.10
10.20	10	0.747	41.38	55.42	4.14	5.54
10.40	11	0.746	45.45	60.97	4.55	6.10
10.60	11	0.744	43.34	58.22	4.33	5.82
10.80	10	0.743	39.34	52.92	3.93	5.29
11.00	12	0.742	47.14	63.51	4.71	6.35
11.20	12	0.741	47.08	63.51	4.71	6.35
11.40	12	0.740	47.01	63.51	4.70	6.35
11.60	11	0.739	41.18	55.70	4.12	5.57
11.80	11	0.738	41.12	55.70	4.11	5.57
12.00	10	0.737	37.33	50.64	3.73	5.06
12.20	12	0.736	44.74	60.77	4.47	6.08
12.40	12	0.735	44.67	60.77	4.47	6.08
12.60	13	0.684	43.17	63.11	4.32	6.31
12.80	13	0.683	43.11	63.11	4.31	6.31
13.00	11	0.732	39.09	53.40	3.91	5.34
13.20	12	0.731	42.59	58.25	4.26	5.83
13.40	12	0.730	42.52	58.25	4.25	5.83
13.60	11	0.729	37.38	51.28	3.74	5.13
13.80	13	0.678	41.08	60.60	4.11	6.06
14.00	13	0.677	41.01	60.60	4.10	6.06
14.20	14	0.676	44.10	65.26	4.41	6.53
14.40	14	0.675	44.02	65.26	4.40	6.53
14.60	15	0.673	45.29	67.25	4.53	6.72
14.80	14	0.672	42.20	62.77	4.22	6.28
15.00	15	0.671	45.13	67.25	4.51	6.72
15.20	16	0.670	48.06	71.73	4.81	7.17
15.40	16	0.669	47.97	71.73	4.80	7.17
15.60	15	0.667	43.23	64.77	4.32	6.48
15.80	16	0.666	46.03	69.09	4.60	6.91
16.00	18	0.665	51.68	77.73	5.17	7.77
16.20	21	0.614	55.64	90.68	5.56	9.07
16.40	23	0.612	60.80	99.32	6.08	9.93
16.60	23	0.611	58.50	95.79	5.85	9.58
16.80	25	0.609	63.44	104.12	6.34	10.41
17.00	26	0.608	65.82	108.29	6.58	10.83
17.20	27	0.606	68.18	112.45	6.82	11.25

17.40	34	0.555	78.55	141.60	7.86	14.16
17.60	43	0.503	87.01	172.95	8.70	17.29
17.80	60	0.501	121.01	241.32	12.10	24.13

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
3	2.8	25.8	Incoerente - coesivo	0	1.71	1.87	0.26	1.47	4.12	Terreno di riporto sabbioso
10	10.03	65.91	Incoerente - coesivo	0	2.06	2.27	1.23	1.47	14.74	Ghiaia con sabbia
17.8	17.1	77.42	Incoerente - coesivo	0	0.0	0.0	1.96	1.47	25.14	Sabbia grossolama classata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze & Menzenbach (1961)
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	48.1
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	58.62
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	67.06

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATI ON)	De Mello
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	22.86	30.39
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	29.87	37.8
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	34.42	39.72

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schmertmann (1978) (Sabbie)
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	32.96
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	117.92
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	201.12

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Farrent 1963
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	29.25
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	104.65
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	178.49

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	Terzaghi-Peck 1948	1.40
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	Terzaghi-Peck 1948	1.54
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	Terzaghi-Peck 1948	1.65

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	Terzaghi-Peck 1948	1.87
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	Terzaghi-Peck 1948	1.96
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	Terzaghi-Peck 1948	2.03

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	(A.G.I.)	0.35
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	(A.G.I.)	0.33
[3] - Sabbia grossolama	25.14	17.80	25.14	(A.G.I.)	0.3

classata					
----------	--	--	--	--	--

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	245.99
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	815.27
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	1346.66

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno di riporto sabbioso	4.12	3.00	4.12	Ohta & Goto (1978) Limi	94.51
[2] - Ghiaia con sabbia	14.74	10.00	14.74	Ohta & Goto (1978) Limi	156.37
[3] - Sabbia grossolama classata	25.14	17.80	25.14	Ohta & Goto (1978) Limi	198.6

2.5 CAMPIONI INDISTURBATI

Le prove di laboratorio sono state effettuate dal laboratorio certificato ILAG s.r.l. con sede presso Via Terracina 169/d, Napoli. Sono stati analizzati 6 campioni indisturbati, rispettivamente:

- n° 3 campioni indisturbati per il sondaggio S3_P;
- n° 3 campioni indisturbati per il sondaggio S4.

Nella Tab. 7 e Tab.7.1 sono elencate le prove previste per i rispettivi campioni indisturbati e le relative litologie:

CAMPIONI Via Braghe					
S3_P	Profondità (m)	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	
		IND. S3_P_C1	IND. S3_P_C2	IND. S3_P_C3	
		4,00-4,60	10,00-10,60	14,00-14,60	
	Litologia	litide con talide	talide grossolana	litide calcinee deb. litose	
	Ubicazione	Lat. 45.682585°		Long. 9.040386°	
Falda	Non rilevata				

S4	Profondità (m)	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	
		IND. S4_C1	IND. S4_C2	IND. S4_C3	
		5,00-5,50	11,00-11,60	15,00-15,60	
	Litologia	litide con talide	talide grossolana	talide litose	
	Ubicazione	Lat. 45.682229°		Long. 9.039773°	
Falda	Non rilevata				

F33						
Apertura Campioni	Descrizione Campioni	Determinazione contenuto naturale di acqua	Massa Volumetrica apparente e reale	Analisi granulometrica	Sedimentazione	Determinazione Limit Attenuang
Tutti	Tutti	Tutti	Tutti	Tutti	Tutti	Tutti
TAGLIO S3_P_C2 S4_C2	S3_P_C3 S4_C3	Prove di compressione triassiale S3_P_C1	S4_C1	CTS S3_P_C1	S4_C2	

Tab.6 – Schema Campioni indisturbati prelevati

Campione	Prof. (m)	Apertura e descrizione	Caratt. fisiche generali	Analisi granul. Sed+stacc	Analisi granul. Stacc	Prova taglio diretto TD
S3_P-C1	4.00:4.60	X	X	-	X	X
S3_P-C2	10.00:10.60	X	-	-	X	-
S3_P-C3	14.00:14.60	X	X	-	X	X
S4-C1	5.00:5.50	X	-	-	X	-
S4-C2	11.00:11.60	X	X	-	X	X
S4-C3	15.00:15.60	X	X	X	-	X

Tab.6.1 – Indagini effettuate sui campioni indisturbati

BIBLIOGRAFIA

- Google Earth Pro per desktop;
- INGV – Carta della pericolosità Sismica;
- Carta geologica d'Italia in scala 1:50'000 n° 096 Seregno;
- Consultazione del Regolamento Urbanistico del comune di Lomazzo (CO);
- NTC 2018 Norme Tecniche per le costruzioni;
- Dall'esame delle cartografie di riferimento del P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI;
- Consultazione del portale geologico nazionale ISPRA al fine di individuare indagini pregresse eseguite in zone limitrofe;
- Progetto IFFI – Inventario dei fenomeni franosi in Italia.

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Accettazione n°	650
prova n:	3792/01
cod. prova	Des2703

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P** Campione: **C1** Profondità (m): **4.00:4.60**

APERTURA E DESCRIZIONE DEL CAMPIONE (A.S.T.M. D2488-09a)

Data ricevimento: 14/03/2023 Dimensioni del campione:
 Data di apertura: 05/04/2023 diametro: 85 mm
 Stato del campione: Indisturbato lunghezza: 510 mm

Descrizione del campione	<i>Campione a struttura caotica, costituito da una matrice sabbio-limosa di colore ocraceo, in cui sono presenti inclusi lapidei eterometrici (diametro massimo pari a 3.5 cm) ed eterogenei, anche di natura antropica, a spigoli da tondi a vivi. Poco addensato, molto umido.</i>			
Colore:	ocraceo			
Plasticità:	<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Mediam. plastico	<input type="checkbox"/> Molto plastico
Addensamento: (terreni granulari)	<input type="checkbox"/> Sciolto	<input checked="" type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Mediam. addensato	<input type="checkbox"/> Addensato
Consistenza: (terreni coesivi)	<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Mediam. consistente	<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Molto consistente
Grado di umidità:	<input type="checkbox"/> Asciutto	<input type="checkbox"/> Poco umido	<input type="checkbox"/> Umido	<input checked="" type="checkbox"/> Molto umido <input type="checkbox"/> Saturo
Alterazione:	<input checked="" type="checkbox"/> Assente	<input type="checkbox"/> Debole	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Elevata
Reazione con HCl	<input type="checkbox"/> Nulla	<input type="checkbox"/> Debole	<input type="checkbox"/> Moderata	<input checked="" type="checkbox"/> Elevata

	Accettazione n° 650 prova n: 3792/01
Struttura	<input type="checkbox"/> Massiva <input type="checkbox"/> Stratificata <input type="checkbox"/> Scagliosa <input type="checkbox"/> Laminata <input checked="" type="checkbox"/> Caotica <input type="checkbox"/> Altro:.....
Fratturazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Moderata <input type="checkbox"/> Elevata
Cementazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata

PROVE ESEGUITE

L totale= 51 cm

Parte Superiore (P.S.)
_____ cm

Pocket penetrometer
(Kg/cm²)

Vane test
(Kg/cm²)

1

2

3

Parte Centrale (P.C.)
_____ cm

- 1) Caratteristiche fisiche generali
- 2) Analisi granulometrica
- 3) Prova di taglio diretto CD

Parte Inferiore (P.I.)
_____ cm

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Accettazione n°:	650
Prova n°:	3792/02
cod. prova	ngw16744

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C1**

Profondità (m): **4.00:4.60**

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Data ricevimento: 14/03/2023
Data inizio prova: 05/04/2023

Fattori di conversione
 $1 \text{ kN/m}^3 = 0.102 \text{ g/cm}^3$

Peso specifico dei grani (UNI EN ISO 17892-3)

Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P's=	10.00 g		Peso specifico dei grani medio
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P'2=	156.91 g	$\gamma'_s = 25.87 \text{ kN/m}^3$	
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P'1=	150.70 g		
Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P"s=	10.00 g		$\gamma_s = 25.89 \text{ kN/m}^3$
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P"2=	152.58 g	$\gamma''_s = 25.91 \text{ kN/m}^3$	
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P"1=	146.37 g		

Contenuto d'acqua (UNI EN ISO 17892-1), peso di volume umido e secco (UNI EN ISO 17892-2)

Diametro del provino:	68 mm	Contenuto d'acqua	w = 0.239
Altezza del provino:	20 mm		
Area del provino:	36.00 cm ²	Peso dell'unità di volume umido	$\gamma = 19.46 \text{ kN/m}^3$
Volume del provino:	71.99 cm ³		
Peso pesafiltro vuoto:	32.86 g	Peso dell'unità di volume secco	$\gamma_d = 15.71 \text{ kN/m}^3$
Peso pes.+provino umido	175.76 g		
Peso pes.+provino secco	148.22 g		

Porosità, indice di porosità e grado di saturazione (parametri derivati dai precedenti)

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 25.9 \text{ kN/m}^3$	Porosità	n = 0.393
Contenuto d'acqua	w = 0.239	Indice di porosità	e = 0.648
Peso di vol. secco	$\gamma_d = 15.71 \text{ kN/m}^3$	Grado di saturazione	Sr = 0.953

Tenore in carbonati (A.S.T.M. D4373-14)

Pressione barometrica	mm Hg	Tenore in carbonati	%
Temperatura	° C		
Quantità di materiale	g		
Acido carbonico sviluppato	cm ³		
Assorbimento di CO ₂ nella soluzione con HCl	cm ³		

Sostanze organiche (A.S.T.M. D2974-14)

Peso pesafiltro vuoto:	Contenuto di sostanze organiche
Peso pes.+terreno essiccato a 105°	
Peso pes.+terreno dopo calcinazione	

Accettazione n°: **650**
 Prova n°: **3792/03**
 cod. prova: **gr17926**
 Data ricevimento: **14/03/23**
 Data inizio prova: **05/04/23**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**
 Direttore dei Lavori: **non dichiarato**
 (Richiesta non sottoscritta dal D.L.)
 Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Bra**
 Sondaggio: **S3_P**
 Campione: **C1**
 Profondità (m): **4.00:4.60**
 Peso del campione: **1539 g**

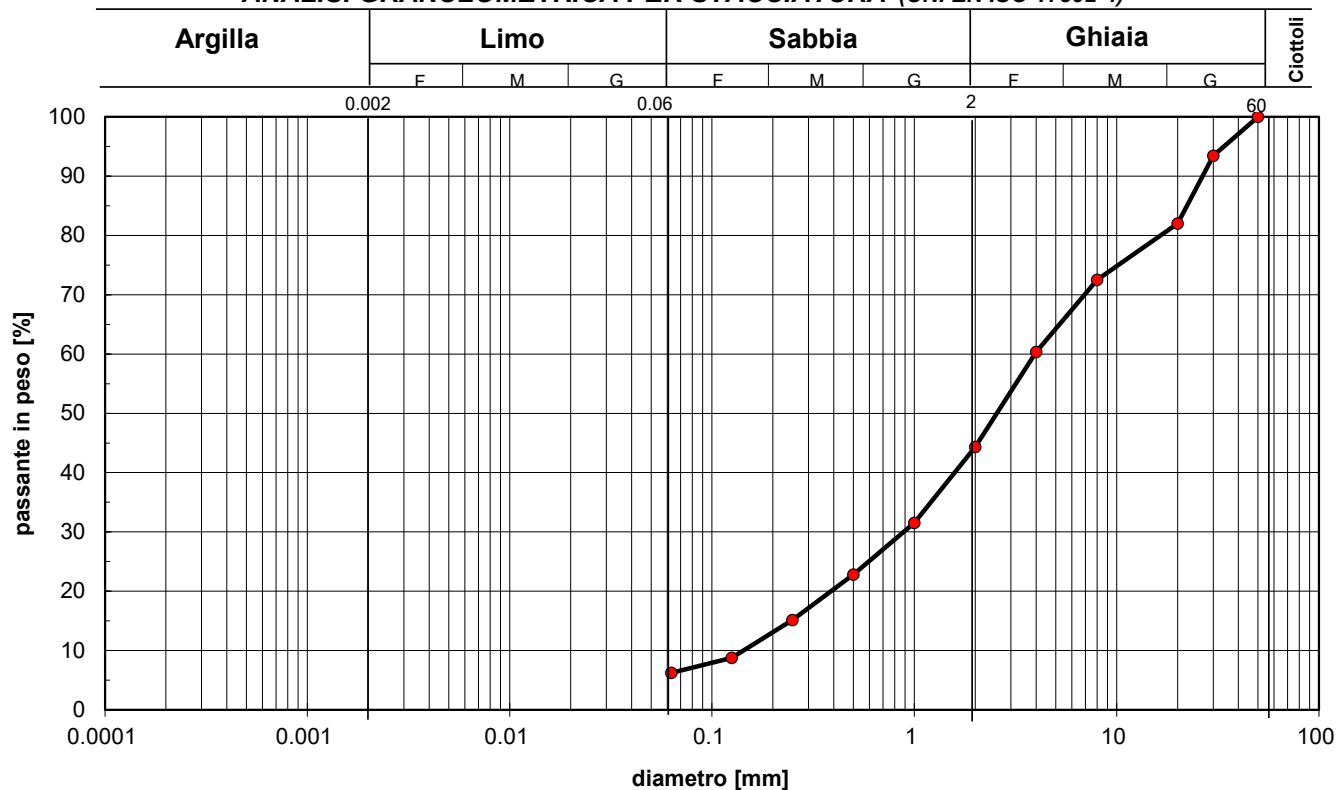
Setaccio serie	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante [%]
ASTM	50	0.00	100.00
BS	30	6.56	93.44
BS	20	18.00	82.00
UNI	8.0	27.49	72.51
UNI	4.0	39.64	60.36
UNI	2.0	55.69	44.31
UNI	1.0	68.49	31.51
UNI	0.5	77.19	22.81
UNI	0.25	84.86	15.14
UNI	0.125	91.23	8.77
UNI	0.063	93.76	6.24



Via Terracina, 169/d - 80125 Napoli

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)



Argilla (%):	0.00	Limo (%):	6.24	Sabbia (%):	38.08	Ghiaia (%):	55.69
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------



Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

(Richiesta non sottoscritta dal D.L.)

Accettazione n°	650
Prova n°	3792/04
Cod. prova:	TD3049
Data ricevimento:	14/03/2023
Data inizio prova:	05/04/2023

Profondità (m): **4.00:4.60**

Velocità di deformazione [mm/min]: **0.005** dimensioni del provino: **quadrato L=60 mm, altezza 20 mm**

Provino	Durata consolid. t_{100} (min)	Cont. d'acqua iniziale w [%]	Peso umido unità volume γ [kN/m³]	Tensione normale σ'_n [kPa]	Tensione taglio max τ [kPa]	Cont. d'acqua finale w_f [%]
1	19	23.9	19.48	74	78	22.3
2	20	23.9	19.23	147	173	31.6
3	17	23.9	19.46	221	219	27.6

[illegible]

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Accettazione n° **650**

Prova n° **3792/04**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C1**

Profondità (m): **4.00:4.60**

Diagramma sperimentale $\tau - \delta$

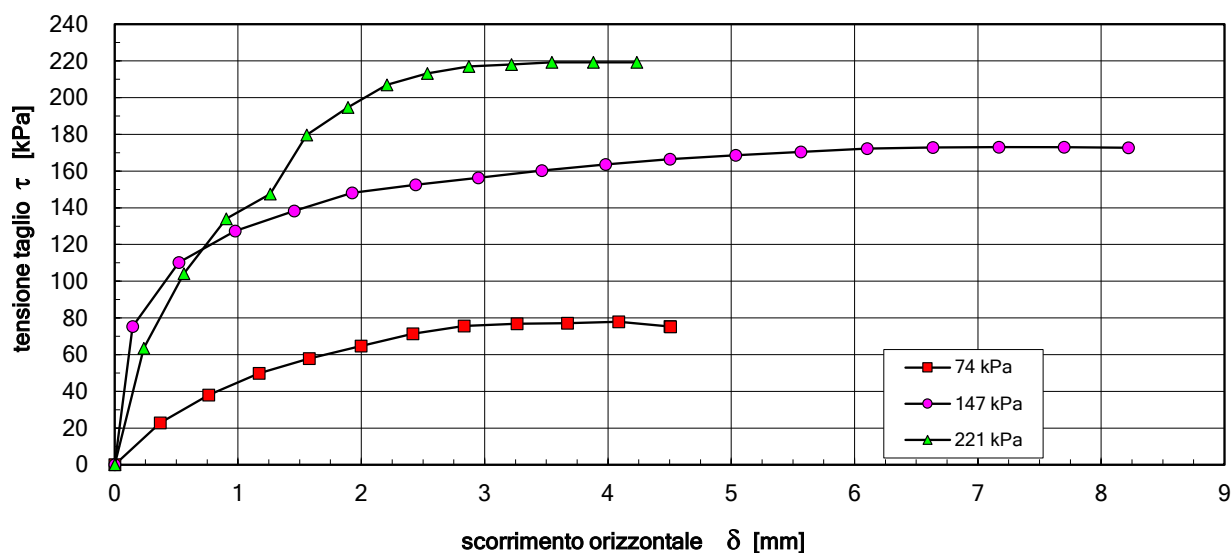
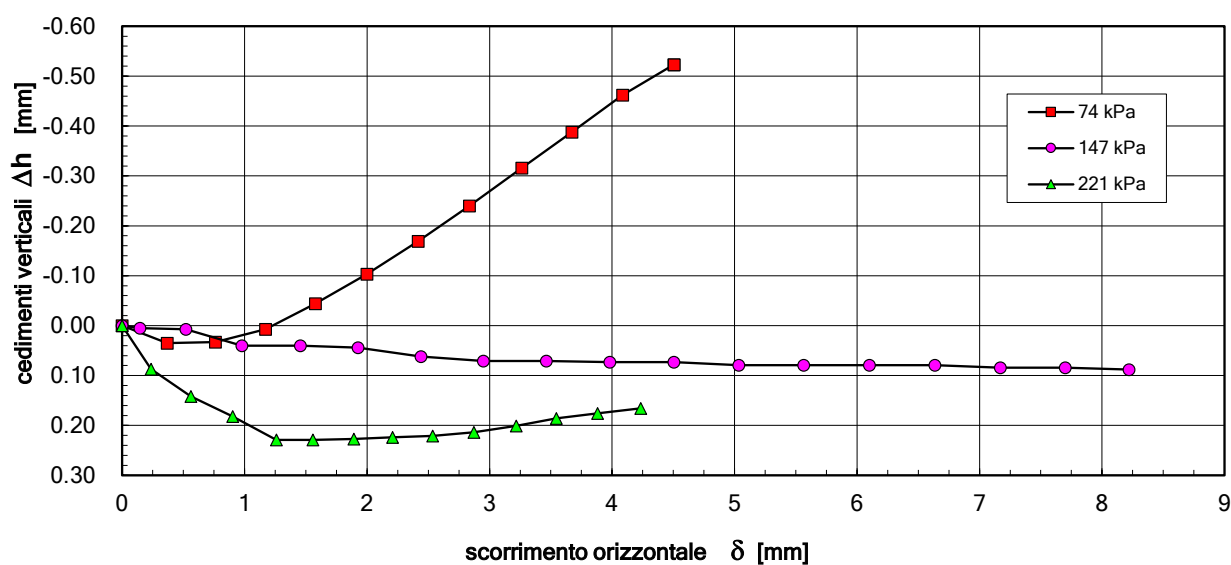


Diagramma sperimentale $\Delta h - \delta$



Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Accettazione n°	650
prova n:	3796/01
cod. prova	Des2704

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P** Campione: **C2** Profondità (m): **10.00:10.60**

APERTURA E DESCRIZIONE DEL CAMPIONE (A.S.T.M. D2488-09a)

Data ricevimento: 14/03/2023

Dimensioni del campione:

Data di apertura: 05/04/2023

diametro: 85 mm

Stato del campione: Indisturbato

lunghezza: - mm

Descrizione del campione	<i>Campione a struttura caotica, costituito da una matrice sabbiosa di colore ocraceo, in cui sono presenti inclusi lapidei eterometrici (diametro massimo pari a 3.5 cm) a spigoli da arrotondati a vivi. Sciolto, molto umido.</i>				
Colore:	ocraceo				
Plasticità:	<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Mediam. plastico	<input type="checkbox"/> Molto plastico	
Addensamento: (terreni granulari)	<input checked="" type="checkbox"/> Sciolto	<input type="checkbox"/> Poco addensato	<input type="checkbox"/> Mediam. addensato	<input type="checkbox"/> Addensato	
Consistenza: (terreni coesivi)	<input type="checkbox"/> Poco consistente	<input type="checkbox"/> Mediam. consistente	<input type="checkbox"/> Consistente	<input type="checkbox"/> Molto consistente	
Grado di umidità:	<input type="checkbox"/> Asciutto	<input type="checkbox"/> Poco umido	<input type="checkbox"/> Umido	<input checked="" type="checkbox"/> Molto umido	<input type="checkbox"/> Saturo
Alterazione:	<input checked="" type="checkbox"/> Assente	<input type="checkbox"/> Debole	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Elevata	
Reazione con HCl	<input type="checkbox"/> Nulla	<input type="checkbox"/> Debole	<input type="checkbox"/> Moderata	<input checked="" type="checkbox"/> Elevata	

	Accettazione n° 650 prova n: 3796/01
Struttura	<input type="checkbox"/> Massiva <input type="checkbox"/> Stratificata <input type="checkbox"/> Scagliosa <input type="checkbox"/> Laminata <input checked="" type="checkbox"/> Caotica <input type="checkbox"/> Altro:.....
Fratturazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Moderata <input type="checkbox"/> Elevata
Cementazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata

PROVE ESEGUITE

L totale= - cm

Parte Superiore (P.S.)
_____ cm

Pocket penetrometer
(Kg/cm²)

Vane test
(Kg/cm²)

Parte Centrale (P.C.)
_____ cm
1) Analisi granulometrica

1

Parte Inferiore (P.I.)
_____ cm

Accettazione n°: **650**
 Prova n°: **3796/03**
 cod. prova: **gr17930**
 Data ricevimento: **14/03/23**
 Data inizio prova: **06/04/23**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**
 Direttore dei Lavori: **non dichiarato**
 (Richiesta non sottoscritta dal D.L.)
 Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Bra**
 Sondaggio: **S3_P**
 Campione: **C2**
 Profondità (m): **10.00:10.60**
 Peso del campione: **5150 g**

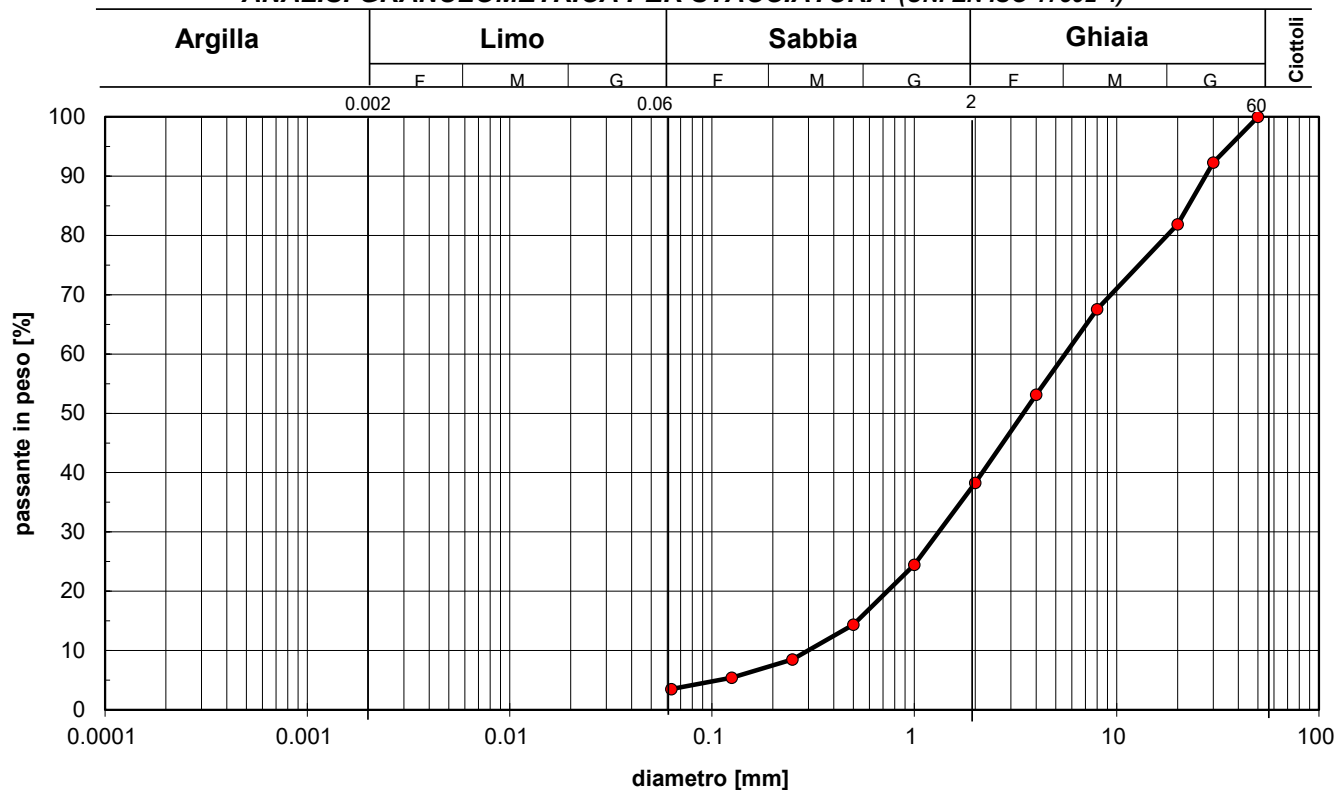
Setaccio serie	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante [%]
ASTM	50	0.00	100.00
BS	30	7.71	92.29
BS	20	18.14	81.86
UNI	8.0	32.45	67.55
UNI	4.0	46.83	53.17
UNI	2.0	61.71	38.29
UNI	1.0	75.51	24.49
UNI	0.5	85.65	14.35
UNI	0.25	91.51	8.49
UNI	0.125	94.56	5.44
UNI	0.063	96.49	3.51



Via Terracina, 169/d - 80125 Napoli

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)



Argilla (%):	0.00	Limo (%):	3.51	Sabbia (%):	34.78	Ghiaia (%):	61.71
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Accettazione n°	650
prova n:	3797/01
cod. prova	Des2705

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P** Campione: **C3** Profondità (m): **14.00:14.60**

APERTURA E DESCRIZIONE DEL CAMPIONE (A.S.T.M. D2488-09a)

Data ricevimento: 14/03/2023

Dimensioni del campione:

Data di apertura: 05/04/2023

diametro: 85 mm

Stato del campione: Indisturbato

lunghezza: 450 mm

Descrizione del campione	<i>Campione a struttura caotica, costituito da una matrice sabbio-limosa di colore grigiastro, in cui sono immersi numerosi inclusi lapidei eterometrici ed eterogenei, di dimensioni variabili da qualche millimetro a 3 cm circa. Mediamente addensato. Molto umido.</i>
Colore:	grigio
Plasticità:	<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico <input type="checkbox"/> Poco plastico <input type="checkbox"/> Mediam. plastico <input type="checkbox"/> Molto plastico
Addensamento: (terreni granulari)	<input type="checkbox"/> Sciolto <input type="checkbox"/> Poco addensato <input checked="" type="checkbox"/> Mediam. addensato <input type="checkbox"/> Addensato
Consistenza: (terreni coesivi)	<input type="checkbox"/> Poco consistente <input type="checkbox"/> Mediam. consistente <input type="checkbox"/> Consistente <input type="checkbox"/> Molto consistente
Grado di umidità:	<input type="checkbox"/> Asciutto <input type="checkbox"/> Poco umido <input type="checkbox"/> Umido <input checked="" type="checkbox"/> Molto umido <input type="checkbox"/> Saturo
Alterazione:	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata
Reazione con HCl	<input type="checkbox"/> Nulla <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Moderata <input checked="" type="checkbox"/> Elevata

	Accettazione n° 650 prova n: 3797/01
Struttura	<input type="checkbox"/> Massiva <input type="checkbox"/> Stratificata <input type="checkbox"/> Scagliosa <input type="checkbox"/> Laminata <input checked="" type="checkbox"/> Caotica <input type="checkbox"/> Altro:.....
Fratturazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Moderata <input type="checkbox"/> Elevata
Cementazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata

PROVE ESEGUITE

L totale= 45 cm

Parte Superiore (P.S.)
_____ cm

Pocket penetrometer
(Kg/cm²)

Vane test
(Kg/cm²)

1

2

3

Parte Centrale (P.C.)
_____ cm

- 1) Caratteristiche fisiche generali
- 2) Analisi granulometrica
- 3) Prova di taglio diretto CD

Parte Inferiore (P.I.)
_____ cm

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Accettazione n°:	650
Prova n°:	3797/02
cod. prova	ngw16745

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C3**

Profondità (m): **14.00:14.60**

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Data ricevimento: 14/03/2023
Data inizio prova: 05/04/2023

Fattori di conversione
 $1 \text{ kN/m}^3 = 0.102 \text{ g/cm}^3$

Peso specifico dei grani (UNI EN ISO 17892-3)

Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P's=	10.00 g	$\gamma'_s = 26.11 \text{ kN/m}^3$	Peso specifico dei grani medio
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P'2=	158.25 g		
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P'1=	152.01 g		
Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P"s=	10.00 g	$\gamma''_s = 26.09 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_s = 26.10 \text{ kN/m}^3$
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P"2=	156.11 g		
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P"1=	149.87 g		

Contenuto d'acqua (UNI EN ISO 17892-1), peso di volume umido e secco (UNI EN ISO 17892-2)

Diametro del provino:	68 mm	Contenuto d'acqua	w = 0.095
Altezza del provino:	20 mm		
Area del provino:	36.00 cm ²	Peso dell'unità di volume umido	$\gamma = 22.81 \text{ kN/m}^3$
Volume del provino:	71.99 cm ³		
Peso pesafiltro vuoto:	36.96 g	Peso dell'unità di volume secco	$\gamma_d = 20.83 \text{ kN/m}^3$
Peso pes.+provino umido	205.15 g		
Peso pes.+provino secco	189.89 g		

Porosità, indice di porosità e grado di saturazione (parametri derivati dai precedenti)

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.1 \text{ kN/m}^3$	Porosità	n = 0.202
Contenuto d'acqua	w = 0.100	Indice di porosità	e = 0.253
Peso di vol. secco	$\gamma_d = 20.83 \text{ kN/m}^3$	Grado di saturazione	Sr = 1.000

Tenore in carbonati (A.S.T.M. D4373-14)

Pressione barometrica	mm Hg	Tenore in carbonati	%
Temperatura	° C		
Quantità di materiale	g		
Acido carbonico sviluppato	cm ³		
Assorbimento di CO ₂ nella soluzione con HCl	cm ³		

Sostanze organiche (A.S.T.M. D2974-14)

Peso pesafiltro vuoto:	Contenuto di sostanze organiche
Peso pes.+terreno essiccato a 105°	
Peso pes.+terreno dopo calcinazione	

Accettazione n°: **650**
 Prova n°: **3797/03**
 cod. prova: **gr17931**
 Data ricevimento: **14/03/23**
 Data inizio prova: **06/04/23**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**
 Direttore dei Lavori: **non dichiarato**
 (Richiesta non sottoscritta dal D.L.)
 Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Bra**
 Sondaggio: **S3_P**
 Campione: **C3**
 Profondità (m): **14.00:14.60**
 Peso del campione: **3406 g**

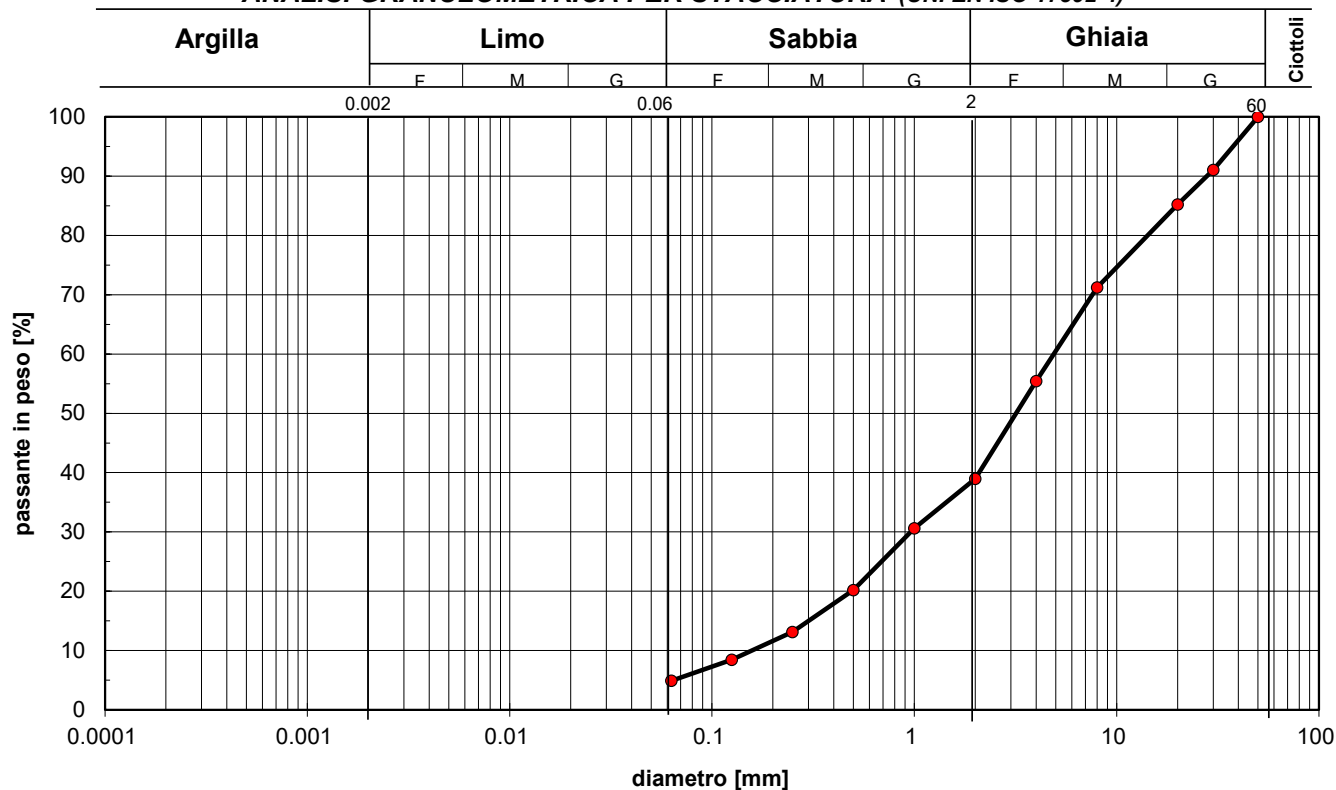
Setaccio serie	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante [%]
ASTM	50	0.00	100.00
BS	30	8.95	91.05
BS	20	14.80	85.20
UNI	8.0	28.77	71.23
UNI	4.0	44.57	55.43
UNI	2.0	61.01	38.99
UNI	1.0	69.41	30.59
UNI	0.5	79.80	20.20
UNI	0.25	86.88	13.12
UNI	0.125	91.54	8.46
UNI	0.063	95.10	4.90



Via Terracina, 169/d - 80125 Napoli

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)



Argilla (%):	0.00	Limo (%):	4.90	Sabbia (%):	34.09	Ghiaia (%):	61.01
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C3**

Profondità (m): **14.00:14.60**

Velocità di deformazione [mm/min]: **0.005** dimensioni del provino: **quadrato L=60 mm, altezza 20 mm**

Accettazione n°	650
Prova n°	3797/04
Cod. prova:	TD3048
Data ricevimento:	14/03/2023
Data inizio prova:	05/04/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (UNI EN ISO 17892-10) : dati sperimentali

Provino	Durata consolid. t_{100} (min)	Cont. d'acqua iniziale w [%]	Peso umido unità volume γ [kN/m³]	Tensione normale σ'_n [kPa]	Tensione taglio max τ [kPa]	Cont. d'acqua finale w_f [%]
1	19	20	22.90	245	348	10.1
2	21	20	22.84	343	388	10.8
3	18	20	22.94	491	576	9.5

Provino 1 (Macchina M19, cella s/n. 439465)			Provino 2 (Macchina M35, dinam 3492)			Provino 3 (Macchina M18, cella s/n. 439466)		
Scorrimento (mm)	Cedim. verticale (mm)	Tensione di taglio (kPa)	Scorrimento (mm)	Cedim. verticale (mm)	Tensione di taglio (kPa)	Scorrimento (mm)	Cedim. verticale (mm)	Tensione di taglio (kPa)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.27	0.05	87.61	0.02	0.00	58.87	0.10	0.03	121.71
0.66	0.06	139.31	0.13	-0.01	138.84	0.40	0.07	243.31
1.07	0.07	178.12	0.39	-0.01	181.40	0.78	0.08	347.00
1.47	0.07	213.05	0.70	-0.01	211.00	1.16	0.08	425.77
1.87	0.05	245.08	1.02	-0.01	236.32	1.49	0.09	466.64
2.28	0.00	269.75	1.36	-0.01	257.69	1.89	0.14	537.15
2.70	-0.06	286.80	1.69	-0.01	276.08	2.32	0.11	567.92
3.10	-0.12	300.11	2.05	-0.01	288.43	2.74	0.08	576.07
3.53	-0.18	308.84	2.41	-0.01	302.84	3.16	0.04	573.89
3.94	-0.24	317.57	2.76	-0.01	314.89	3.58	0.01	567.69
4.36	-0.30	323.95	3.14	0.00	323.39	3.99	-0.02	564.82
4.79	-0.37	330.32	3.51	0.00	333.74	4.40	-0.04	560.91
5.21	-0.43	334.48	3.87	0.05	344.75	4.80	-0.04	560.11
5.64	-0.49	339.33	4.23	0.07	357.22			
6.06	-0.55	343.91	4.56	0.07	372.20			
6.49	-0.61	346.26	4.94	0.10	375.21			
6.91	-0.67	346.96	5.30	0.14	383.64			
7.35	-0.73	347.93	5.68	0.18	388.07			
7.59	-0.69	305.56	6.04	0.20	383.64			

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Accettazione n° **650**

Prova n° **3797/04**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C3**

Profondità (m): **14.00:14.60**

Diagramma sperimentale $\tau - \delta$

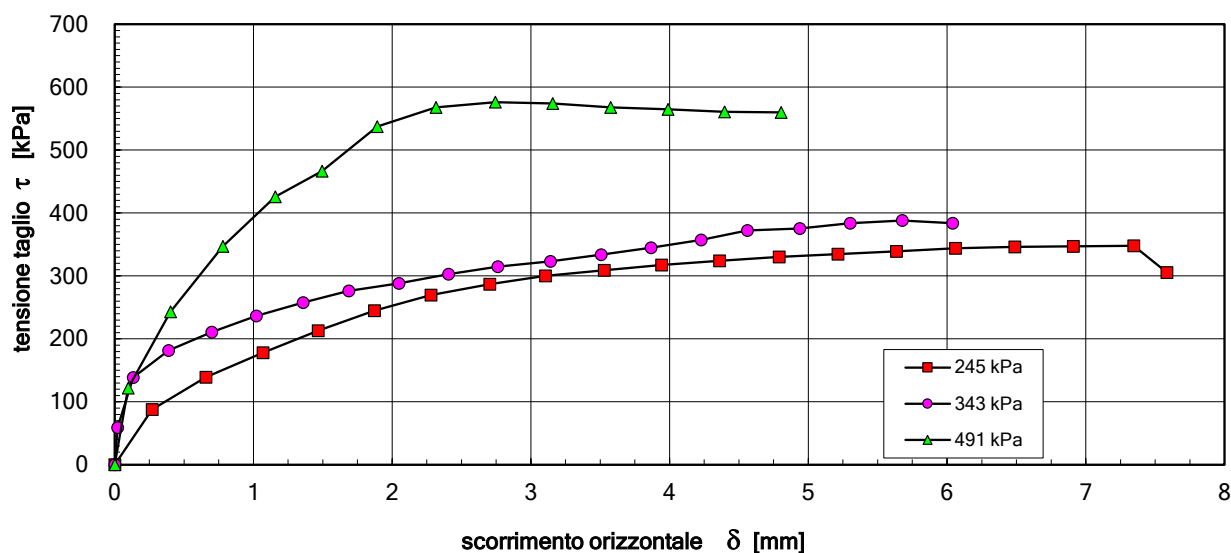
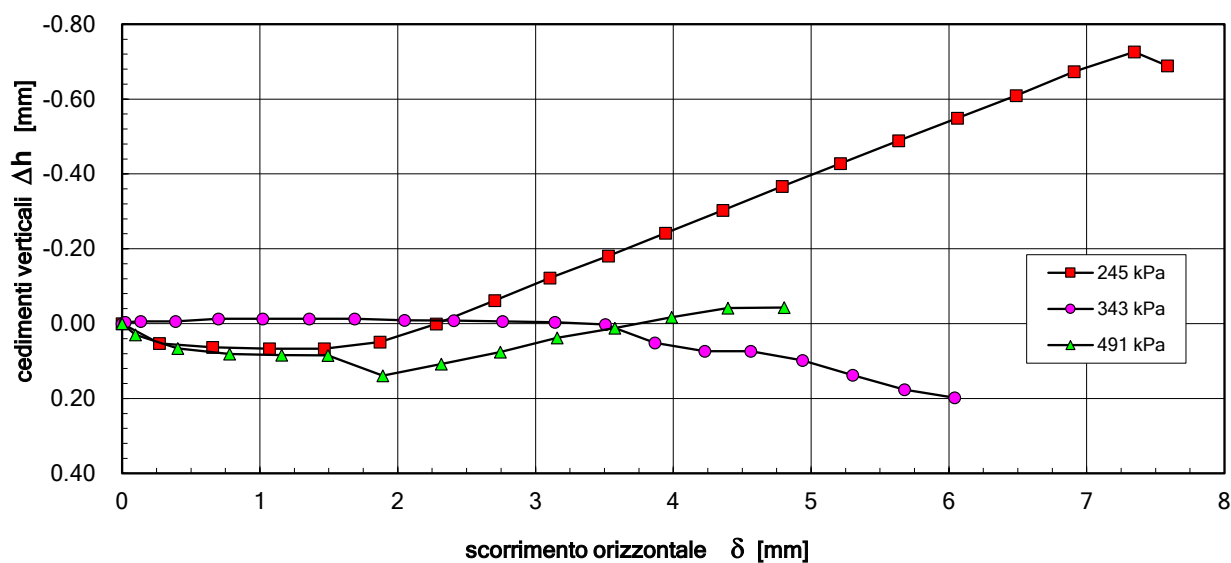


Diagramma sperimentale $\Delta h - \delta$



Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Accettazione n°	650
prova n:	3800/01
cod. prova	Des2708

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4** Campione: **C1** Profondità (m): **5.00:5.50**

APERTURA E DESCRIZIONE DEL CAMPIONE (A.S.T.M. D2488-09a)

Data ricevimento: 14/03/2023

Dimensioni del campione:

Data di apertura: 06/04/2023

diametro: 85 mm

Stato del campione: Indisturbato

lunghezza: 350 mm

Descrizione del campione	<i>Campione a struttura caotica di colore marrone, costituito da una matrice sabbiosa contenente inclusi eterometrici ed eterogenei, anche di natura antropica, con diametro massimo pari a 3,5 cm, a spigoli da vivi a arrotondati. Sciolto. Umido.</i>
Colore:	marrone
Plasticità:	<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico <input type="checkbox"/> Poco plastico <input type="checkbox"/> Mediam. plastico <input type="checkbox"/> Molto plastico
Addensamento: (terreni granulari)	<input checked="" type="checkbox"/> Sciolto <input type="checkbox"/> Poco addensato <input type="checkbox"/> Mediam. addensato <input type="checkbox"/> Addensato
Consistenza: (terreni coesivi)	<input type="checkbox"/> Poco consistente <input type="checkbox"/> Mediam. consistente <input type="checkbox"/> Consistente <input type="checkbox"/> Molto consistente
Grado di umidità:	<input type="checkbox"/> Asciutto <input type="checkbox"/> Poco umido <input checked="" type="checkbox"/> Umido <input type="checkbox"/> Molto umido <input type="checkbox"/> Saturo
Alterazione:	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata
Reazione con HCl	<input type="checkbox"/> Nulla <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Moderata <input checked="" type="checkbox"/> Elevata

	Accettazione n° 650 prova n: 3800/01
Struttura	<input type="checkbox"/> Massiva <input type="checkbox"/> Stratificata <input type="checkbox"/> Scagliosa <input type="checkbox"/> Laminata <input checked="" type="checkbox"/> Caotica <input type="checkbox"/> Altro:.....
Fratturazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Moderata <input type="checkbox"/> Elevata
Cementazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata

PROVE ESEGUITE

L totale= 35 cm

Parte Superiore (P.S.)
_____ cm

Pocket penetrometer
(Kg/cm²)

Vane test
(Kg/cm²)

Parte Centrale (P.C.)
_____ cm
1) Analisi granulometrica

1

Parte Inferiore (P.I.)
_____ cm

Accettazione n°: **650**
 Prova n°: **3800/02**
 cod. prova: **gr17934**
 Data ricevimento: **14/03/23**
 Data inizio prova: **07/04/23**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**
 Direttore dei Lavori: **non dichiarato**
 (Richiesta non sottoscritta dal D.L.)
 Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Bra**
 Sondaggio: **S4**
 Campione: **C1**
 Profondità (m): **5.00:5.50**
 Peso del campione: **2269 g**

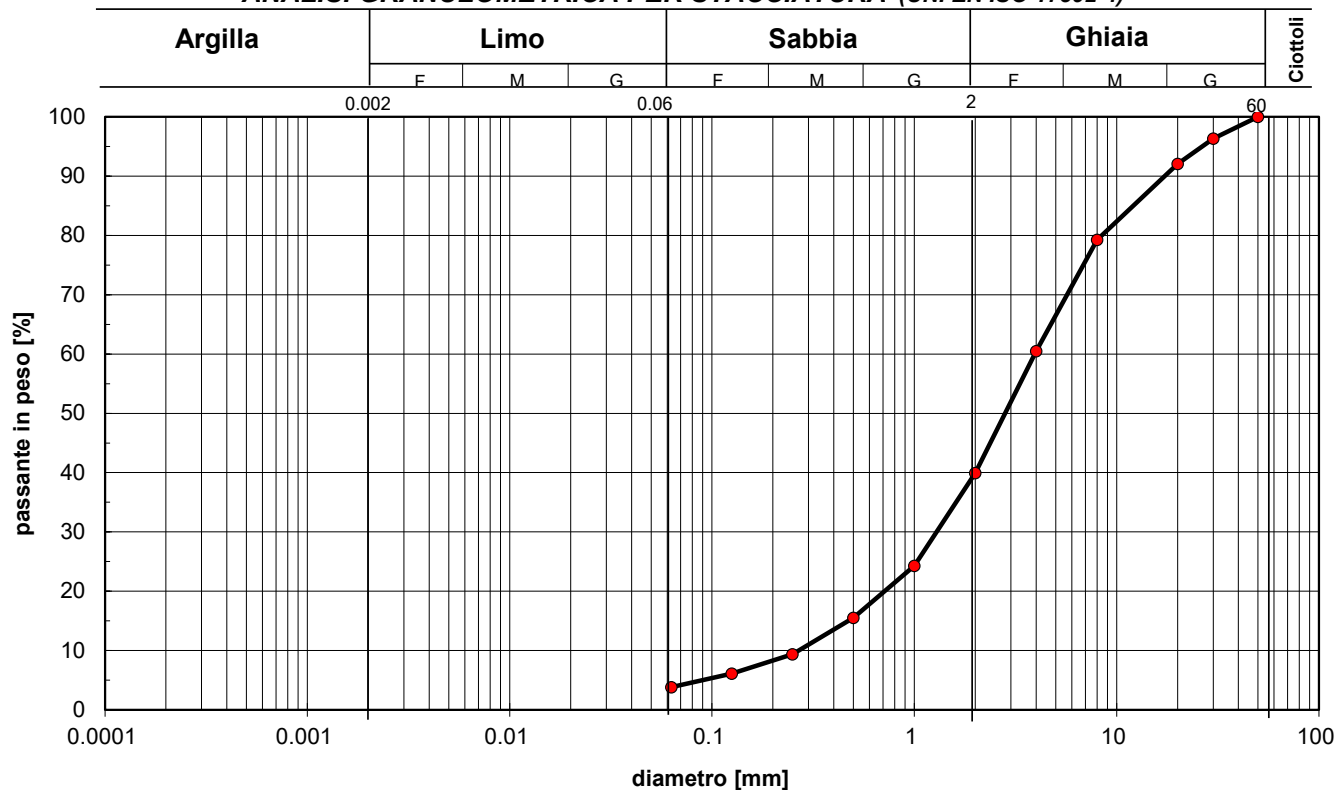
Setaccio serie	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante [%]
ASTM	50	0.00	100.00
BS	30	3.66	96.34
BS	20	7.93	92.07
UNI	8.0	20.76	79.24
UNI	4.0	39.53	60.47
UNI	2.0	60.07	39.93
UNI	1.0	75.72	24.28
UNI	0.5	84.49	15.51
UNI	0.25	90.61	9.39
UNI	0.125	93.87	6.13
UNI	0.063	96.17	3.83



Via Terracina, 169/d - 80125 Napoli

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)



Argilla (%):	0.00	Limo (%):	3.83	Sabbia (%):	36.10	Ghiaia (%):	60.07
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Accettazione n°	650
prova n:	3799/01
cod. prova	Des2707

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4** Campione: **C2** Profondità (m): **11.00:11.60**

APERTURA E DESCRIZIONE DEL CAMPIONE (A.S.T.M. D2488-09a)

Data ricevimento: 14/03/2023

Dimensioni del campione:

Data di apertura: 06/04/2023

diametro: 85 mm

Stato del campione: Indisturbato

lunghezza: 400 mm

Descrizione del campione	<i>Campione a struttura caotica costituito da una matrice sabbio-ghiaiosa di colore marrone, contenente inclusi eterometrici, con diametro massimo pari a 3,5 cm ed eterogenei, a spigoli da arrotondati a vivi. Poco addensato. Molto umido. Campioni per prova di taglio diretto ricostituiti con il materiale della matrice sabbiosa.</i>
Colore:	marrone
Plasticità:	<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico <input type="checkbox"/> Poco plastico <input type="checkbox"/> Mediam. plastico <input type="checkbox"/> Molto plastico
Addensamento: (terreni granulari)	<input type="checkbox"/> Sciolto <input checked="" type="checkbox"/> Poco addensato <input type="checkbox"/> Mediam. addensato <input type="checkbox"/> Addensato
Consistenza: (terreni coesivi)	<input type="checkbox"/> Poco consistente <input type="checkbox"/> Mediam. consistente <input type="checkbox"/> Consistente <input type="checkbox"/> Molto consistente
Grado di umidità:	<input type="checkbox"/> Asciutto <input type="checkbox"/> Poco umido <input type="checkbox"/> Umido <input checked="" type="checkbox"/> Molto umido <input type="checkbox"/> Saturo
Alterazione:	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata
Reazione con HCl	<input type="checkbox"/> Nulla <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Moderata <input checked="" type="checkbox"/> Elevata

	Accettazione n° 650 prova n: 3799/01
Struttura	<input type="checkbox"/> Massiva <input type="checkbox"/> Stratificata <input type="checkbox"/> Scagliosa <input type="checkbox"/> Laminata <input checked="" type="checkbox"/> Caotica <input type="checkbox"/> Altro:.....
Fratturazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Moderata <input type="checkbox"/> Elevata
Cementazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata

PROVE ESEGUITE

L totale= 40 cm

Parte Superiore (P.S.)
_____ cm

Pocket penetrometer
(Kg/cm²)

Vane test
(Kg/cm²)

1

2

3

Parte Centrale (P.C.)
_____ cm

- 1) Caratteristiche fisiche generali
- 2) Analisi granulometrica
- 3) Prova di taglio diretto CD

Parte Inferiore (P.I.)
_____ cm

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Accettazione n°:	650
Prova n°:	3799/02
cod. prova	ngw16747

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4**

Campione: **C2**

Profondità (m): **11.00:11.60**

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Data ricevimento: 14/03/2023

Data inizio prova: 06/04/2023

Fattori di conversione

$1 \text{ kN/m}^3 = 0.102 \text{ g/cm}^3$

Peso specifico dei grani (UNI EN ISO 17892-3)

Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P's=	10.00 g	$\gamma'_s = 25.72 \text{ kN/m}^3$	Peso specifico dei grani medio
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P'2=	156.47 g		
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P'1=	150.28 g		
Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P"s=	10.00 g	$\gamma''_s = 25.68 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_s = 25.70 \text{ kN/m}^3$
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P"2=	154.06 g		
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P"1=	147.88 g		

Contenuto d'acqua (UNI EN ISO 17892-1), peso di volume umido e secco (UNI EN ISO 17892-2)

Diametro del provino:	68 mm	Contenuto d'acqua	$w = 0.170$
Altezza del provino:	20 mm		
Area del provino:	36.00 cm ²		
Volume del provino:	71.99 cm ³	Peso dell'unità di volume umido	$\gamma = 20.80 \text{ kN/m}^3$
Peso pesafiltro vuoto:	31.35 g		
Peso pes.+provino umido	188.67 g	Peso dell'unità di volume secco	$\gamma_d = 17.77 \text{ kN/m}^3$
Peso pes.+provino secco	161.87 g		

Porosità, indice di porosità e grado di saturazione (parametri derivati dai precedenti)

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 25.7 \text{ kN/m}^3$	Porosità	$n = 0.308$
Contenuto d'acqua	$w = 0.205$	Indice di porosità	$e = 0.446$
Peso di vol. secco	$\gamma_d = 17.77 \text{ kN/m}^3$	Grado di saturazione	$S_r = 1.000$

Tenore in carbonati (A.S.T.M. D4373-14)

Pressione barometrica	mm Hg	Tenore in carbonati	%
Temperatura	° C		
Quantità di materiale	g		
Acido carbonico sviluppato	cm ³		
Assorbimento di CO ₂ nella soluzione con HCl	cm ³		

Sostanze organiche (A.S.T.M. D2974-14)

Peso pesafiltro vuoto:	Contenuto di sostanze organiche
Peso pes.+terreno essiccato a 105°	
Peso pes.+terreno dopo calcinazione	

Accettazione n°: **650**
 Prova n°: **3799/03**
 cod. prova: **gr17933**
 Data ricevimento: **14/03/23**
 Data inizio prova: **07/04/23**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**
 Direttore dei Lavori: **non dichiarato**
 (Richiesta non sottoscritta dal D.L.)
 Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Bra**
 Sondaggio: **S4**
 Campione: **C2**
 Profondità (m): **11.00:11.60**
 Peso del campione: **3266 g**

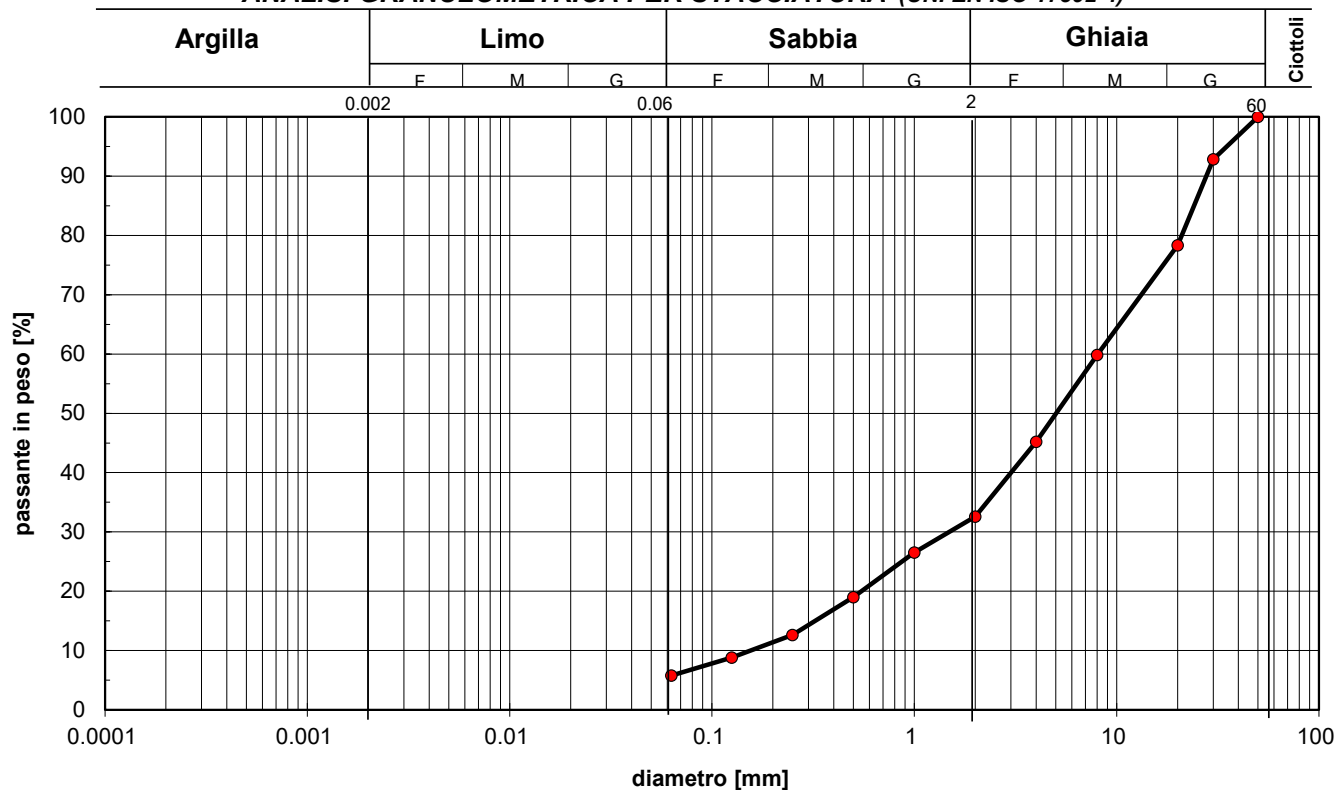
Setaccio serie	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante [%]
ASTM	50	0.00	100.00
BS	30	7.16	92.84
BS	20	21.68	78.32
UNI	8.0	40.14	59.86
UNI	4.0	54.78	45.22
UNI	2.0	67.42	32.58
UNI	1.0	73.45	26.55
UNI	0.5	80.99	19.01
UNI	0.25	87.39	12.61
UNI	0.125	91.18	8.82
UNI	0.063	94.21	5.79



Via Terracina, 169/d - 80125 Napoli

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (UNI EN ISO 17892-4)



Argilla (%):	0.00	Limo (%):	5.79	Sabbia (%):	26.79	Ghiaia (%):	67.42
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	-------

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

(Richiesta non sottoscritta dal D.L.)

Accettazione n°	650
Prova n°	3799/04
Cod. prova:	TD3051
Data ricevimento:	14/03/2023
Data inizio prova:	06/04/2023

Profondità (m): **11.00:11.60**

Velocità di deformazione [mm/min]: **0.005** dimensioni del provino: **quadrato L=60 mm, altezza 20 mm**

Provino	Durata consolid. t_{100} (min)	Cont. d'acqua iniziale w [%]	Peso umido unità volume γ [kN/m ³]	Tensione normale σ'_n [kPa]	Tensione taglio max τ [kPa]	Cont. d'acqua finale w_f [%]
1	19	17.1	21.32	245	276	16.9
2	22	17.1	21.44	392	438	17
3	18	17.1	21.55	540	591	17.2

[illegible]

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Accettazione n° **650**

Prova n° **3799/04**

Sondaggio: **S4**

Campione: **C2**

Profondità (m): **11.00:11.60**

Diagramma sperimentale $\tau - \delta$

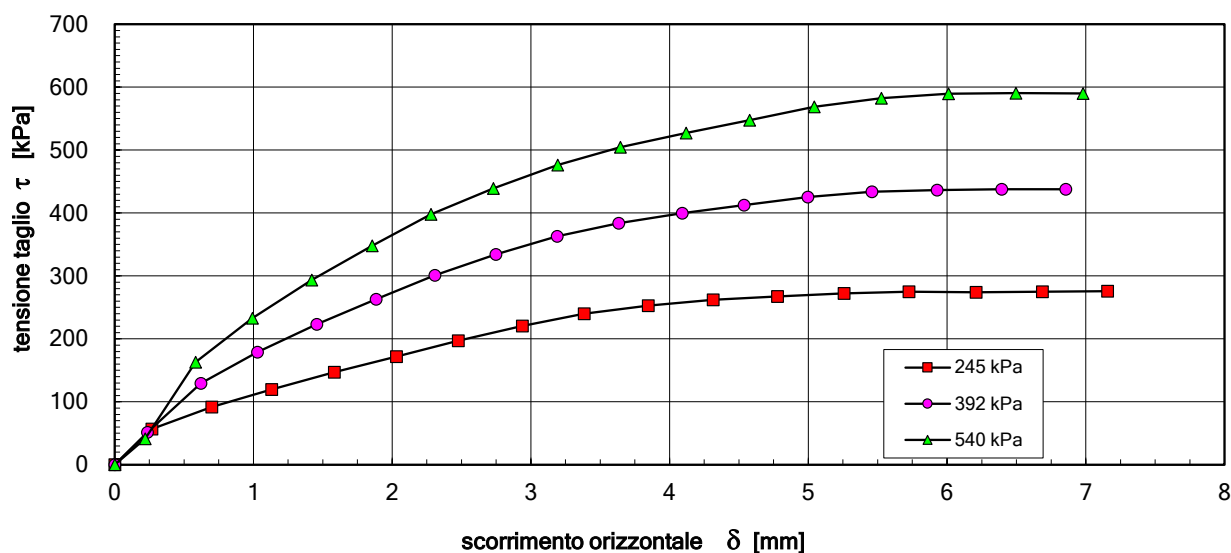
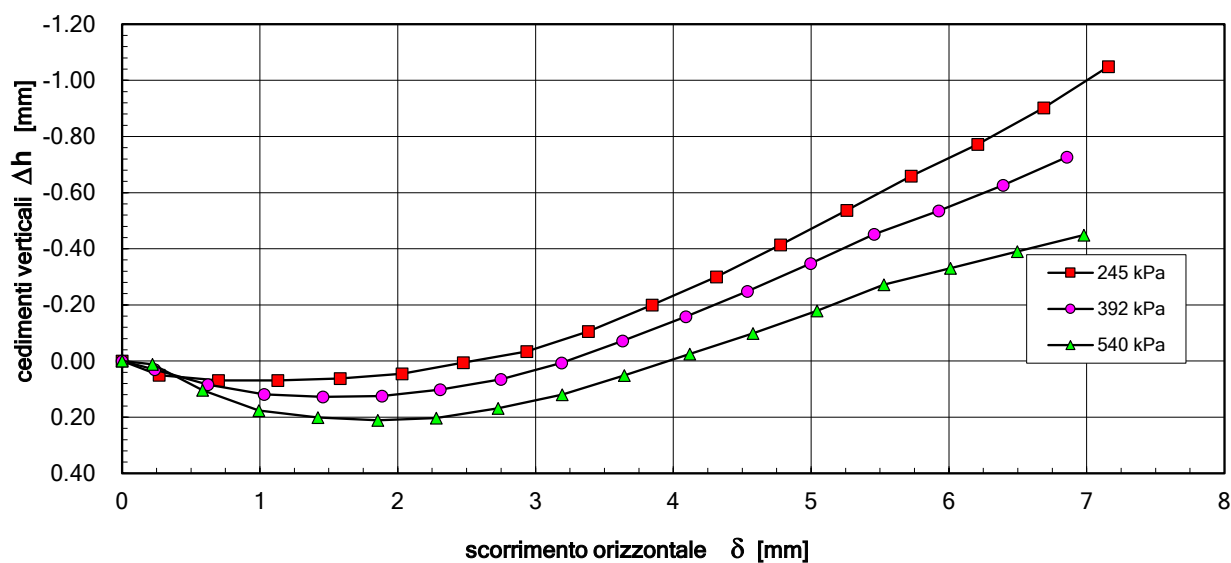


Diagramma sperimentale $\Delta h - \delta$



Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Accettazione n°	650
prova n:	3798/01
cod. prova	Des2706

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4** Campione: **C3** Profondità (m): **15.00:15.60**

APERTURA E DESCRIZIONE DEL CAMPIONE (A.S.T.M. D2488-09a)

Data ricevimento: 14/03/2023

Dimensioni del campione:

Data di apertura: 05/04/2023

diametro: 85 mm

Stato del campione: Indisturbato

lunghezza: 440 mm

Descrizione del campione	<i>Sabbia con limo e con ghiaia di colore ocraceo. Sono presenti elementi lapidei da millimetrici a pluricentrici, con diametro massimo pari a 2 cm. Mediamente addensato. Umido. Tracce rossastre di ossidazione.</i>
--------------------------	--

Colore:	ocraceo
---------	---------

Plasticità:	<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico <input type="checkbox"/> Poco plastico <input type="checkbox"/> Mediam. plastico <input type="checkbox"/> Molto plastico
-------------	---

Addensamento: (terreni granulari)	<input type="checkbox"/> Sciolto <input type="checkbox"/> Poco addensato <input checked="" type="checkbox"/> Mediam. addensato <input type="checkbox"/> Addensato
--------------------------------------	---

Consistenza: (terreni coesivi)	<input type="checkbox"/> Poco consistente <input type="checkbox"/> Mediam. consistente <input type="checkbox"/> Consistente <input type="checkbox"/> Molto consistente
-----------------------------------	--

Grado di umidità:	<input type="checkbox"/> Asciutto <input type="checkbox"/> Poco umido <input checked="" type="checkbox"/> Umido <input type="checkbox"/> Molto umido <input type="checkbox"/> Saturo
-------------------	--

Alterazione:	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata
--------------	---

Reazione con HCl	<input type="checkbox"/> Nulla <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Moderata <input checked="" type="checkbox"/> Elevata
------------------	--

		Accettazione n° 650 prova n: 3798/01
Struttura	da <input checked="" type="checkbox"/> Massiva <input type="checkbox"/> Stratificata <input type="checkbox"/> Scagliosa <input type="checkbox"/> Laminata ^a <input checked="" type="checkbox"/> Caotica <input type="checkbox"/> Altro:.....	
Fratturazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Moderata <input type="checkbox"/> Elevata	
Cementazione	<input checked="" type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevata	

PROVE ESEGUITE

L totale= 44 cm

Parte Superiore (P.S.)
_____ cm

Pocket penetrometer
(Kg/cm²)

Vane test
(Kg/cm²)

1

2

3

Parte Centrale (P.C.)
_____ cm

- 1) Caratteristiche fisiche generali
- 2) Analisi granulometrica
- 3) Prova di taglio diretto CD

Parte Inferiore (P.I.)
_____ cm

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Accettazione n°:	650
Prova n°:	3798/02
cod. prova	ngw16746

Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

Richiesta non sottoscritta dal D.L.

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4**

Campione: **C3**

Profondità (m): **15.00:15.60**

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Data ricevimento: 14/03/2023

Data inizio prova: 05/04/2023

Fattori di conversione

$1 \text{ kN/m}^3 = 0.102 \text{ g/cm}^3$

Peso specifico dei grani (UNI EN ISO 17892-3)

Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P's=	10.00 g	$\gamma'_s = 26.22 \text{ kN/m}^3$	Peso specifico dei grani medio
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P'2=	154.47 g		
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P'1=	148.21 g		
Peso secco materiale passante allo staccio 4.0 mm	P"s=	10.00 g	$\gamma''_s = 26.16 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_s = 26.19 \text{ kN/m}^3$
Peso picnometro+campione saturato+acqua distillata	P"2=	156.38 g		
Peso picnometro+acqua distillata (curva di taratura)	P"1=	150.12 g		

Contenuto d'acqua (UNI EN ISO 17892-1), peso di volume umido e secco (UNI EN ISO 17892-2)

Diametro del provino:	56 mm	Contenuto d'acqua	w = 0.168
Altezza del provino:	20 mm		
Area del provino:	24.63 cm ²	Peso dell'unità di volume umido	$\gamma = 20.02 \text{ kN/m}^3$
Volume del provino:	49.26 cm ³		
Peso pesafiltro vuoto:	31.21 g	Peso dell'unità di volume secco	$\gamma_d = 17.13 \text{ kN/m}^3$
Peso pes.+provino umido	131.78 g		
Peso pes.+provino secco	117.30 g		

Porosità, indice di porosità e grado di saturazione (parametri derivati dai precedenti)

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.2 \text{ kN/m}^3$	Porosità	n = 0.346
Contenuto d'acqua	w = 0.168	Indice di porosità	e = 0.528
Peso di vol. secco	$\gamma_d = 17.13 \text{ kN/m}^3$	Grado di saturazione	Sr = 0.834

Tenore in carbonati (A.S.T.M. D4373-14)

Pressione barometrica	mm Hg	Tenore in carbonati	%
Temperatura	° C		
Quantità di materiale	g		
Acido carbonico sviluppato	cm ³		
Assorbimento di CO ₂ nella soluzione con HCl	cm ³		

Sostanze organiche (A.S.T.M. D2974-14)

Peso pesafiltro vuoto:	Contenuto di sostanze organiche
Peso pes.+terreno essiccato a 105°	
Peso pes.+terreno dopo calcinazione	

Accettazione n°:	650
Prova n°:	3798/03
cod. prova:	gr17932
Data ricevimento:	14/03/23
Data inizio prova:	06/07/23

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**
Direttore dei Lavori: **non dichiarato**

(Richiesta non sottoscritta dal D.L.)

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**
Sondaggio: **S4**
Campione: **C3**
Profondità (m): **15.00:15.60**

Peso campione: **3000.00 g** (1° setacciatura)
Peso secco sed: **39.79 g** (sedimentazione)
Temperatura: **20 °C**

Peso specifico dei grani $\gamma_s =$ **26.19 kN/m³**

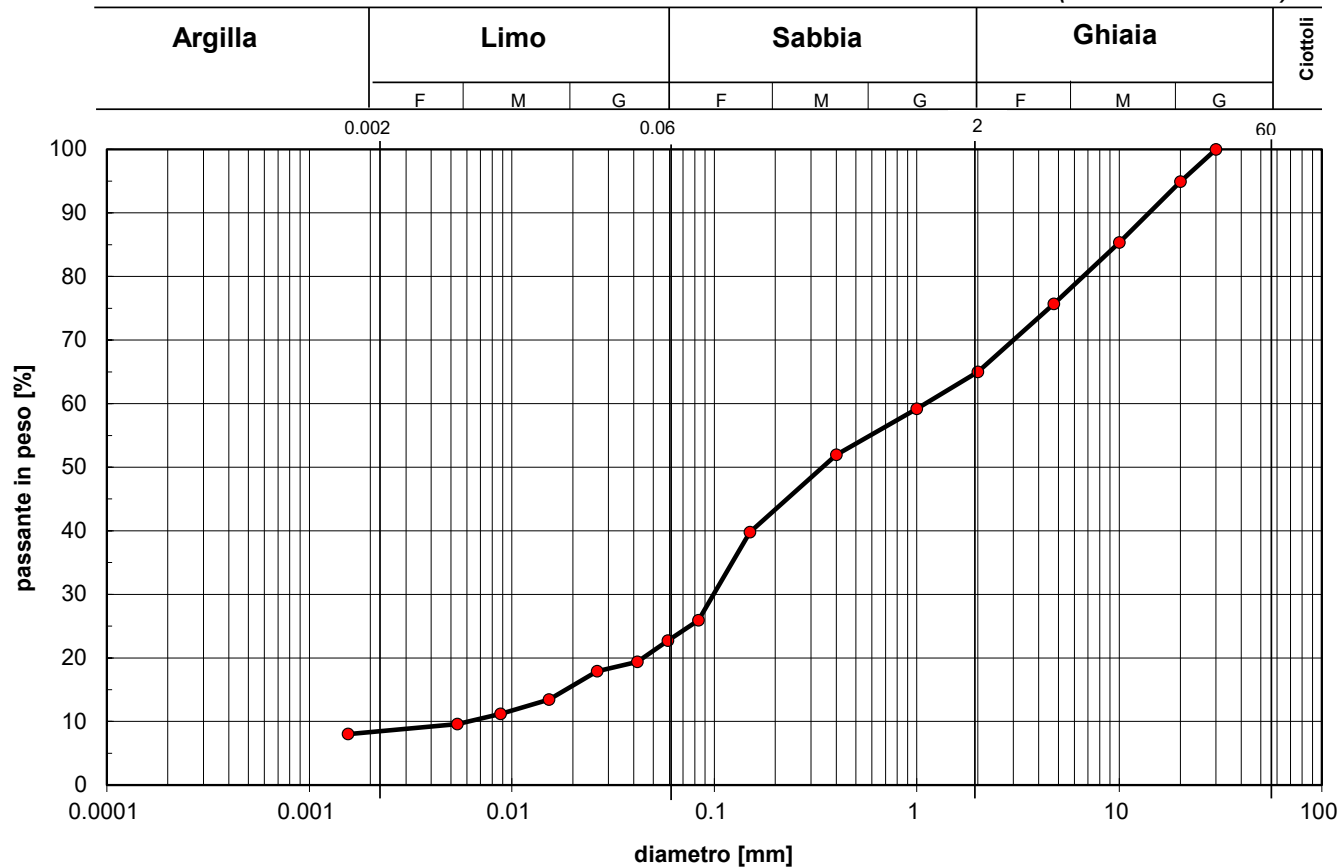
Setaccio	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante cum. [%]
UNI 10	10.00	9.57	85.33
ASTM 4	4.75	9.63	75.70
ASTM 10	2.00	10.73	64.97
ASTM 18	1.00	5.77	59.20
ASTM 40	0.40	7.23	51.97
ASTM 100 (setacc. materiale decantato)	0.15	12.17	39.80
SEDIMENTAZIONE	0.0834	13.88	25.91
	0.0590	3.20	22.72
	0.0417	3.36	19.36
	0.0264	1.44	17.92
	0.0152	4.48	13.45
	0.0088	2.24	11.21
	0.0054	1.60	9.61
	0.0016	1.60	8.01



Via Terracina, 169/d - 80125 Napoli

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (UNI EN ISO 17892-4)



Argilla (%):	8.20	Limo (%):	14.65	Sabbia (%):	42.12	Ghiaia (%):	35.03
--------------	-------------	-----------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.274 del 07/06/2018, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

(Richiesta non sottoscritta dal D.L.)

Accettazione n°	650
Prova n°	3798/04
Cod. prova:	TD3050
Data ricevimento:	14/03/2023
Data inizio prova:	05/04/2023

Profondità (m): **15.00:15.60**

quadrato L=60 mm, altezza 20 mm

Provino	Durata consolid. t_{100} (min)	Cont. d'acqua iniziale w [%]	Peso umido unità volume γ [kN/m³]	Tensione normale σ'_n [kPa]	Tensione taglio max τ [kPa]	Cont. d'acqua finale w_f [%]
1	24	16.8	19.78	294	264	19.7
2	22	16.8	19.88	441	391	19.5
3	21	16.8	19.84	589	523	19.6

[illegible]

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Accettazione n° **650**

Prova n° **3798/04**

Sondaggio: **S4**

Campione: **C3**

Profondità (m): **15.00:15.60**

Diagramma sperimentale $\tau - \delta$

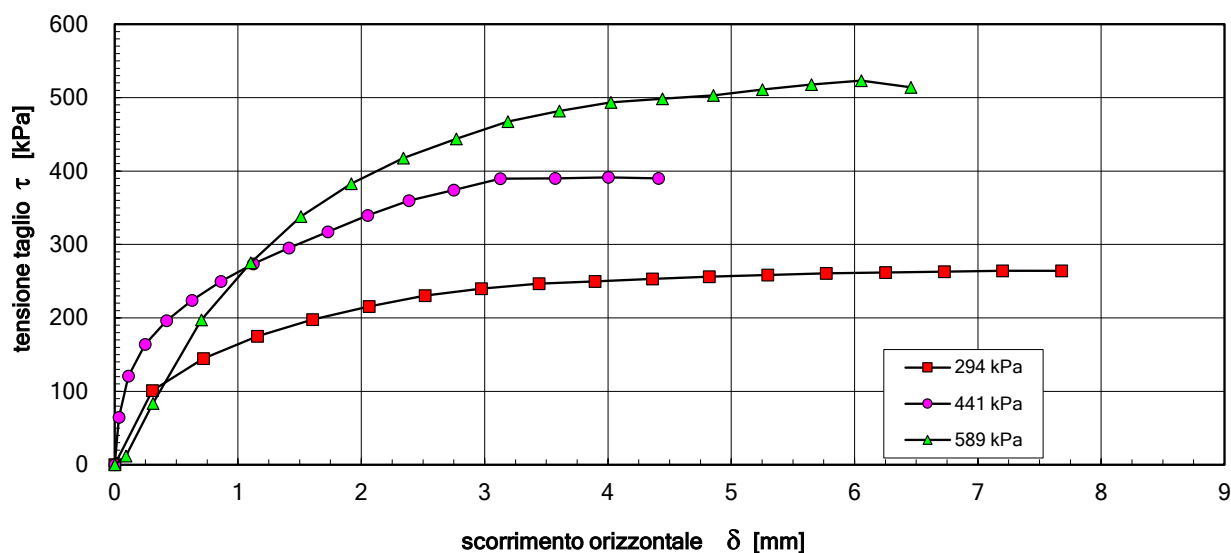
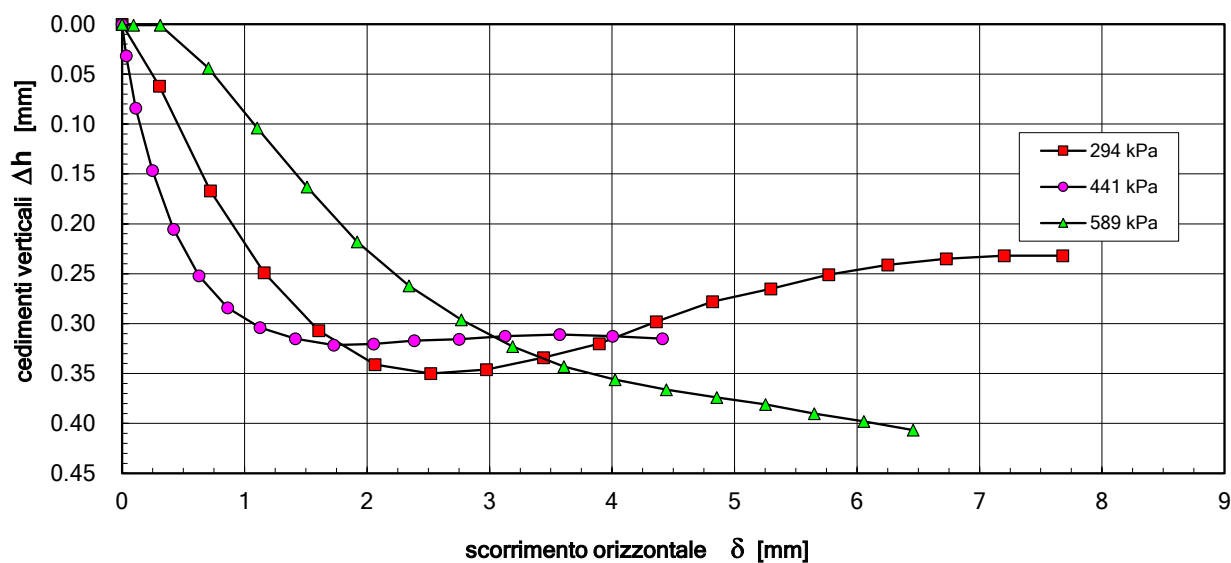


Diagramma sperimentale $\Delta h - \delta$



Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C1**

Profondità (m): **4.00:4.60**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	6.24 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	38.08 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	55.69 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Ghiaia con sabbia debolmente limosa	
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)		
Limite di liquidità	w_L =	n.d.
Limite di plasticità	w_P =	n.d.
Indice di plasticità	I_P =	n.d.
Indice di consistenza	I_C =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)		
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)		
Tensione a rottura	σ_{1r}=	n.d.

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ_s = 25.89 kN/m³
Contenuto d'acqua	w = 0.239
Peso di volume naturale	γ = 19.46 kN/m³
Peso di volume secco	γ_d = 15.71 kN/m³
Porosità	n = 0.393
Indice di porosità	e = 0.648
Grado di saturazione	S_r = 0.953

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)		
Coesione efficace c' =	15 kPa	
Angolo di attrito efficace φ' =	43°	50'
Coesione efficace res. c _r ' =	n.d.	
Angolo di attrito residuo φ _r ' =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)		
Coesione totale c _u =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	
Coesione totale c =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ =	n.d.	

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)		
In permeametro	n.d.	
In cella edometrica	n.d.	
In cella triassiale	k=	n.d. cm/s

**N.B.: LA PRESENTE TABELLA NON FA PARTE DEI CERTIFICATI DI PROVA, MA RAPPRESENTA UNA SINTESI DEI DATI ED UNA LORO POSSIBILE INTERPRETAZIONE.
IL LABORATORIO NON SI ASSUME RESPONSABILITA' CIRCA ERRONEA ELABORAZIONE DEI RISULTATI PRESENTATI, DI SPECIFICA RESPONSABILITA' DEL TECNICO INCARICATO DELL'INTERPRETAZIONE DEGLI STESSI**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C2**

Profondità (m): **10.00:10.60**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	3.51 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	34.78 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	61.71 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA:	Ghiaia con sabbia
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)		
Limite di liquidità	w_L =	n.d.
Limite di plasticità	w_P =	n.d.
Indice di plasticità	I_P =	n.d.
Indice di consistenza	I_C =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)		
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)		
Tensione a rottura	σ_{1r}=	n.d.

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ_s = n.d.
Contenuto d'acqua	w = n.d.
Peso di volume naturale	γ = n.d.
Peso di volume secco	γ_d = n.d.
Porosità	n = n.d.
Indice di porosità	e = n.d.
Grado di saturazione	S_r = n.d.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.
Coesione efficace res. c _r ' =	n.d.
Angolo di attrito residuo φ _r ' =	n.d.

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)		
Coesione totale c _u =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	
Coesione totale c =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ =	n.d.	

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)		
In permeametro	n.d.	
In cella edometrica	n.d.	
In cella triassiale	k= n.d.	cm/s

**N.B.: LA PRESENTE TABELLA NON FA PARTE DEI CERTIFICATI DI PROVA, MA RAPPRESENTA UNA SINTESI DEI DATI ED UNA LORO POSSIBILE INTERPRETAZIONE.
IL LABORATORIO NON SI ASSUME RESPONSABILITA' CIRCA ERRONEA ELABORAZIONE DEI RISULTATI PRESENTATI, DI SPECIFICA RESPONSABILITA' DEL TECNICO INCARICATO DELL'INTERPRETAZIONE DEGLI STESSI**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S3_P**

Campione: **C3**

Profondità (m): **14.00:14.60**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	4.90 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	34.09 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	61.01 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA:	Ghiaia con sabbia
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)		
Limite di liquidità	w_L =	n.d.
Limite di plasticità	w_P =	n.d.
Indice di plasticità	I_P =	n.d.
Indice di consistenza	I_C =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)		
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)		
Tensione a rottura	σ_{1r}=	n.d.

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ_s = 26.10 kN/m³
Contenuto d'acqua	w = 0.095
Peso di volume naturale	γ = 22.81 kN/m³
Peso di volume secco	γ_d = 20.83 kN/m³
Porosità	n = 0.202
Indice di porosità	e = 0.253
Grado di saturazione	S_r = 1.000

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)		
Coesione efficace c' =	93 kPa	
Angolo di attrito efficace φ' =	43°	45'
Coesione efficace res. c _r ' =	n.d.	
Angolo di attrito residuo φ _r ' =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)		
Coesione totale c _u =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	
Coesione totale c =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ =	n.d.	

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)		
In permeametro	n.d.	
In cella edometrica	n.d.	
In cella triassiale	k=	n.d. cm/s

**N.B.: LA PRESENTE TABELLA NON FA PARTE DEI CERTIFICATI DI PROVA, MA RAPPRESENTA UNA SINTESI DEI DATI ED UNA LORO POSSIBILE INTERPRETAZIONE.
IL LABORATORIO NON SI ASSUME RESPONSABILITA' CIRCA ERRONEA ELABORAZIONE DEI RISULTATI PRESENTATI, DI SPECIFICA RESPONSABILITA' DEL TECNICO INCARICATO DELL'INTERPRETAZIONE DEGLI STESSI**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4**

Campione: **C1**

Profondità (m): **5.00:5.50**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	3.83 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	36.10 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	60.07 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA:	Ghiaia con sabbia
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	w_L = n.d.
Limite di plasticità	w_P = n.d.
Indice di plasticità	I_P = n.d.
Indice di consistenza	I_C = n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa	
Modulo Edometrico	M= n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v= n.d.
Permeabilità	k= n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa	
Modulo Edometrico	M= n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v= n.d.
Permeabilità	k= n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa	
Modulo Edometrico	M= n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v= n.d.
Permeabilità	k= n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa	
Modulo Edometrico	M= n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v= n.d.
Permeabilità	k= n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa	
Modulo Edometrico	M= n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v= n.d.
Permeabilità	k= n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	σ_{1r}= n.d

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ_s = n.d.
Contenuto d'acqua	w = n.d.
Peso di volume naturale	γ = n.d.
Peso di volume secco	γ_d= n.d.
Porosità	n = n.d.
Indice di porosità	e = n.d.
Grado di saturazione	S_r = n.d.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.
Coesione efficace res. c _r ' =	n.d.
Angolo di attrito residuo φ _r ' =	n.d.

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d. n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c _u =	n.d.
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.
Coesione totale c =	n.d.
Angolo di attrito totale φ =	n.d.

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	k= n.d. cm/s

**N.B.: LA PRESENTE TABELLA NON FA PARTE DEI CERTIFICATI DI PROVA, MA RAPPRESENTA UNA SINTESI DEI DATI ED UNA LORO POSSIBILE INTERPRETAZIONE.
IL LABORATORIO NON SI ASSUME RESPONSABILITA' CIRCA ERRONEA ELABORAZIONE DEI RISULTATI PRESENTATI, DI SPECIFICA RESPONSABILITA' DEL TECNICO INCARICATO DELL'INTERPRETAZIONE DEGLI STESSI**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4**

Campione: **C2**

Profondità (m): **11.00:11.60**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	0.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	5.79 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	26.79 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	67.42 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Ghiaia con sabbia debolmente limosa	
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)		
Limite di liquidità	w_L =	n.d.
Limite di plasticità	w_P =	n.d.
Indice di plasticità	I_P =	n.d.
Indice di consistenza	I_C =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)		
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)		
Tensione a rottura	σ_{1r}=	n.d.

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ_s = 25.70 kN/m³
Contenuto d'acqua	w = 0.170
Peso di volume naturale	γ = 20.80 kN/m³
Peso di volume secco	γ_d = 17.77 kN/m³
Porosità	n = 0.308
Indice di porosità	e = 0.446
Grado di saturazione	Sr = 1.000

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)		
Coesione efficace c' =	15 kPa	
Angolo di attrito efficace φ' =	46°	55'
Coesione efficace res. c _r ' =	n.d.	
Angolo di attrito residuo φ _r ' =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)		
Coesione totale c _u =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	
Coesione totale c =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ =	n.d.	

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)		
In permeametro	n.d.	
In cella edometrica	n.d.	
In cella triassiale	k=	n.d. cm/s

**N.B.: LA PRESENTE TABELLA NON FA PARTE DEI CERTIFICATI DI PROVA, MA RAPPRESENTA UNA SINTESI DEI DATI ED UNA LORO POSSIBILE INTERPRETAZIONE.
IL LABORATORIO NON SI ASSUME RESPONSABILITA' CIRCA ERRONEA ELABORAZIONE DEI RISULTATI PRESENTATI, DI SPECIFICA RESPONSABILITA' DEL TECNICO INCARICATO DELL'INTERPRETAZIONE DEGLI STESSI**

Committente: **NORD ING_FNM GROUP**

Indagine: **Comune di Lomazzo (CO) - Via Braghe**

Sondaggio: **S4**

Campione: **C3**

Profondità (m): **15.00:15.60**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	8.20 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	14.65 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	42.12 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	35.03 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Sabbia con ghiaia limosa deb. argillosa	
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)		
Limite di liquidità	w_L =	n.d.
Limite di plasticità	w_P =	n.d.
Indice di plasticità	I_P =	n.d.
Indice di consistenza	I_C =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)		
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa		
Modulo Edometrico	M=	n.d.
Coeff. di consolidazione	C_v=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)		
Tensione a rottura	σ_{1r}=	n.d.

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ_s = 26.19 kN/m³
Contenuto d'acqua	w = 0.168
Peso di volume naturale	γ = 20.02 kN/m³
Peso di volume secco	γ_d = 17.13 kN/m³
Porosità	n = 0.346
Indice di porosità	e = 0.528
Grado di saturazione	S_r = 0.834

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)		
Coesione efficace c' =	4 kPa	
Angolo di attrito efficace φ' =	41°	20'
Coesione efficace res. c _r ' =	n.d.	
Angolo di attrito residuo φ _r ' =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)		
Coesione totale c _u =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	
Coesione totale c =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ =	n.d.	

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)		
In permeametro	n.d.	
In cella edometrica	n.d.	
In cella triassiale	k=	n.d. cm/s

**N.B.: LA PRESENTE TABELLA NON FA PARTE DEI CERTIFICATI DI PROVA, MA RAPPRESENTA UNA SINTESI DEI DATI ED UNA LORO POSSIBILE INTERPRETAZIONE.
IL LABORATORIO NON SI ASSUME RESPONSABILITA' CIRCA ERRONEA ELABORAZIONE DEI RISULTATI PRESENTATI, DI SPECIFICA RESPONSABILITA' DEL TECNICO INCARICATO DELL'INTERPRETAZIONE DEGLI STESSI**


NORD_ING FNM Group

**INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER PROGETTO SOTTOPASSO
CICLOPEDONALE VIA BRAGHE**

Responsabile Commessa

Ing. Rosangela Graglia

RISPOSTA SISMICA LOCALE

LOMAZZO (COMO)

CODICE PROGETTO

G	_	N	I	S	_	1	0	_	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

DATA

19/04/2023

REVISIONE

0	1
---	---

PAGINE

30

Gruppo di Lavoro

Ph.D. Geol. Salvatore Costabile

Direttore Tecnico - Geologo Senior

Dott. Geol. Fabio Lombardi

Geologo Senior – Sez. A

Dott. Geol. Fabio Liguori

Geologo Junior

Dott.ssa Ada Di Simone

Geofisico

rev.	descrizione	data	redatto	verificato
1	Emissione	19/04/2023	Geol. Fabio Lombardi	Ph.D. Geol. Salvatore Costabile
2				
3				



Sommario

PREMESSA.....	3
RIFERIMENTI NORMATIVI	4
1. MODELLAZIONE SISMICA E RISPOSTA LOCALE	5
1.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	7
1.2. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA.....	10
1.3. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE E COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	13
2. RISPOSTA SISMICA LOCALE	14
2.1. DATI DI BASE E ANALISI DI DISAGGREGAZIONE	15
2.2. ELABORAZIONE DEI DATI: MODELLAZIONE.....	18
2.3. RISULTATI OTTENUTI.....	21

PREMESSA

La presente relazione illustra lo studio di Risposta Sismica Locale, effettuata per conto di **NORD_ING Gruppo FNM**, nell'ambito del contratto n. 4500165817, stipulato in data 05/09/2022 ed avente ad oggetto "Prove geotecniche, sondaggi geognostici, prove/analisi di laboratorio, diagnostica strutturale". La campagna d'indagini, commessa E.10.A, ha previsto la realizzazione di "Indagini geognostiche e geofisiche per progetto sottopasso ciclopedonale via Braghe", presso il Comune di Lomazzo (CO).

L'obiettivo del seguente studio, in unione con le indagini geofisiche riportato nell'apposito report allegato, è stato quello di definire il modello geologico e geologico – tecnico dell'area. Inoltre ha permesso di descrivere, dal punto di vista sismo-stratigrafico, il sottosuolo dell'area di indagine e di definire, in accordo con quanto prescritto dalle NTC 2018, le litologie riscontrate in termini di categorie di sottosuolo. Ciò ha permesso infine di ricavare la Risposta Sismica Locale, fondamentale per la verifica di vulnerabilità sismica degli edifici/strutture.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la realizzazione della campagna geognostica e geofisica e delle lavorazioni relative sono stati seguiti i criteri e le modalità definite dalle seguenti normative tecniche di settore:

- Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- UNI ENV 1977-3 (2002). Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.
- ASTM D4220-95 (2000). Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples.
- UNI EN ISO 14688-1:2003. Indagini e prove geotecniche-Identificazione e classificazione dei terreni-Identificazione e descrizione.
- ASTM D2487-00. Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- ASTM D2488-00. Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual Manual Procedure).
- BS 1377-1990. Methods of test for soils for civil engineering purposes.
- ASTM D653-02. Standard terminology relating to soil, rock, and contained fluids.
- CNR-UNI N.10006. Costruzione e manutenzione delle strade. Tecnica di impiego delle terre.
- ASTM D3282-93 (1997). Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.
- ASTM C119-01. Standard Terminology Relating to Dimension Stone.
- UNI EN 932-3 (1998). Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata.
- Raccomandazioni AGI per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977).

1. MODELLAZIONE SISMICA E RISPOSTA LOCALE

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Il sito di riferimento sarà dunque caratterizzato da sottosuolo di categoria A e superficie topografica di categoria T1. In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A);
- F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Facendo riferimento ad informazioni così dettagliate e puntuali è possibile adottare, nella progettazione e verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione e all'uso cui essa è destinata, consentendo soluzioni più appropriate ed anche economiche, e nello stesso tempo, trattare le problematiche connesse alla pericolosità sismica adottando una classificazione sismica riferibile anche a porzioni territoriali dei singoli comuni. Nei confronti delle azioni sismiche, riferendosi alla costruzione nella sua complessità, quindi includendo elementi strutturali, non strutturali ed impianti, vengono identificate due categorie di Stato Limite, quelli di *esercizio* e quelli denominati *ultimi*, che a loro volta si suddividono in altre due sottocategorie.

➤ Stati limite di Esercizio, che sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** al seguito del terremoto la costruzione, nel suo complesso, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significanti;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione, nel suo complesso, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non comprometter significativamente la capacità di resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni

verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;

➤ Stati Limite Ultimi, che sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una significativa rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

1.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Le azioni sismiche di un progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfonologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. In particolare la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , e costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche; in particolare viene definita come la *probabilità che in una data area e in un certo intervallo di tempo accada un terremoto che superi una soglia d'intensità, magnitudo o accelerazione di picco (PGA)* di nostro interesse.

Nel caso specifico, il territorio di Lomazzo è classificato come “**Zona sismica 4**” indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.2129 entrata in vigore il 10 aprile 2016. Tale zona presenta valori di accelerazione al suolo (PGA) inferiori ai 0.05 g ed ha una sismicità bassa, quindi è una zona che nell'intero territorio nazionale presenta il minor rischio sismico, essendo possibili scosse lievi e sporadiche, con bassa possibilità di arrecare danni.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, fornito dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>) la cabina ricade sul nodo con ID:11149 (posto nel centro della mappa) che presenta valori di accelerazioni di picco orizzontali del suolo con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido, compreso tra $0,025 < a_g < 0,050$ come mostrato nella Figura 1.

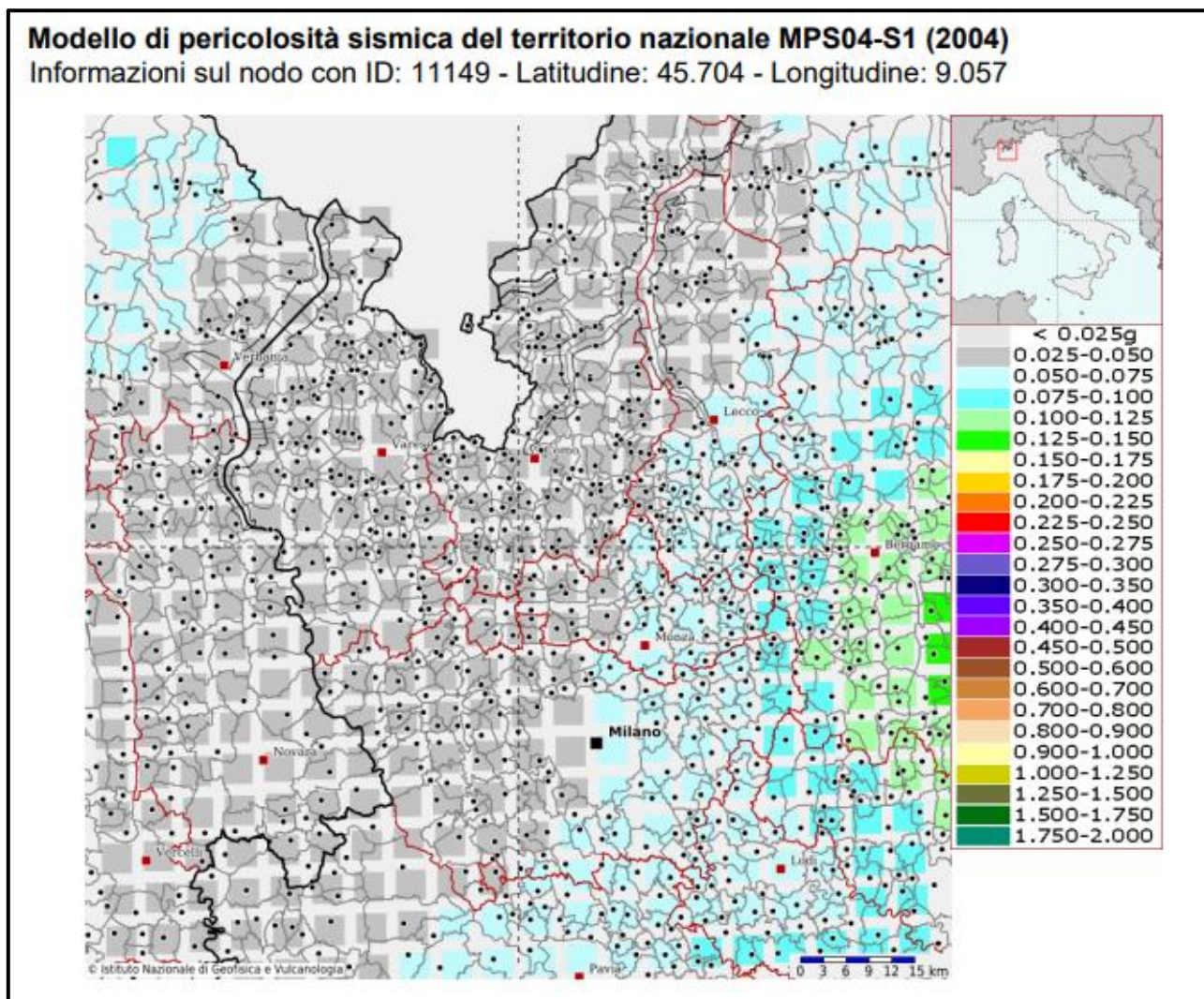


Figura 1 – Modello di pericolosità sismica INGV.

I suddetti valori devono essere quindi riformulati in base ai parametri sismici riferibili ad un sottopasso. È necessario infatti considerare la Vita Nominale dell'opera, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, anche soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per un edificio scolastico, tale valore VN dev'essere pari

almeno a 50 anni e tale verrà ipotizzato nel calcolo dello spettro di risposta sismica. Le azioni sismiche saranno quindi valutate in relazione a un periodo di riferimento VR che si ricava moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU, quest'ultimo definito sulla base della classe d'uso dell'edificio. Per gli edifici scolastici la classe d'uso dev'essere pari alla Classe III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi). Infine la valutazione della sicurezza e la progettazione dovranno essere eseguite, in accordo a quanto prescritto nel Capitolo 7 delle NTC 2018, con riferimento agli Stati Limite Ultimi e di Esercizio. Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC).

1.2. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Una volta definita la pericolosità sismica di base, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale mediante il ricorso ad un approccio semplificato al fine di ottenere la categoria del suolo di fondazione del sito in esame così come definita nella *Tabella 1*.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
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>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
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>

Tabella 1 – Classificazione sismica del sottosuolo.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, velocità equivalente v_{Seq} (espressa in **m/s**), definita dalla seguente relazione:

$$v_{Seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_{Si}}}$$

Dove:

- **H** rappresenta la profondità del substrato, espressa in metri (**m**), alla quale si riscontra una velocità delle onde S superiore a **800 m/s**, che fa riferimento a una roccia o terreno molto rigido;
- **h_i** è lo spessore dell'*i*-esimo strato espresso in metri (**m**);
- **N** rappresentano il numero di strati;

- V_{S_i} è la velocità delle onde S relative all'i-esimo strato considerato.

Per depositi con profondità H del substrato superiore ai trenta metri (**30 m**), la velocità equivalente delle onde di taglio v_{Seq} è definita dal parametro v_{S30} , ottenuto ponendo $H = 30 \text{ m}$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In accordo con i piani di indagine, nel sito è stata eseguita n.1 acquisizione di sismica attiva di tipo MASW e n.1 acquisizione sismica passiva di tipo HVSR che hanno permesso di ricostruire il profilo di velocità delle onde di taglio Vs ed il calcolo della v_{S30} . È stato quindi determinato il parametro v_{S30} del sito, definendo la categoria di suolo nell'area investigata:

- Tramite l'indagine **MASW** è stata calcolata una v_{Seq} pari a **374 m/s**;
- $H=30 \text{ m}$.

Entrambe le indagini hanno quindi fornito un valore attribuibile alla categoria di suolo B:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E, i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_o e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella *Tabella 2* (Tab. 3.2.IV delle NTC2018), nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ e l'accelerazione di gravità e T_c^* e espresso in secondi.

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

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 2 – Tab 3.2.IV delle NTC2018.

Una volta definita la pericolosità sismica di base, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale mediante il ricorso ad un approccio semplificato al fine di ottenere la categoria del suolo di fondazione del sito in esame così come definita nella *Tabella 3*.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
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>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
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>

Tabella 3 – Classificazione sismica del sottosuolo.

1.3.CONDIZIONI TOPOGRAFICHE E COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T . Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15° , altrimenti si applicano i criteri indicati nel capitolo 3.2.2. del D.M. 17.01.2018 secondo le categorie topografiche indicate nelle tabelle seguenti.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

Tabella 4 – Categorie topografiche.

Nel caso in esame l'area risulta caratterizzata da gradienti di pendenza $< 15^\circ$, per cui ricade nella **categoria T1** a cui va attribuito un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,0 come riportato nella tabella 3.2 V delle N.T.C. 2018.

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

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

Tabella 5 – Valori di amplificazione topografica S_T .

2. RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'analisi di risposta sismica locale, per come dettato dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni, è un tipo di studio approfondito che deve essere applicato qualora le costruzioni ricadano in classe d'uso III o IV, quando si riscontrano delle significative inversioni nel profilo di velocità delle onde di taglio, o quando la morfologia di superficie e/o della stratigrafia non è considerata semplice.

Attraverso questa metodologia si valutano le variazioni in termini di ampiezza e frequenza, che subisce un input sismico (accelerogramma spettro-compatibile) nella sua propagazione dal substrato sismico (velocità delle onde di taglio di almeno 800 m/s) fino alla superficie (o al piano di imposta delle fondazioni), a seconda delle caratteristiche fisico-meccaniche degli strati attraversati.

L'input sismico è rappresentato da almeno una settupla di accelerogrammi naturali qualora la valutazione sia effettuata sul loro spettro medio (o in alternativa da 7 accelerogrammi per la direzione X, e 7 accelerogrammi per la direzione Y, entrambi riferiti alla componente orizzontale). L'impiego di accelerogrammi artificiali o sintetici non è consentito dalle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17/01/2018). Lo spettro di risposta in accelerazione di input, deve avere una forma spettrale compatibile con quella del sito in esame; gli accelerogrammi naturali provengono da registrazioni reali di eventi sismici. La loro scelta si basa sulla disaggregazione, ovvero il contributo alla pericolosità del sito che è dato da una determinata sorgente sismogenetica posta ad una certa distanza epicentrale R che genera un evento di magnitudo M.

Le fasi per eseguire la risposta sismica locale sono le seguenti:

- Scelta dell'input sismico spettro-compatibile con quello del sito in esame riferito ad un suolo rigido attraverso un'analisi di disaggregazione per gli stati limite richiesti;
- Definizione della stratigrafia compresa nell'intervallo bedrock sismico – superficie (o piano di imposta delle fondazioni) e caratterizzazione fisico-meccanica;
- Calcolo dell'output sismico alla superficie (o al piano di posa delle fondazioni) tramite la funzione di trasferimento e di amplificazione che tiene conto delle eventuali modificazioni del segnale di input derivanti dalle differenti caratteristiche elastiche e meccaniche degli strati attraversati nella propagazione;

- Estrapolazione dei parametri dipendenti di output per la progettazione per gli stati limite richiesti.

2.1. DATI DI BASE E ANALISI DI DISAGGREGAZIONE

Per la selezione dell'input sismico utilizzato nella modellazione, si deve far riferimento ad alcune caratteristiche del sito in esame e dell'opera in progetto:

- Coordinate del sito;
- Classe d'Uso dell'opera;
- Vita nominale dell'opera;
- Stato limite di riferimento;
- Disaggregazione del sito.

Nello specifico di questo studio la riposta sismica locale è stata eseguita per tutti gli stati limite previsti dalla vigente normativa (SLO, SLD, SLV, SLC). Il sito è identificato dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 45.6825 **Longitudine:** 9.039 *Via Braghe, Lomazzo*

I dati di base dell'opera e dei siti sono riassunti nella *Tabella 6*.

PARAMETRO	VALORE
Vita Nominale della Costruzione V_N	<i>50 Anni</i>
Classe d'Uso della Costruzione	<i>Classe III</i>
Coefficiente d'Uso C_U	<i>1,5</i>
Periodo di Riferimento per la Costruzione $V_R = V_N \times C_U$	<i>75 Anni</i>

Tabella 6 – Valori di Input

Sulla base quindi dei dati sopra riportati si ottengono per i vari stati limite previsti in normativa, i valori riportati nella *Tabella 7*.

Stato Limite	Tr (anni)	a_g (g)	Fo	Tc'
Operatività (SLO)	45	0,01893	2,5512	0,1723
Danno (SLD)	75	0,02353	2,5331	0,1912
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,0454	2,6738	0,2951
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,05402	2,7372	0,3147

Tabella 7 – Valori di Tr, a_g , Fo e Tc' per edificio classe III con Vn pari a 50 anni.

La ricerca della coppia distanza–magnitudo (**disaggregazione**) utilizzate per la successiva scelta dell'input sismico, è stata fatta tramite la pagina dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia di Milano <http://esse1-gis.mi.ingv.it>, dedicata ai dati di pericolosità sismica nazionale. Successivamente, si è proceduto, con il software **REXEL** alla ricerca dell'input sismico spettro–compatibile della componente orizzontale per il sito di studio (7 accelerogrammi) e per ciascuno stato limite, facendo riferimento al database di ricerca **European Strong-motion Database (ESD)**, e a suolo di tipo rigido (A) e pianeggiante (T1).

Di seguito si riporta l'analisi di disaggregazione per l'estrapolazione degli accelerogrammi spettro – compatibili (Tabella 8).

STATO LIMITE	PROBABILITA' IN 50 ANNI	DISTANZA	MAGNITUDO
SLO	81%	90 – 130 km	4.0 – 5.5
SLD	63%	50 – 120 km	4.0 – 5.5
SLV	10%	40 – 80 km	4.5 – 6.0
SLC	5%	40 – 80 km	4.0 – 5.5

Tabella 8 – Magnitudo – Distanza utilizzati

Nella Figura 2 si riportano le combinazioni medie spettro-compatibili dello stato limite SLV, per il sito in esame, con minore scarto estrapolate da REXEL, i cui 7 accelerogrammi per combinazione che ne generano lo spettro in accelerazione medio, sono stati utilizzati come input al bed rock per l'analisi RSL ai rispettivi stati limite.

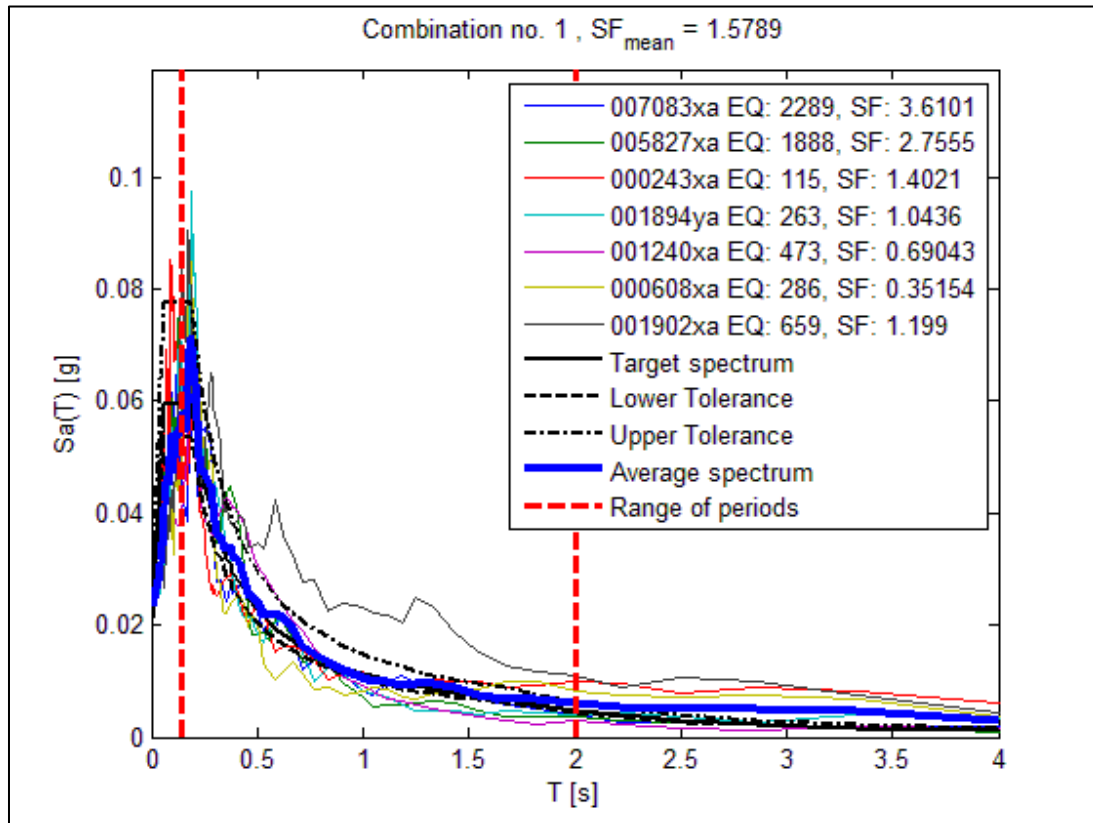


Figura 2 – Spettrogrammi utilizzati

2.2.ELABORAZIONE DEI DATI: MODELLAZIONE

Al fine di valutare la risposta sismica locale e la reale attendibilità delle Categorie di Sottosuolo e del coefficiente Topografico è stato utilizzato il codice di calcolo STRATA, all'interno del quale ciascun punto della superficie esaminato viene definito mediante un modello di sottosuolo monodimensionale, ossia a strati paralleli, in cui bisogna specificare la stratigrafia lungo la verticale considerata. Nel rispetto della normativa vigente è stata effettuata una modellazione numerica assegnando una severità dell'azione sismica con la probabilità di superamento, P , e con il periodo di ritorno, T_r , relativi agli stati limite considerati. In particolare, è stata considerata una vita nominale della costruzione (V_n) di 50 anni, una classe d'uso (C_u) di III con il relativo coefficiente pari a 1,5 e quindi una vita di riferimento $V_r = 50$ anni. A partire da queste indicazioni si è determinato un periodo di ritorno dell'azione sismica di 712 anni corrispondenti allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

Una volta estrapolati gli accelerogrammi spettro compatibili con il sito di esame, e dopo aver costruito un adeguato modello di terreno, si è proceduti all'analisi di risposta sismica locale facendo propagare gli accelerogrammi di input, opportunamente scalati rispetto alla PGA di riferimento per ciascun stato limite, dal bedrock alla superficie. Gli input sismici utilizzati sono rappresentati da una settupla di storie accelerometriche applicate alla base del modello per lo stato limite considerato e riferite agli spettri di normativa calcolati per il sito in esame, considerando un sottosuolo di roccia affiorante (classe A) con topografia sub-orizzontale (T1) e correttamente deconvoluto (v. Dynamic Analysis della ITASCA, 2018).

Il modello di terreno utilizzato nelle modellazioni è stato ricostruito sulla base di tutte le prove geofisiche e geotecniche in situ e di laboratorio, che sono state eseguite nel sito di indagine.

I parametri richiesti per la modellazione numerica di risposta sismica locale, sono:

- Spessore degli strati;
- Velocità delle onde di taglio nei singoli sismostrati identificati;
- Peso di volume;
- Parametri dinamici dei terreni (smorzamento D e modulo di taglio G/G_{max} in funzione della deformazione);
- Stima del bedrock profondo da dati bibliografici, in particolare dalla lettura e analisi del CARG (Foglio 096 "Seregno").

Riguardo la velocità delle onde di taglio dei sismostrati si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dalle prove sismiche MASW eseguite in situ; per il peso di volume alle prove di laboratorio.

Il modello sismo-stratigrafico utilizzato per l'analisi di risposta sismica locale è riportato in *Figura 3*.

Soil Types					
	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G _{max} Model	Damping Model	Damp. Limit (%)
1	Riporto	19.50	Peninsular Range, Cohesionless 0-50 ft	Peninsular Range, Cohesionless 0-50 ft	0,5
2	Ghiaia con sabbia	20.00	Vucetic & Dobry, PI = 0	Vucetic & Dobry, PI = 0	0,5
3	Sabbia grossolana	20.80	Vucetic & Dobry, PI = 0	Vucetic & Dobry, PI = 0	0,5
4	Sabbia limosa	20.02	Vucetic & Dobry, PI = 15	Vucetic & Dobry, PI = 15	0,5
5	Conglomerato	22.00	Vucetic & Dobry, PI = 0	Vucetic & Dobry, PI = 0	0,5

Site Profile				
	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	V _s (m/s)
1	0.00	3.00	Riporto	200.00
2	3.00	7.00	Ghiaia con sabbia	325.00
3	10.00	4.00	Sabbia grossolana	360.00
4	14.00	16.00	Sabbia limosa	480.00
5	30.00	Half-Space	Bedrock	800.00

Bedrock Layer	
Unit weight:	22,50 kN/m ³ <input type="text"/>
Damping:	1,00 % <input type="text"/>

Figura 3. – Modello sismo stratigrafico utilizzato nel software STRATA per l'analisi di RSL e relative coordinate per sito.

2.3.RISULTATI OTTENUTI

In Figura 4 sono raffigurati gli spettri di risposta elastica calcolati in superficie (tetto del modello) per ogni evento sismico modellizzato, la cui media è rappresentata dalla linea rossa.

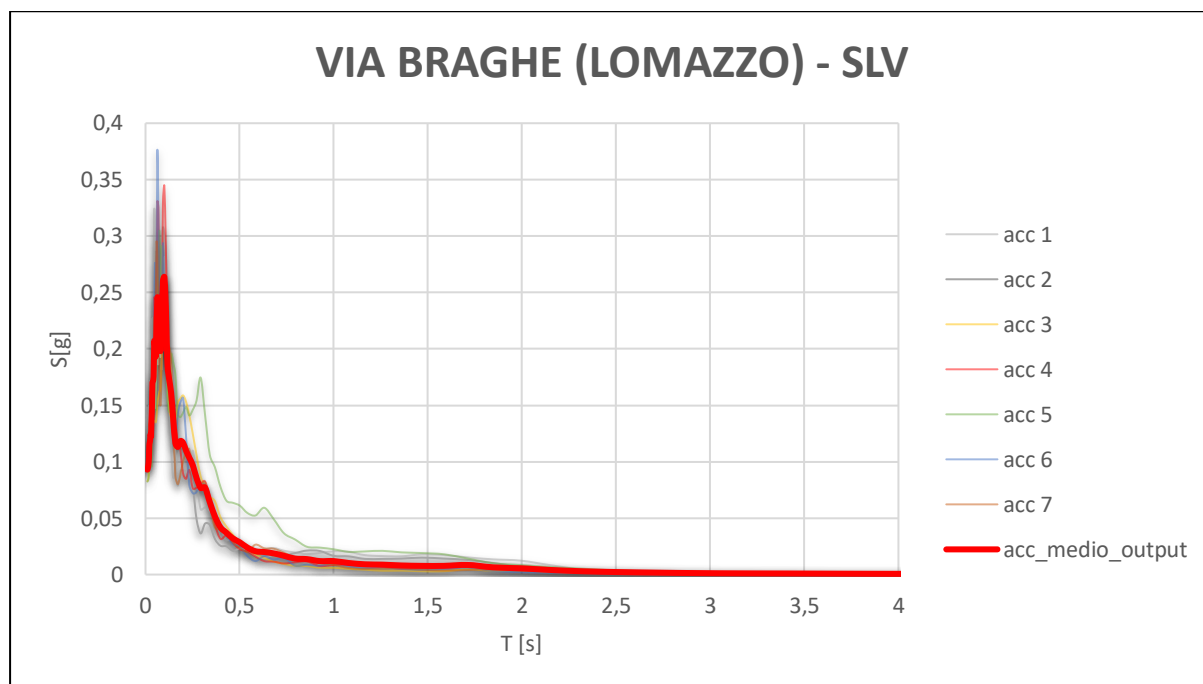


Figura 4 – Valori di SLV (Via Braghe)

Lo spettro di risposta medio viene confrontato con quelli derivanti dalla procedura semplificata di risposta sismica locale e identificabile nelle categorie di sottosuolo. In particolare, Lo spettro di risposta elastico ottenuto, presenta valori massimi di a_g di circa 0,026 a_g a circa 0,09 s.

Si va a paragonare ora lo spettro ottenuto con lo spettro di normativa di riferimento (calcolato utilizzando la categoria di sottosuolo B, coefficiente d'uso III e categoria topografica T1), riportato in Figura 5.

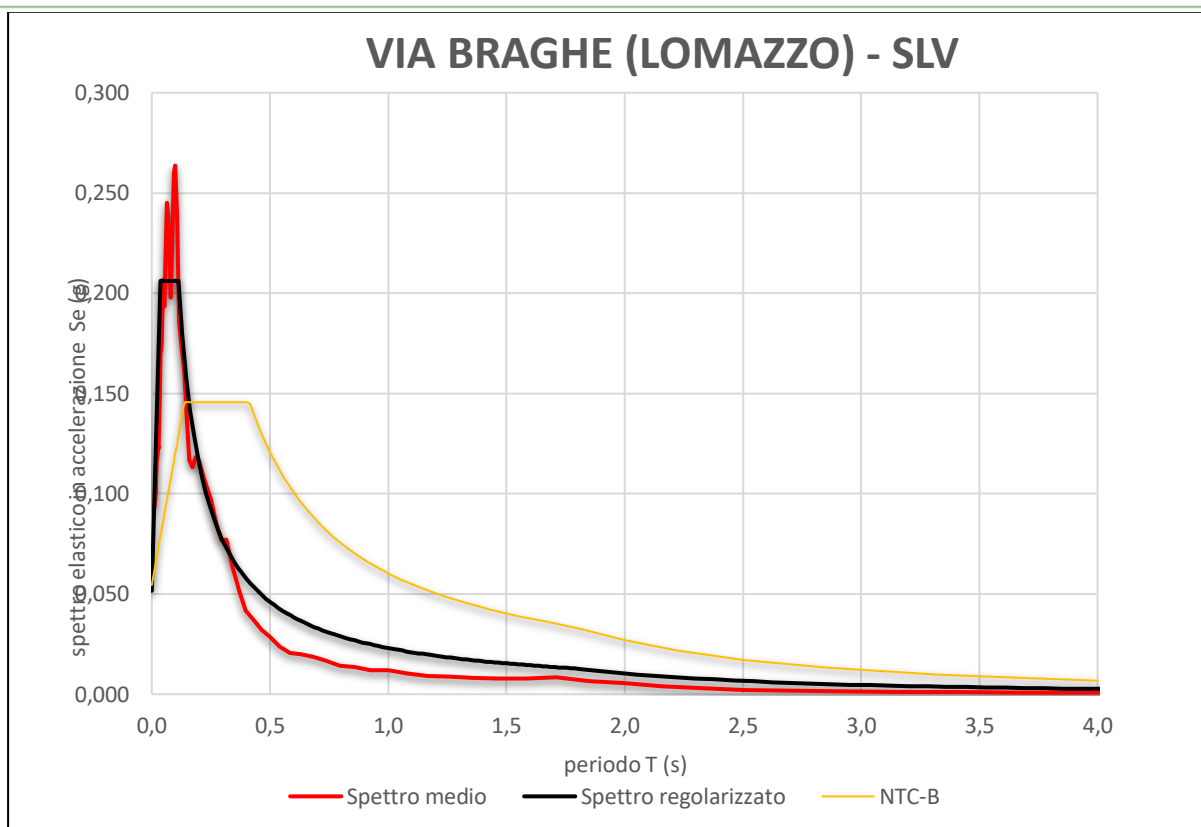


Figura 5 – Comparazione spettri di normativa con spettri di risposta

Dal grafico sopra riportato, si può osservare che per periodi inferiori a circa 0,20 s la Categoria di appartenenza B-T1 è sottostimata i valori di a_g ottenuti con la modellazione, al contrario, per periodi maggiori a 0,20 s lo spettro di sottosuolo di categoria B-T1 delle NTC sottostima i valori a_g ottenuti.

Analogamente a quanto fatto per lo stato limite di salvaguardia, attraverso il software STRATA, sono stati valutati gli spettri di risposta elastici per i restanti stati limite previsti in normativa (SLO; SLD; SLC). Di seguito si riportano i seguenti parametri sismici e relativi spettri di risposta:

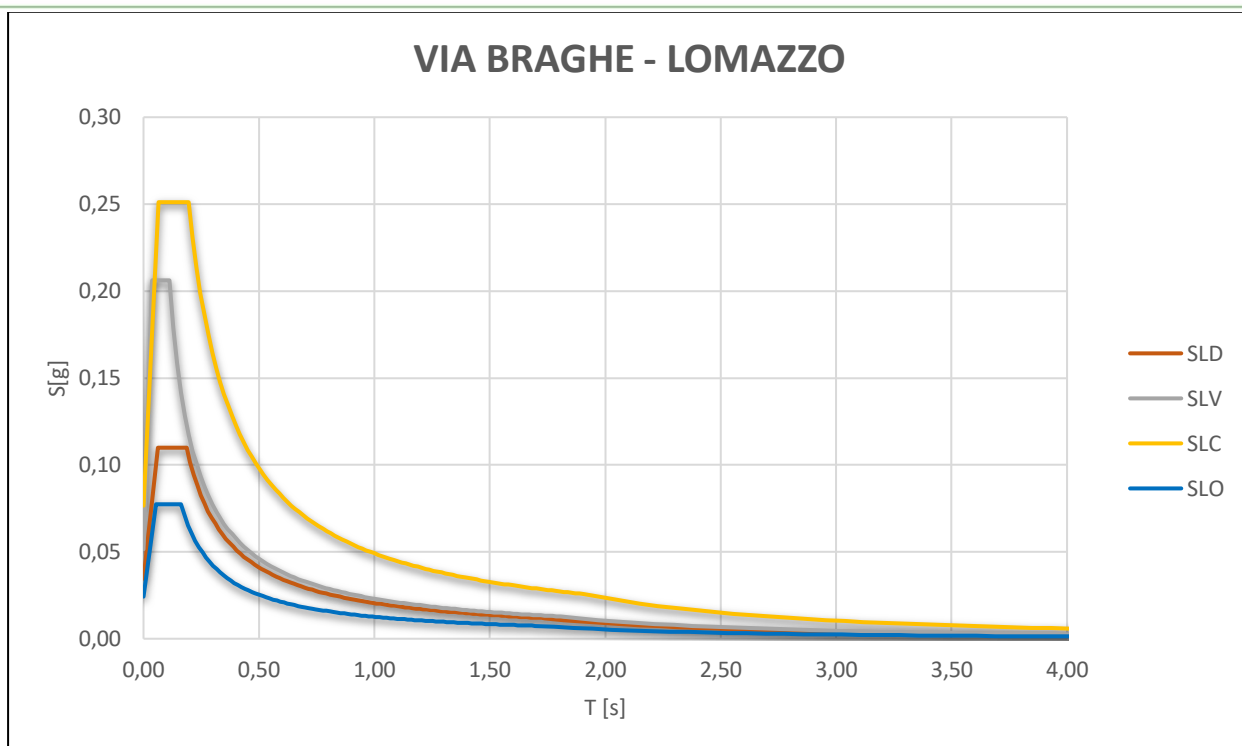


Figura 6 – Spettri elastici ottenuti per i diversi stati limite, componente orizzontale.

	Cu	a_g (g)	F_o	Tc' [s]	T_B [s]	T_c [s]	T_D [s]	Se
SLO	1,5	0,02417	3,199	0,1723	0,0544	0,1632	1,6967	0,0773
SLD	1,5	0,0346	3,175	0,1912	0,0622	0,1868	1,7384	0,1098
SLV	1,5	0,0541	4,008	0,2951	0,0372	0,1117	1,8057	0,1535
SLC	1,5	0,0763	3,287	0,3147	0,0651	0,1955	1,9055	0,2511

Tabella 8 – Valori di risposta sismica locale orizzontale.

A seguire nelle Figure 7, 8 e 9 vengono riportati gli spettri ottenuti per gli altri stati limite (SLC, SLD, SLO) a confronto con i rispettivi spettri di normativa, dai quali si desume che:

- Per SLC lo spettro di risposta è sottostimato rispetto a quello di normativa da periodi maggiori a 0.31 (al di sotto risulta avere accelerazioni maggiori rispetto a quelli di normativa);
- Per SLD lo spettro di risposta è sovrastimato rispetto a quello di normativa da periodi maggiori a 0.30 (al di sotto risulta avere accelerazioni maggiori rispetto a quelli di normativa);

- Per SLO lo spettro di risposta è sovrastimato rispetto a quello di normativa da periodi maggiori a 0.25 (al di sotto risulta avere accelerazioni maggiori rispetto a quelli di normativa).

Si riporta infine nella *Tabella 9* i valori che costruiscono gli spettri normalizzati riportati nella Figura 6.

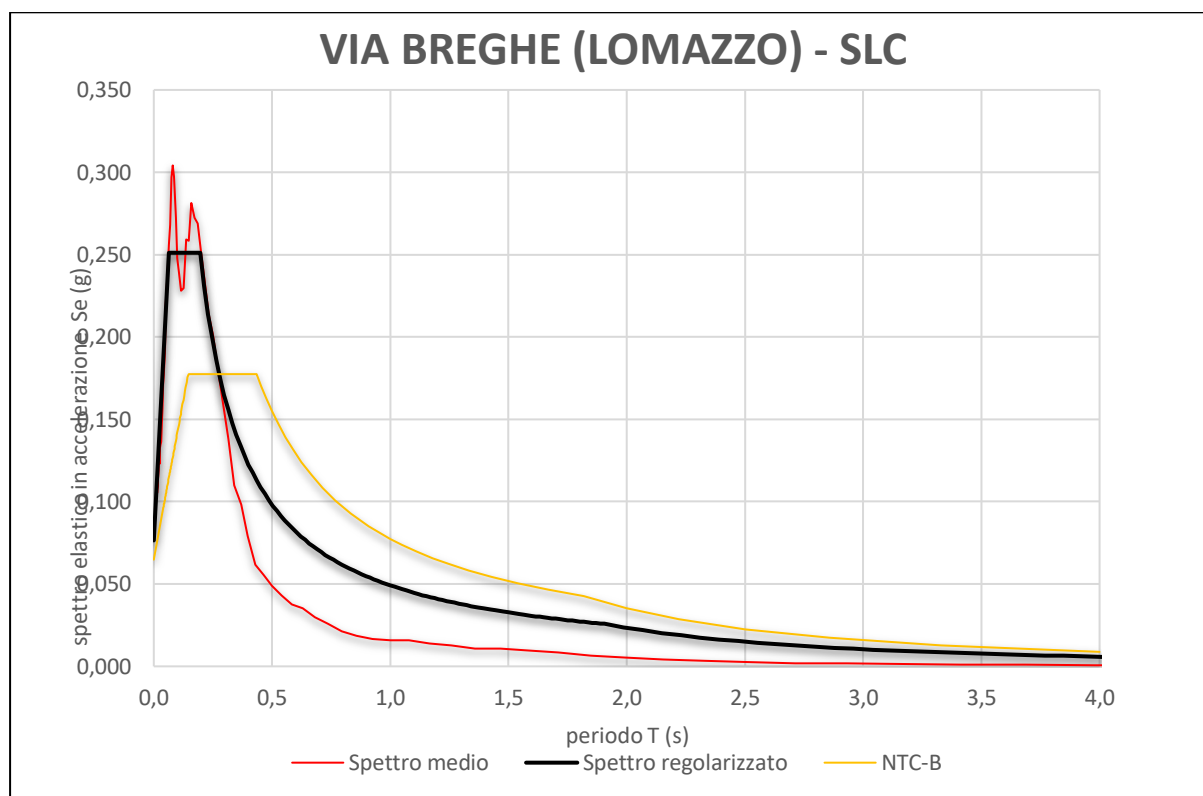


Figura 7 – Valori di SLC (Via Braghe)

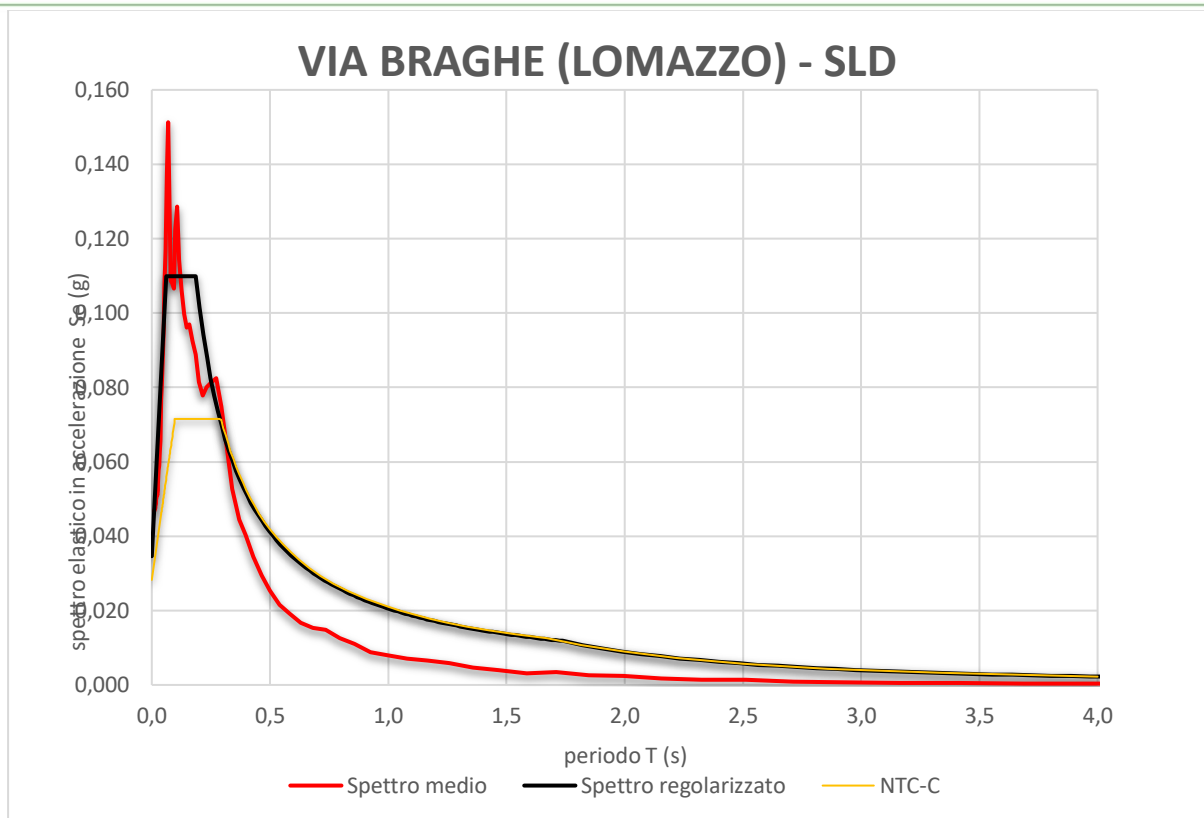


Figura 8 - Valori di SLD (Via Braghe)

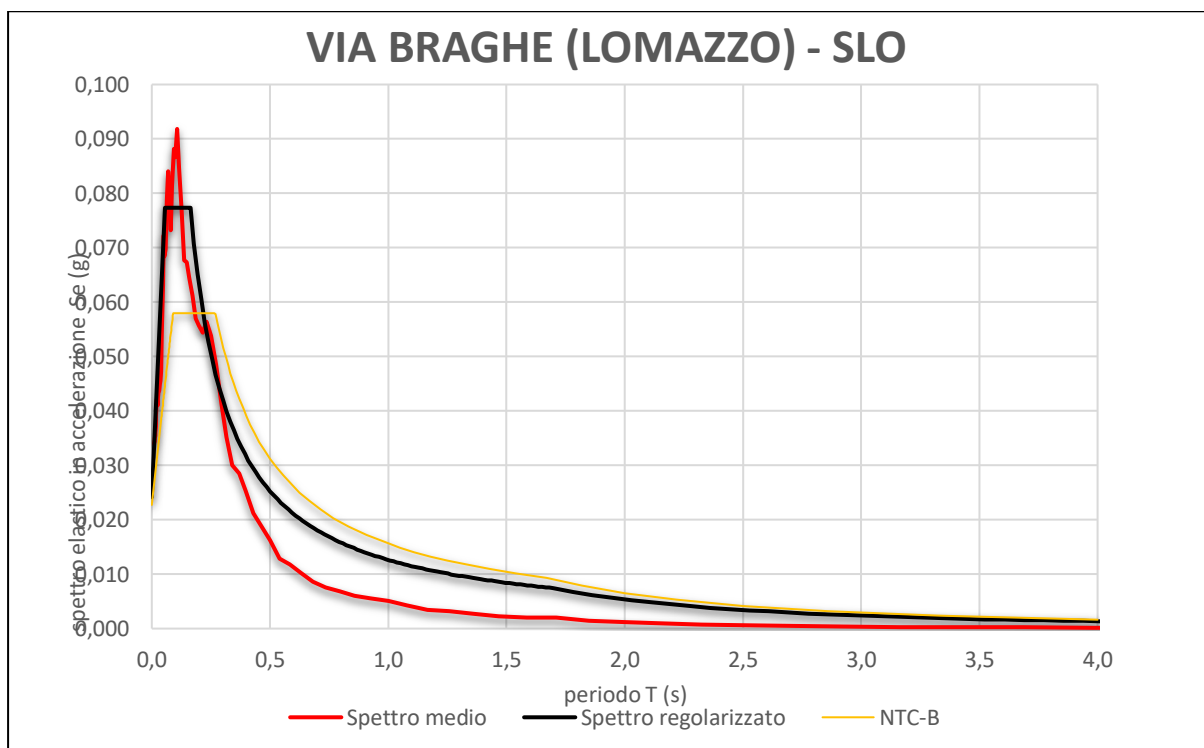


Figura 9 - Valori di SLO (Via Braghe)

SLC		SLV		SLD		SLO	
0,0000	0,0764	0,0000	0,0514	0,0000	0,0346	0,0000	0,0242
0,0652	0,2511	0,0372	0,2062	0,0623	0,1099	0,0544	0,0773
0,1955	0,2511	0,1117	0,2062	0,1869	0,1099	0,1633	0,0773
0,2126	0,2309	0,1287	0,1790	0,2024	0,1015	0,1786	0,0707
0,2297	0,2137	0,1456	0,1582	0,2179	0,0942	0,1939	0,0651
0,2468	0,1989	0,1625	0,1417	0,2334	0,0880	0,2093	0,0603
0,2639	0,1860	0,1795	0,1283	0,2489	0,0825	0,2246	0,0562
0,2810	0,1747	0,1964	0,1173	0,2645	0,0777	0,2399	0,0526
0,2981	0,1647	0,2134	0,1079	0,2800	0,0734	0,2553	0,0495
0,3152	0,1558	0,2303	0,1000	0,2955	0,0695	0,2706	0,0467
0,3323	0,1478	0,2472	0,0932	0,3110	0,0660	0,2859	0,0442
0,3494	0,1405	0,2642	0,0872	0,3265	0,0629	0,3013	0,0419
0,3665	0,1340	0,2811	0,0819	0,3420	0,0600	0,3166	0,0399
0,3836	0,1280	0,2981	0,0773	0,3575	0,0574	0,3319	0,0380
0,4007	0,1225	0,3150	0,0731	0,3731	0,0550	0,3473	0,0364
0,4178	0,1175	0,3319	0,0694	0,3886	0,0528	0,3626	0,0348
0,4349	0,1129	0,3489	0,0660	0,4041	0,0508	0,3779	0,0334
0,4520	0,1086	0,3658	0,0630	0,4196	0,0489	0,3933	0,0321
0,4691	0,1047	0,3828	0,0602	0,4351	0,0472	0,4086	0,0309
0,4862	0,1010	0,3997	0,0576	0,4506	0,0456	0,4239	0,0298
0,5033	0,0976	0,4166	0,0553	0,4661	0,0441	0,4393	0,0287
0,5204	0,0943	0,4336	0,0531	0,4817	0,0426	0,4546	0,0278
0,5375	0,0913	0,4505	0,0511	0,4972	0,0413	0,4700	0,0269
0,5546	0,0885	0,4675	0,0493	0,5127	0,0401	0,4853	0,0260
0,5717	0,0859	0,4844	0,0475	0,5282	0,0389	0,5006	0,0252
0,5888	0,0834	0,5013	0,0459	0,5437	0,0378	0,5160	0,0245
0,6059	0,0810	0,5183	0,0444	0,5592	0,0367	0,5313	0,0238
0,6230	0,0788	0,5352	0,0430	0,5748	0,0357	0,5466	0,0231
0,6401	0,0767	0,5522	0,0417	0,5903	0,0348	0,5620	0,0225
0,6572	0,0747	0,5691	0,0405	0,6058	0,0339	0,5773	0,0219
0,6743	0,0728	0,5860	0,0393	0,6213	0,0331	0,5926	0,0213
0,6914	0,0710	0,6030	0,0382	0,6368	0,0322	0,6080	0,0208
0,7085	0,0693	0,6199	0,0372	0,6523	0,0315	0,6233	0,0203
0,7256	0,0677	0,6369	0,0362	0,6678	0,0307	0,6386	0,0198
0,7427	0,0661	0,6538	0,0352	0,6834	0,0301	0,6540	0,0193
0,7598	0,0646	0,6707	0,0343	0,6989	0,0294	0,6693	0,0189
0,7769	0,0632	0,6877	0,0335	0,7144	0,0287	0,6846	0,0184
0,7940	0,0618	0,7046	0,0327	0,7299	0,0281	0,7000	0,0180
0,8111	0,0605	0,7216	0,0319	0,7454	0,0275	0,7153	0,0177
0,8282	0,0593	0,7385	0,0312	0,7609	0,0270	0,7306	0,0173
0,8453	0,0581	0,7554	0,0305	0,7765	0,0264	0,7460	0,0169

0,8624	0,0569	0,7724	0,0298	0,7920	0,0259	0,7613	0,0166
0,8795	0,0558	0,7893	0,0292	0,8075	0,0254	0,7766	0,0163
0,8966	0,0548	0,8063	0,0286	0,8230	0,0250	0,7920	0,0159
0,9137	0,0537	0,8232	0,0280	0,8385	0,0245	0,8073	0,0156
0,9308	0,0528	0,8401	0,0274	0,8540	0,0240	0,8226	0,0154
0,9479	0,0518	0,8571	0,0269	0,8695	0,0236	0,8380	0,0151
0,9650	0,0509	0,8740	0,0264	0,8851	0,0232	0,8533	0,0148
0,9821	0,0500	0,8910	0,0259	0,9006	0,0228	0,8686	0,0145
0,9992	0,0491	0,9079	0,0254	0,9161	0,0224	0,8840	0,0143
1,0163	0,0483	0,9248	0,0249	0,9316	0,0220	0,8993	0,0140
1,0334	0,0475	0,9418	0,0245	0,9471	0,0217	0,9146	0,0138
1,0505	0,0467	0,9587	0,0240	0,9626	0,0213	0,9300	0,0136
1,0676	0,0460	0,9757	0,0236	0,9782	0,0210	0,9453	0,0134
1,0847	0,0453	0,9926	0,0232	0,9937	0,0207	0,9607	0,0131
1,1018	0,0446	1,0095	0,0228	1,0092	0,0203	0,9760	0,0129
1,1189	0,0439	1,0265	0,0224	1,0247	0,0200	0,9913	0,0127
1,1360	0,0432	1,0434	0,0221	1,0402	0,0197	1,0067	0,0125
1,1531	0,0426	1,0604	0,0217	1,0557	0,0195	1,0220	0,0124
1,1702	0,0420	1,0773	0,0214	1,0712	0,0192	1,0373	0,0122
1,1873	0,0414	1,0942	0,0210	1,0868	0,0189	1,0527	0,0120
1,2044	0,0408	1,1112	0,0207	1,1023	0,0186	1,0680	0,0118
1,2215	0,0402	1,1281	0,0204	1,1178	0,0184	1,0833	0,0117
1,2386	0,0396	1,1450	0,0201	1,1333	0,0181	1,0987	0,0115
1,2557	0,0391	1,1620	0,0198	1,1488	0,0179	1,1140	0,0113
1,2728	0,0386	1,1789	0,0195	1,1643	0,0176	1,1293	0,0112
1,2899	0,0381	1,1959	0,0193	1,1799	0,0174	1,1447	0,0110
1,3070	0,0376	1,2128	0,0190	1,1954	0,0172	1,1600	0,0109
1,3241	0,0371	1,2297	0,0187	1,2109	0,0170	1,1753	0,0107
1,3412	0,0366	1,2467	0,0185	1,2264	0,0167	1,1907	0,0106
1,3583	0,0361	1,2636	0,0182	1,2419	0,0165	1,2060	0,0105
1,3754	0,0357	1,2806	0,0180	1,2574	0,0163	1,2213	0,0103
1,3925	0,0353	1,2975	0,0178	1,2729	0,0161	1,2367	0,0102
1,4096	0,0348	1,3144	0,0175	1,2885	0,0159	1,2520	0,0101
1,4267	0,0344	1,3314	0,0173	1,3040	0,0157	1,2673	0,0100
1,4438	0,0340	1,3483	0,0171	1,3195	0,0156	1,2827	0,0098
1,4609	0,0336	1,3653	0,0169	1,3350	0,0154	1,2980	0,0097
1,4780	0,0332	1,3822	0,0167	1,3505	0,0152	1,3133	0,0096
1,4951	0,0328	1,3991	0,0165	1,3660	0,0150	1,3287	0,0095
1,5122	0,0325	1,4161	0,0163	1,3816	0,0149	1,3440	0,0094
1,5293	0,0321	1,4330	0,0161	1,3971	0,0147	1,3593	0,0093
1,5464	0,0318	1,4500	0,0159	1,4126	0,0145	1,3747	0,0092
1,5635	0,0314	1,4669	0,0157	1,4281	0,0144	1,3900	0,0091

1,5806	0,0311	1,4838	0,0155	1,4436	0,0142	1,4053	0,0090
1,5977	0,0307	1,5008	0,0153	1,4591	0,0141	1,4207	0,0089
1,6148	0,0304	1,5177	0,0152	1,4746	0,0139	1,4360	0,0088
1,6319	0,0301	1,5347	0,0150	1,4902	0,0138	1,4513	0,0087
1,6490	0,0298	1,5516	0,0148	1,5057	0,0136	1,4667	0,0086
1,6661	0,0295	1,5685	0,0147	1,5212	0,0135	1,4820	0,0085
1,6832	0,0292	1,5855	0,0145	1,5367	0,0134	1,4974	0,0084
1,7003	0,0289	1,6024	0,0144	1,5522	0,0132	1,5127	0,0083
1,7174	0,0286	1,6194	0,0142	1,5677	0,0131	1,5280	0,0083
1,7345	0,0283	1,6363	0,0141	1,5833	0,0130	1,5434	0,0082
1,7516	0,0280	1,6532	0,0139	1,5988	0,0128	1,5587	0,0081
1,7687	0,0278	1,6702	0,0138	1,6143	0,0127	1,5740	0,0080
1,7858	0,0275	1,6871	0,0137	1,6298	0,0126	1,5894	0,0079
1,8029	0,0272	1,7041	0,0135	1,6453	0,0125	1,6047	0,0079
1,8200	0,0270	1,7210	0,0134	1,6608	0,0124	1,6200	0,0078
1,8371	0,0267	1,7379	0,0133	1,6763	0,0123	1,6354	0,0077
1,8542	0,0265	1,7549	0,0131	1,6919	0,0121	1,6507	0,0077
1,8713	0,0262	1,7718	0,0130	1,7074	0,0120	1,6660	0,0076
1,8884	0,0260	1,7888	0,0129	1,7229	0,0119	1,6814	0,0075
1,9055	0,0258	1,8057	0,0128	1,7384	0,0118	1,6967	0,0074
1,9865	0,0237	1,8876	0,0117	1,8210	0,0108	1,7797	0,0068
2,0674	0,0219	1,9696	0,0107	1,9036	0,0099	1,8628	0,0062
2,1484	0,0203	2,0515	0,0099	1,9863	0,0090	1,9458	0,0057
2,2293	0,0188	2,1335	0,0091	2,0689	0,0083	2,0288	0,0052
2,3103	0,0175	2,2154	0,0085	2,1515	0,0077	2,1119	0,0048
2,3912	0,0164	2,2974	0,0079	2,2341	0,0072	2,1949	0,0044
2,4721	0,0153	2,3793	0,0073	2,3167	0,0067	2,2779	0,0041
2,5531	0,0144	2,4612	0,0069	2,3993	0,0062	2,3610	0,0038
2,6340	0,0135	2,5432	0,0064	2,4819	0,0058	2,4440	0,0036
2,7150	0,0127	2,6251	0,0060	2,5646	0,0054	2,5270	0,0034
2,7959	0,0120	2,7071	0,0057	2,6472	0,0051	2,6101	0,0031
2,8769	0,0113	2,7890	0,0053	2,7298	0,0048	2,6931	0,0030
2,9578	0,0107	2,8710	0,0050	2,8124	0,0045	2,7761	0,0028
3,0388	0,0101	2,9529	0,0048	2,8950	0,0043	2,8592	0,0026
3,1197	0,0096	3,0348	0,0045	2,9776	0,0040	2,9422	0,0025
3,2007	0,0091	3,1168	0,0043	3,0603	0,0038	3,0252	0,0023
3,2816	0,0087	3,1987	0,0041	3,1429	0,0036	3,1083	0,0022
3,3625	0,0083	3,2807	0,0039	3,2255	0,0034	3,1913	0,0021
3,4435	0,0079	3,3626	0,0037	3,3081	0,0033	3,2743	0,0020
3,5244	0,0075	3,4446	0,0035	3,3907	0,0031	3,3574	0,0019
3,6054	0,0072	3,5265	0,0033	3,4733	0,0030	3,4404	0,0018
3,6863	0,0069	3,6084	0,0032	3,5560	0,0028	3,5234	0,0017

3,7673	0,0066	3,6904	0,0031	3,6386	0,0027	3,6065	0,0016
3,8482	0,0063	3,7723	0,0029	3,7212	0,0026	3,6895	0,0016
3,9292	0,0061	3,8543	0,0028	3,8038	0,0025	3,7725	0,0015
4,0101	0,0058	3,9362	0,0027	3,8864	0,0024	3,8556	0,0014
4,0910	0,0056	4,0182	0,0026	3,9690	0,0023	3,9386	0,0014
4,1720	0,0054	4,1001	0,0025	4,0517	0,0022	4,0216	0,0013
4,2529	0,0052	4,1820	0,0024	4,1343	0,0021	4,1047	0,0013
4,3339	0,0050	4,2640	0,0023	4,2169	0,0020	4,1877	0,0012
4,4148	0,0048	4,3459	0,0022	4,2995	0,0019	4,2707	0,0012
4,4958	0,0046	4,4279	0,0021	4,3821	0,0019	4,3538	0,0011
4,5767	0,0045	4,5098	0,0020	4,4647	0,0018	4,4368	0,0011
4,6577	0,0043	4,5918	0,0020	4,5473	0,0017	4,5198	0,0010
4,7386	0,0042	4,6737	0,0019	4,6300	0,0017	4,6029	0,0010
4,8195	0,0040	4,7557	0,0018	4,7126	0,0016	4,6859	0,0010
4,9005	0,0039	4,8376	0,0018	4,7952	0,0016	4,7689	0,0009
4,9814	0,0038	4,9195	0,0017	4,8778	0,0015	4,8520	0,0009
5,0624	0,0037	5,0015	0,0017	4,9604	0,0015	4,9350	0,0009
5,1433	0,0035	5,0834	0,0016	5,0430	0,0014	5,0180	0,0009
5,2243	0,0034	5,1654	0,0016	5,1257	0,0014	5,1011	0,0008
5,3052	0,0033	5,2473	0,0015	5,2083	0,0013	5,1841	0,0008
5,3862	0,0032	5,3293	0,0015	5,2909	0,0013	5,2671	0,0008
5,4671	0,0031	5,4112	0,0014	5,3735	0,0012	5,3502	0,0007
5,5480	0,0030	5,4931	0,0014	5,4561	0,0012	5,4332	0,0007
5,6290	0,0030	5,5751	0,0013	5,5387	0,0012	5,5162	0,0007
5,7099	0,0029	5,6570	0,0013	5,6214	0,0011	5,5992	0,0007
5,7909	0,0028	5,7390	0,0013	5,7040	0,0011	5,6823	0,0007
5,8718	0,0027	5,8209	0,0012	5,7866	0,0011	5,7653	0,0006
5,9528	0,0026	5,9029	0,0012	5,8692	0,0010	5,8483	0,0006
6,0337	0,0026	5,9848	0,0012	5,9518	0,0010	5,9314	0,0006
6,1147	0,0025	6,0667	0,0011	6,0344	0,0010	6,0144	0,0006
6,1956	0,0024	6,1487	0,0011	6,1170	0,0010	6,0974	0,0006
6,2765	0,0024	6,2306	0,0011	6,1997	0,0009	6,1805	0,0006
6,3575	0,0023	6,3126	0,0010	6,2823	0,0009	6,2635	0,0005
6,4384	0,0023	6,3945	0,0010	6,3649	0,0009	6,3465	0,0005
6,5194	0,0022	6,4765	0,0010	6,4475	0,0009	6,4296	0,0005
6,6003	0,0021	6,5584	0,0010	6,5301	0,0008	6,5126	0,0005
6,6813	0,0021	6,6403	0,0009	6,6127	0,0008	6,5956	0,0005
6,7622	0,0020	6,7223	0,0009	6,6954	0,0008	6,6787	0,0005
6,8432	0,0020	6,8042	0,0009	6,7780	0,0008	6,7617	0,0005
6,9241	0,0020	6,8862	0,0009	6,8606	0,0008	6,8447	0,0005
7,0050	0,0019	6,9681	0,0009	6,9432	0,0007	6,9278	0,0004
7,0860	0,0019	7,0501	0,0008	7,0258	0,0007	7,0108	0,0004

7,1669	0,0018	7,1320	0,0008	7,1084	0,0007	7,0938	0,0004
7,2479	0,0018	7,2139	0,0008	7,1911	0,0007	7,1769	0,0004
7,3288	0,0017	7,2959	0,0008	7,2737	0,0007	7,2599	0,0004
7,4098	0,0017	7,3778	0,0008	7,3563	0,0007	7,3429	0,0004
7,4907	0,0017	7,4598	0,0007	7,4389	0,0006	7,4260	0,0004
7,5717	0,0016	7,5417	0,0007	7,5215	0,0006	7,5090	0,0004
7,6526	0,0016	7,6237	0,0007	7,6041	0,0006	7,5920	0,0004
7,7336	0,0016	7,7056	0,0007	7,6868	0,0006	7,6751	0,0004
7,8145	0,0015	7,7875	0,0007	7,7694	0,0006	7,7581	0,0004
7,8954	0,0015	7,8695	0,0007	7,8520	0,0006	7,8411	0,0003
7,9764	0,0015	7,9514	0,0007	7,9346	0,0006	7,9242	0,0003
8,0573	0,0014	8,0334	0,0006	8,0172	0,0006	8,0072	0,0003
8,1383	0,0014	8,1153	0,0006	8,0998	0,0005	8,0902	0,0003
8,2192	0,0014	8,1973	0,0006	8,1824	0,0005	8,1733	0,0003
8,3002	0,0014	8,2792	0,0006	8,2651	0,0005	8,2563	0,0003
8,3811	0,0013	8,3611	0,0006	8,3477	0,0005	8,3393	0,0003
8,4621	0,0013	8,4431	0,0006	8,4303	0,0005	8,4224	0,0003
8,5430	0,0013	8,5250	0,0006	8,5129	0,0005	8,5054	0,0003
8,6239	0,0013	8,6070	0,0006	8,5955	0,0005	8,5884	0,0003
8,7049	0,0012	8,6889	0,0006	8,6781	0,0005	8,6715	0,0003
8,7858	0,0012	8,7709	0,0005	8,7608	0,0005	8,7545	0,0003
8,8668	0,0012	8,8528	0,0005	8,8434	0,0005	8,8375	0,0003
8,9477	0,0012	8,9347	0,0005	8,9260	0,0004	8,9206	0,0003
9,0287	0,0011	9,0167	0,0005	9,0086	0,0004	9,0036	0,0003
9,1096	0,0011	9,0986	0,0005	9,0912	0,0004	9,0866	0,0003
9,1906	0,0011	9,1806	0,0005	9,1738	0,0004	9,1697	0,0003
9,2715	0,0011	9,2625	0,0005	9,2565	0,0004	9,2527	0,0003
9,3524	0,0011	9,3445	0,0005	9,3391	0,0004	9,3357	0,0002
9,4334	0,0011	9,4264	0,0005	9,4217	0,0004	9,4188	0,0002
9,5143	0,0010	9,5083	0,0005	9,5043	0,0004	9,5018	0,0002
9,5953	0,0010	9,5903	0,0005	9,5869	0,0004	9,5848	0,0002
9,6762	0,0010	9,6722	0,0004	9,6695	0,0004	9,6679	0,0002
9,7572	0,0010	9,7542	0,0004	9,7522	0,0004	9,7509	0,0002
9,8381	0,0010	9,8361	0,0004	9,8348	0,0004	9,8339	0,0002
9,9191	0,0010	9,9181	0,0004	9,9174	0,0004	9,9170	0,0002
10,0000	0,0009	10,0000	0,0004	10,0000	0,0004	10,0000	0,0002

Tabella 9 – Spettrogrammi tabellati