

PROGETTO PIANO ATTUATIVO - AT.R1.03bis
Via Boccaccio-Via Leopardi-Via Cornicione, Novate Milanese (MI)

COMMITTENTE IMMOBILIARE CHIARA s.r.l.
Via Bovisasca n.53, Novate Milanese (MI)

DESCRIZIONE RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

SCALA -
DATA GIUGNO 2023
COD A51_PA.dwg

A117

ALLEGATO
G

PA
PIANO
ATTUATIVO

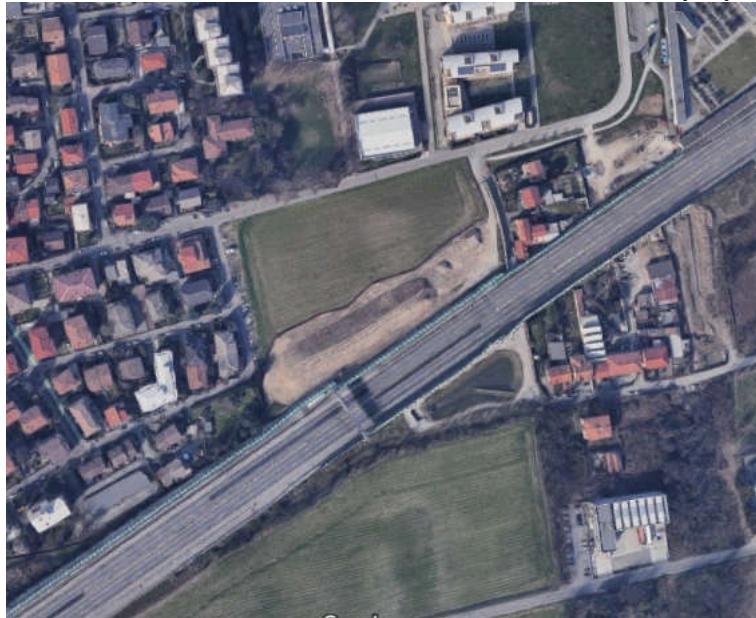
IL COMMITTENTE:

IL TECNICO:

L'IMPRESA ESECUTRICE:

COMMITTENTE:

IMMOBILIARE CHIARA S.r.l.
VIA BOVISASCA N. 53 - NOVATE MILANESE (MI)



**RELAZIONE GEOLOGICA (R1 e R3) E
RELAZIONE GEOTECNICA (R2)
SUPPORTATA DA INDAGINI GEOGNOSTICHE**

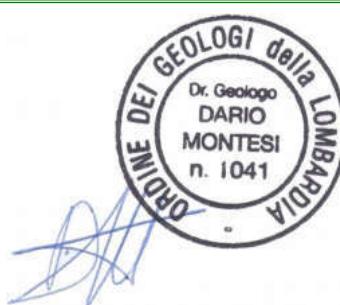
(REDATTA AI SENSI DEL D.G.R. IX/2016 del 30/11/2011 e
D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI")

**AREA DI NUOVA EDIFICAZIONE CIRCOSCRITTA TRA LE VIE
CORNICIONE, G. LEOPARDI e G. BOCCACCIO
IN COMUNE DI NOVATE MILANESE (MI)**

Aprile 2023

Professionista incaricato:

Dott. Geol. Dario Montesi



I N D I C E

1. PREMESSA E FINALITÀ DELLO STUDIO.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3. RELAZIONE GEOLOGICA.....	4
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	4
3.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO.....	6
3.3 FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	7
3.4 INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	8
3.4.1 PROVE PENETROMETRICHE TIPO DPSH.....	8
3.4.2 INDAGINE SISMICA CON STRUMENTAZIONE MASW.....	10
3.4.3 INDAGINI PREGRESSE.....	13
3.5 MODELLO GEOLOGICO E LITOTECNICO DEL SOTTOSUOLO.....	15
3.6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	16
3.6.1 SISMICITÀ DELL'AREA DI STUDIO.....	16
3.7.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	17
3.7.3 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	18
4. RELAZIONE GEOTECNICA.....	19
4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	19
4.2 CALCOLO DEGLI STATI LIMITE – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE.....	20
4.3 VERIFICA DELLO STATO LIMITE ULTIMO – SLU.....	22
4.3.1 COLLASSO PER CARICO LIMITE DELL'INSIEME FONDAZIONE-TERRENO.....	22
4.3.2 COLLASSO PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA.....	23
4.3.3 STABILITÀ GLOBALE.....	24
4.4 VERIFICA DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	25
5. CONCLUSIONI.....	28

ALLEGATI:

- AII. 1 – DIAGRAMMA DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
- AII. 2 – STRATIGRAFIE DI INDAGINI PREGRESSE
- AII. 3 – INDAGINE GEOFISICA CON STRUMENTAZIONE TROMINO

1. PREMESSA E FINALITÀ DELLO STUDIO

Per conto della Committente, Immobiliare Chiara S.r.l., è stato realizzato il presente studio geologico – geotecnico riguardante l'intervento di nuova edificazione di palazzine residenziali collocato tra le vie Cornicione, G Leopardi e G. Boccaccio in Comune di Novate Milanese (MI), su un'area attualmente adibita a prato, libera da qualsiasi edificio o manufatto

Lo scopo dello studio è quello di inquadrare il contesto geologico, idrogeologico, geomorfologico e sismico in cui è inserita l'opera in progetto e fornire una caratterizzazione litotecnica degli stessi giungendo alla definizione del modello geologico ed alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di sottofondazione.

Il presente elaborato è stato redatto basandosi sui dati acquisiti nel corso di una campagna di indagine consistita in prove geotecniche del tipo penetrometrie dinamiche e in indagini geofisiche tipo MASW, realizzate entrambe in data 17/03/2018, integrati dai dati acquisiti nel corso di precedenti fasi investigative realizzate sul medesimo sito dal sottoscritto professionista.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente lavoro è stato svolto in osservanza a quanto previsto dal D.G.R. IX/2016 del 30 novembre 2011 e dal D.M. 17-01-2018 “Norme tecniche per le costruzioni” e relative circolari esplicative.

La prima parte del presente elaborato, corrispondente alla Relazione Geologica, risponde alle disposizioni contenute nella D.G.R. 2016/2011 (R3) e nelle N.T.A. al punto 6.2.1 (R1), titolato “Caratterizzazione e modellazione geologica del sito”, che cita: “*La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consistono nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio [...]*”. In essa sono descritte le indagini eseguite che hanno concorso alla “*caratterizzazione ed alla modellazione geotecnica del sito*”.

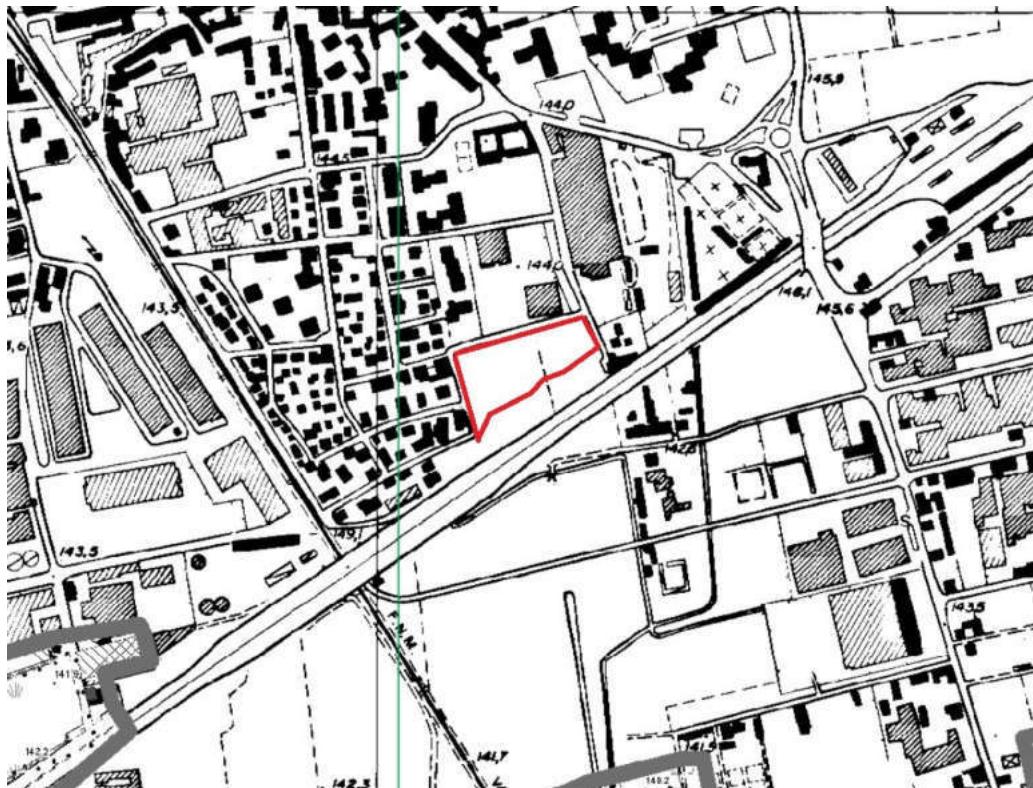
Successivamente viene proposta la Relazione Geotecnica (R2, punto 6.2.2 delle N.T.A.) che a partire dalla caratterizzazione geotecnica dei terreni investigati prosegue poi alla disamina delle “*verifiche degli stati limite*” imposte dalla normativa.

La verifica di Fattibilità geologica viene condotta con riferimento ai documenti di pianificazione comunale, nello specifico lo Studio geologico, idrogeologico e sismico in allegato al PGT Comunale, redatto nel 2012 dallo Studio Tecnico-Ambientale Sbrana e Marchese, revisionato nel Gennaio 2019.

3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area è localizzata nella porzione meridionale del nucleo urbano di Novate Milanese e si presenta totalmente pianeggiante, la quota media del sito è di circa 144 m s.l.m. (si veda la Figura seguente: "Ubicazione del sito" su Carta Tecnica Regionale alla scala di 1:10.000).



Ubicazione del sito di studio su Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000)

Non vi sono, in prossimità del sito di interesse, **elementi geomorfologici** di rilievo, a causa dell'assetto pianeggiante e della forte urbanizzazione del territorio.

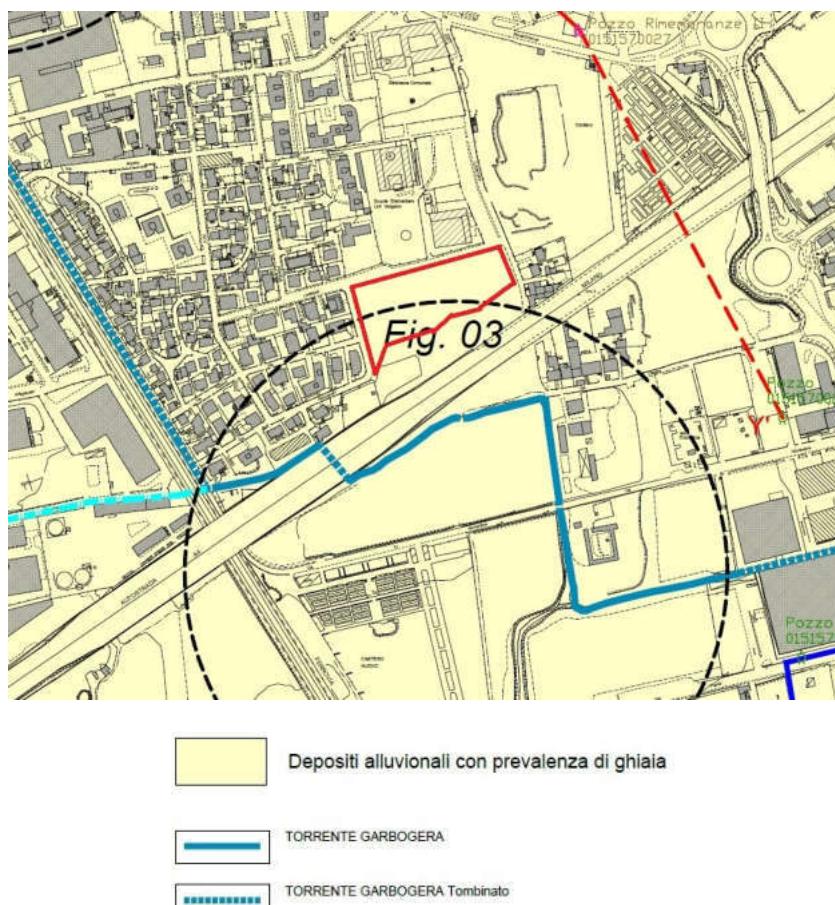
Dagli studi finora pubblicati emerge una **struttura geologica** ed idrogeologica della pianura milanese piuttosto complessa, di cui si fornisce una versione semplificata e senz'altro sufficiente per lo scopo che si prefigge il presente lavoro. Verso la fine del Pleistocene inferiore nell'area attualmente occupata dalla pianura si determinò la modifica delle condizioni di sedimentazione a causa del sollevamento dell'area alpina; si passò quindi da una facies prevalentemente marina, con depositi costituiti da limi ed argille e solo marginalmente da sabbie e ghiaie, a depositi di facies transizionale, con sedimenti di tipo deltizio lagunare formati da depositi a granulometria da fine a grossolana. Con l'avvento delle glaciazioni (Quaternario continentale) si assiste alla formazione di notevoli quantità di materiali sciolti, o poco cementati, quali ciottoli, ghiaie, sabbie limi e conglomerati. Nell'ultima epoca, l'Olocene, si assiste al rimaneggiamento dei precedenti

sedimenti glaciali e alla definitiva e continua formazione della pianura.

In questo contesto si inserisce la successione dei depositi costituenti il sottosuolo della pianura milanese nella quale sono riconoscibili nella parte basale i sedimenti plio-pleistocenici costituiti prevalentemente da limi e argille d'origine marina con rare sabbie e ghiaie, mentre nella parte sommitale si hanno alternanze di ghiaie, sabbie, limi e argille di origine alluvionale e fluvio glaciale.

Il territorio in studio è geologicamente caratterizzato in superficie da terreni di origine fluvio glaciale e alluvionale di età quaternaria, appartenenti all'unità fluvio glaciale e fluviale [Würm], descritti come "alluvioni fluvio glaciali sabbiose e ghiaiose per lo più non alterate" che hanno per lo più natura granulare prevalente. (Carta Geologica D'Italia - scala 1:100.000; Carta Geologica della Lombardia - scala 1:250.000).

Detta Unità geologica è indicata in colore giallo nella cartografia della figura seguente.



Estratto della carta geologica allegata alla Relazione Geologica di supporto al PGT di Novate Milanese (Studio Tecnico-Ambientale Sbrana e Marchese, Dicembre 2018)

3.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO

Dal punto di vista idrogeologico i dati contenuti negli elaborati tecnici e grafici dello Studio Geologico e Idrogeologico in allegato al PGT Comunale segnalano la presenza di una falda freatica piuttosto profonda. Il dato di soggiacenza si ricava dalla lettura delle carte idrogeologiche riferite a due diverse stagionalità dell'anno 2010 che hanno fatto registrare rispettivamente nel mese di Marzo e di Settembre le quote di 124 m e di 127 m sul livello del mare.

Questi valori, sottratti alla quota del sito stimata in 145 m s.l.m., porta a calcolare la soggiacenza della falda pari a **18 ÷ 21 m circa** da piano campagna, la variazione del dato è in accordo con l'entità delle oscillazioni della superficie di falda segnalate, nelle serie storiche degli archivi dell'Ufficio Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano, in valori medi stagionali di 2,5 ÷ 3,0 m.



Carte della soggiacenza rispettivamente del Marzo (dx) e Settembre (sx) del 2010

A fronte dei valori ricavati si rileva pertanto che non vi è alcuna interferenza tra la falda acquifera e la realizzazione delle opere fondazionali in progetto sul sito.

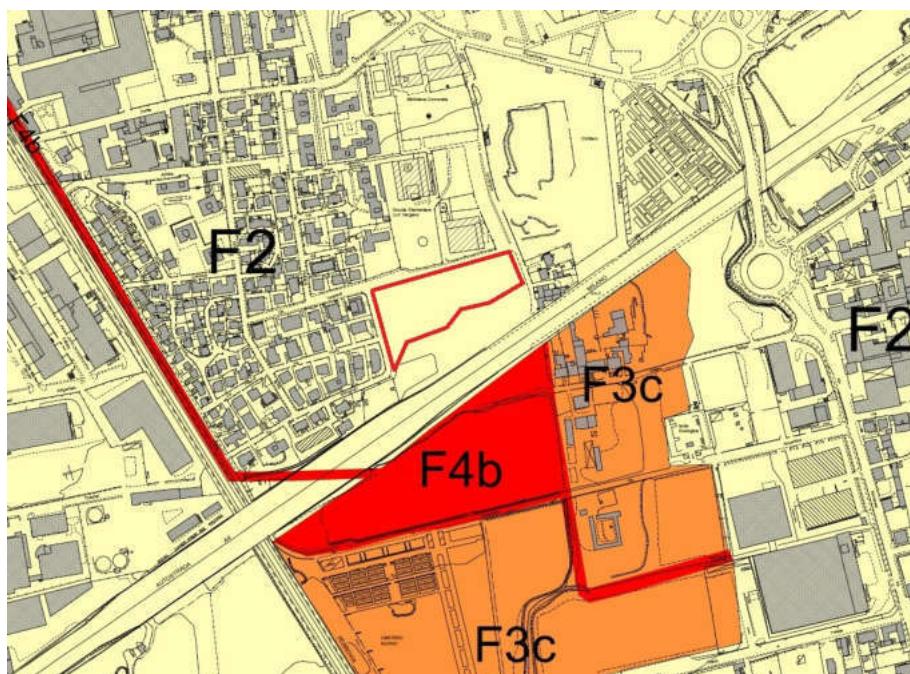
Non sono segnalati pozzi pubblici nei pressi del sito di interesse.

Dal punto di vista idrografico si segnala l'assenza in prossimità del sito di elementi significativi della rete idrografica. Il Torrente Garbogera, sia nel suo percorso a cielo aperto che nel tratto tombinato, scorre alcune centinaia di metri ad Ovest e a Sud del sito in studio.

3.3 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Nella carta seguente, tratta dalla cartografia in allegato alla Componente geologica di supporto al PGT comunale, è possibile identificare che l'area di interesse ricade interamente in Classe di Fattibilità 2, aree con modeste limitazioni all'uso.

Gli approfondimenti necessari sono quelli connessi alla verifica della compatibilità geologica e geotecnica ai sensi del DM 14/01/08, quali fornire le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni di fondazione, le eventuali interferenze con la falda superficiale e determinare la capacità portante dei terreni di fondazione e i cedimenti indotti in funzione delle caratteristiche delle opere.



Classe di fattibilità 2: Fattibilità con modeste limitazioni.

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

Estratto della carta di Fattibilità allegata alla Relazione Geologica di supporto al PGT di Novate Milanese (Studio Tecnico-Ambientale Sbrana e Marchese, Dicembre 2018)

3.4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la determinazione del Modello Geologico del sito sono stati utilizzati i dati acquisiti nel corso di una specifica indagine realizzata in data 17/03/2018 consistita in **n. 8 prove penetrometriche dinamiche continue e n. 1 prova geofisica eseguita con metodologia MASW**. Sono inoltre stati utilizzati i dati stratigrafici ricavati nel corso di precedenti fasi investigative realizzate sul medesimo sito.

Di seguito si riportano le caratteristiche e le modalità esecutive delle prove e delle indagini realizzate ed i risultati ottenuti.

3.4.1 Prove penetrometriche tipo DPSH

Descrizione della prova penetrometrica dinamica continua:

La prova penetrometrica dinamica continua (Scpt) consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta prolungabile mediante l'aggiunta di successivi spezzoni. L'infissione avviene mediante battitura facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard.

La macchina utilizzata per l'esecuzione delle prove penetrometriche è un penetrometro tipo TG63-200 M-A.C con le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio M: 73,50 Kg;
- altezza di caduta H: 0,75 m;
- diametro della punta D: Ø 51 mm;
- area punta A: 20,43 cm².

Durante la prova si rileva il numero di colpi necessario all'infissione dell'asta per tratti successivi di 30 cm (Nscpt).

Questo tipo di indagine ha il pregio di fornire informazioni continue sulla resistenza alla penetrazione dinamica, ma presenta il limite di non offrire indicazioni circa la natura litologica del terreno investigato.

L'esito delle singole prove penetrometriche continue è schematizzato nei singoli diagrammi "numero di colpi/profondità", riportati in allegato.

Ubicazione:

L'ubicazione delle prove è indicata nella figura seguente.



*Ubicazione delle indagini del 17/03/23:
prove penetrometriche (in rosso) e dell'indagine MASW (in blu)*



L'unità di perforazione sul sito d'interesse (P1 e P2)

Profondità:

Le profondità massime raggiunte dalle prove sono indicate nella tabella seguente. Le prove sono state realizzate a partire dalla quota del piano campagna originario.

Prova	Profondità da p.c. (m)
P1	5,7
P2	6,6
P3	4,5
P4	5,7
P5	7,5
P6	5,7
P7	4,8
P8	5,4

Tutte le prove si sono fermate per rifiuto alla penetrazione ($R>100$ c/p)

3.4.2 Indagine sismica con strumentazione MASW

Come previsto dalle norme tecniche per le costruzioni (NTC2018) è stato realizzato uno stendimento Masw per la determinazione delle Vs30, parametro necessario per la definizione della categoria del suolo di fondazione.

Il giorno 17 Marzo 2023 è stata condotta da parte dello scrivente professionista, coadiuvato da personale specializzato dotato di propria attrezzatura geofisica, una indagine MASW i cui risultati sono riportati in un Report specifico in allegato.



Posizionamento dell'attrezzatura geofisica MASW sul sito di interesse

Lo stendimento geofisico è stato realizzato lunga la direttrice maggiore del perimetro dell'area di edificazione come indicato nella planimetria precedentemente riportata.

METODOLOGIA MASW

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde complessive più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidezza superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP).

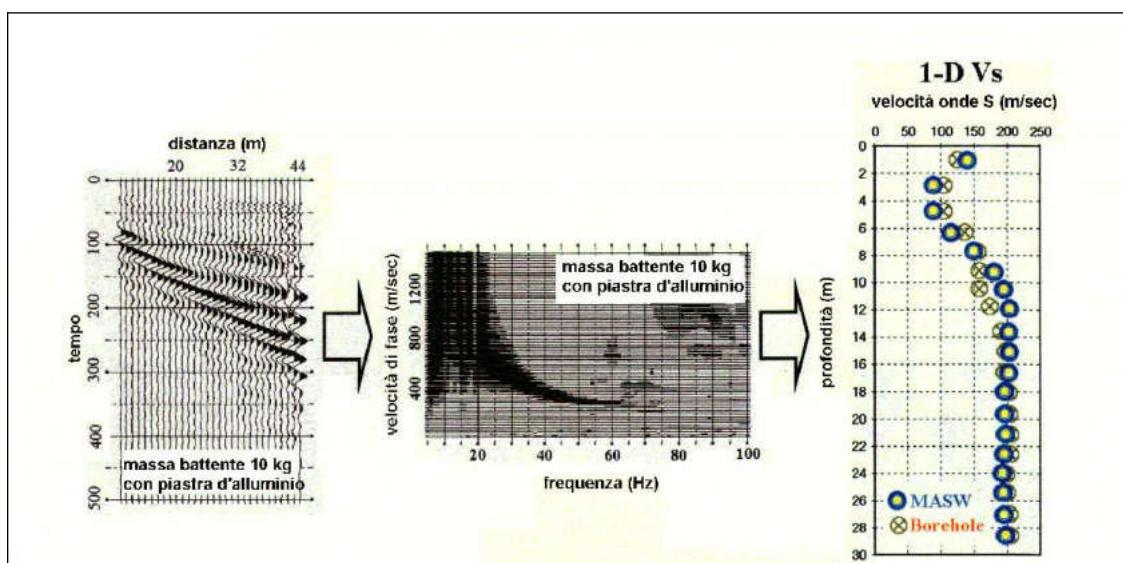
Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione ,meglio a ventiquattro

canali, collegati a geofoni singoli a bassa frequenza(<10Hz).

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati di campo;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità



Nel caso specifico i geofoni sono stati ubicati con spaziatura di 2 m mentre l'energizzazione (con mazza battente) è stata ubicata a 4 metri dal primo geofono.

RISULTATI DELL'INDAGINE

I risultati sono riportati in un Report specifico in allegato. Lo stesso mostra la curva di dispersione, lo spettro f-k, il sismogramma ed il profilo delle velocità delle onde vs_{30} il cui valore è stato calcolato utilizzando la formula

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di n strati presenti nei 30 m sottostanti le fondazioni dell'edificio in progetto, in

questo caso da una quota del piano campagna fino a -30.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva della prova Masw .

Interpretazione Prove MASW		
<i>id</i>	<i>Profondità m dal p.c.</i>	<i>V onde s (m/s)</i>
1	3,3	197,0
2	4,8	205,0
3	30,0	230,0

Gli esiti della prova evidenziano valori di Vs riconducibili alla **categoria C** del suolo di fondazione (**Vs30= 224,5 m/s**), con riferimento alla tabella ministeriale seguente.

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>

N.T.C. Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

3.4.3 Indagini pregresse

A completamento delle informazioni raccolte nel corso delle indagini geotecniche e sismiche realizzate appositamente in questa fase, sono state utilizzate anche le informazioni raccolte durante precedenti fasi investigative svolte dallo scrivente professionista, nel corso degli ultimi due anni, aventi le seguenti finalità:

- caratterizzazione ambientale (Ottobre 2021) : realizzazione di n. 6 trincee esplorative



Ubicazione delle indagini ambientali del Ottobre 2021

- studio sulla permeabilità dei terreni del sottosuolo (Aprile 2022) : realizzazione di n. 3 perforazioni a carotaggio continuo



Ubicazione delle perforazioni dell'Aprile 2022

In allegato si riportano alcune stratigrafie ritenute più significative ed esemplificative della natura del sottosuolo nell'area di edificazione.

3.5 MODELLO GEOLOGICO E LITOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Nel presente capitolo si vuole sintetizzare i risultati conseguiti nel corso delle indagini precedentemente elencate andando a delineare il *modello geologico* del sottosuolo circoscritto al *volume di terreno significativo*.

Di seguito si riporta la successione di orizzonti suddivisi sulla base della differente risposta alla penetrazione della punta delle prove penetrometriche ed in subordine tenendo conto della natura dei terreni costituenti il sottosuolo rilevata nel corso delle perforazioni delle indagini pregresse.

In linea generale la successione degli orizzonti individuati è sintetizzata come segue (le profondità sono riferite al piano campagna).

- **Orizzonte A:** dal piano campagna fino ad una profondità di 0,6 – 0,9 m circa: si riscontra un orizzonte costituito da materiale sciolto la cui risposta alla penetrazione della punta si attesta su valori molto bassi, mediamente pari a 4,4 colpi/30cm: è costituito dal suolo originario. L'intero orizzonte sarà totalmente asportato dallo scavo per la posa della fondazione.
- **Orizzonte B:** oltre i 0,6 – 0,9 m fino a 2,1 - 2,7 m: i terreni offrono una bassa resistenza la penetrazione della punta, con valori dell'ordine dei 5 – 8 colpi/30cm, Sono costituiti da sabbie limose ed argillose, con in subordine ghiaia e ciottoli. L'orizzonte sarà parzialmente asportato per fare posto agli scavi fondazionali.
- **Orizzonte C:** oltre i 2,1 -2,7 m fino a 3,3 - 3,6 m: l'orizzonte è caratterizzato da valori medi di resistenza alla penetrazione (9 - 18 colpi/30cm), pertanto di qualità geotecnica discreta. Si tratta di terreni di natura sabbiosa e ghiaiosa, matrice limosa assente o scarsa, frequenti ciottoli.
- **Orizzonte D:** oltre i 3,3 - 3,6 m fino alla massima profondità indagata, 10 m da p.c., i terreni sono caratterizzati da valori di addensamento crescenti che, nella parte sommitale, sono mediamente di 15 - 35 colpi/30cm, quindi di buona qualità sotto il profilo geotecnico. Si tratta di terreni ghiaiosi in abbondante matrice sabbioso-limosa con ciottoli.

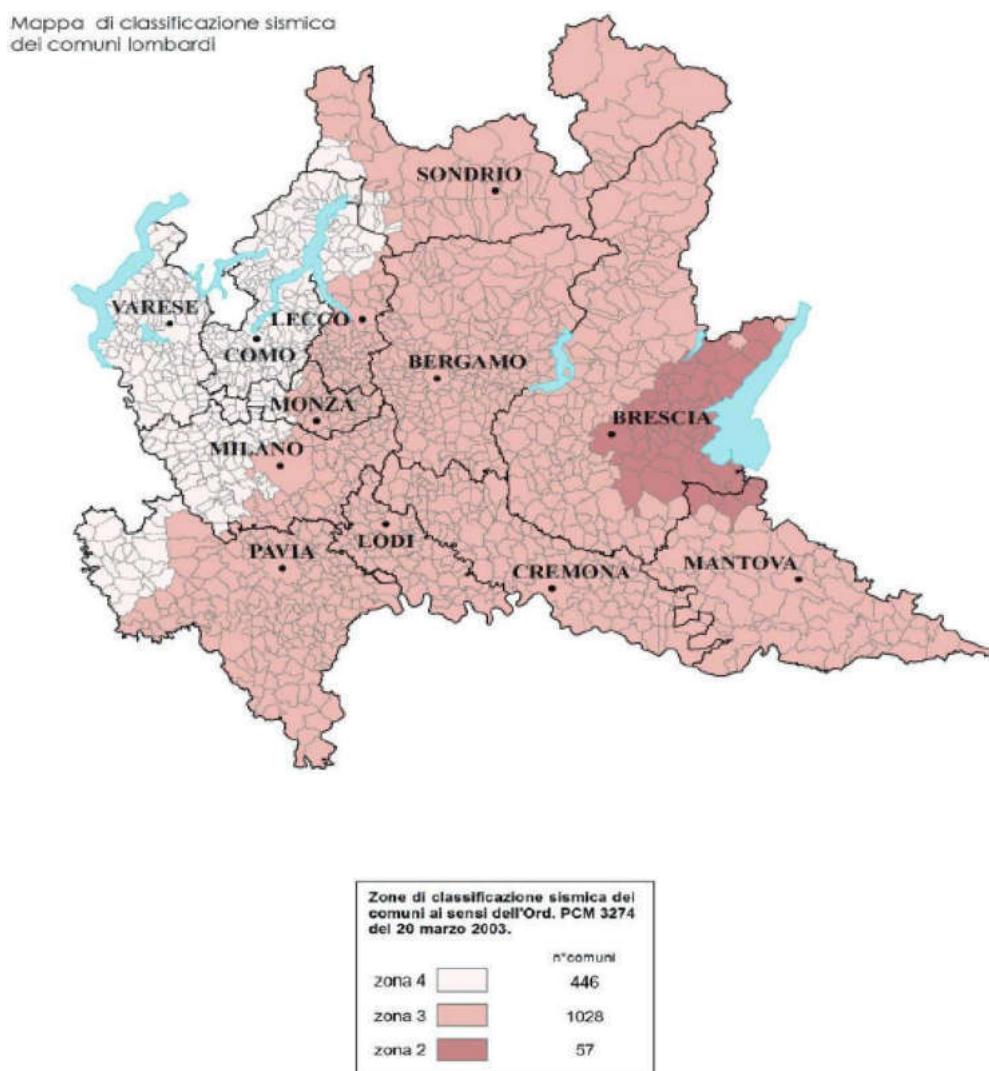
Non è stata riscontrata acqua libera per tutto l'orizzonte investigato (10 m).

3.6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

3.6.1 Sismicità dell'area di studio

Il territorio comunale di Novate Milanese veniva classificato non sismico ai sensi del D.M. 19.03.82. L'ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 Marzo 2003, recepita dalla Regione Lombardia con DGR 14964 del 07/11/2003, riclassifica l'intero territorio nazionale. In tale quadro il Comune in questione ricadeva in zona sismica 4.

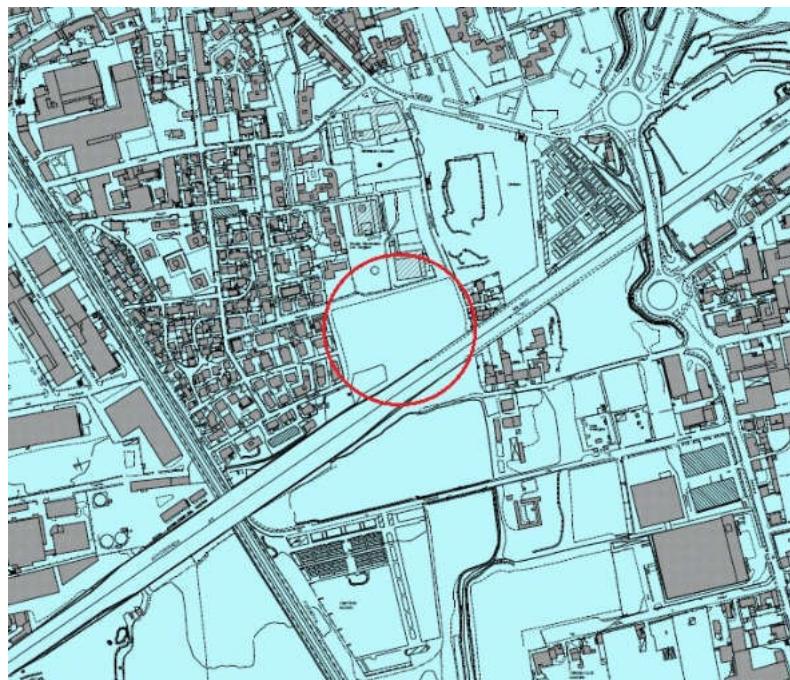
Con il D.g.r. n. X/2129 del 11 luglio 2014 la Regione Lombardia delibera l'aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d) dal quale si ricava che al territorio comunale di Novate Milanese viene attribuita la **Zona sismica 4**.



Zonazione sismica del territorio regionale lombardo

Di seguito si riporta un estratto della Carta della Pericolosità Sismica tratta dalla Relazione

Geologica in allegato al PGT comunale dalla lettura della quale si evince che il sito di interesse ricade in zona simica Z4a (in azzurro nella mappa), come del resto l'intero territorio comunale di Novate Milanese. Lo scenario di pericolosità sismica locale individuato con sigla Z4a corrisponde alle "zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi", caratterizzate da "amplificazioni litologiche e geomecaniche".



Scenario di pericolosità sismica locale **Z4a**
(come riportato nella Tabella 1 dell'allegato 5 della I.r. 12/05)

*Carta della Pericolosità Sismica tratta dalla Relazione Geologica in allegato al PGT comunale
(Studio Tecnico-Ambientale Sbrana e Marchese, Novembre 2012)*

3.7.2 Categoria di sottosuolo

Con riferimento all'art. 3.2.2 delle N.T.C. (D.M. 14/01/2008), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, in assenza delle quali si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Come già riportato nel paragrafo 3.4.2 la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro

i primi 30 metri di profondità Vs30 determinata sull'area in oggetto con tecnica TROMINO è stata determinata in **224,5 m/s**. Detto valore colloca i terreni studiati nella **Categoria C**

3.7.3 Condizioni topografiche

Analogamente, per configurazioni superficiali semplici è possibile adottare, in luogo di specifiche analisi di risposta sismica locale, la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

N.T.C. Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

L'andamento della topografia in corrispondenza del sito analizzato, e nel territorio circostante, è sostanzialmente pianeggiante con pendenze che non superano lo 0,5 %, pertanto è senz'altro possibile assegnare all'area di progetto la **Categoria T1**.

4. RELAZIONE GEOTECNICA

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I profili lito-stratigrafici derivanti dalle indagini geognostiche hanno consentito di ricostruire con una certa definizione il quadro litotecnico del primo sottosuolo dell'area in esame.

Sulla base delle indagini svolte si possono proporre i valori caratteristici dei principali parametri litotecnici riportati nelle tabelle seguenti.

Orizzonte A	
Terreno sciolto	
Da 0 a 0,6 – 0,9 m	
N_{SCPT} (colpi/piede)	4,4
γ (kN/m ³)	16
Dr (%)	28
ϕ (°)	25
E (MPa)	9
Orizzonte B	
Terreno poco addensato	
Da 0,6 – 0,9 m a 2,1 - 2,7 m	
N_{SCPT} (colpi/piede)	7
γ (kN/m ³)	17
Dr (%)	34
ϕ (°)	28
E (MPa)	15
Orizzonte C	
Terreno mediamente addensato	
Da 2,1 - 2,7 a 3,3 - 3,6 m	
N_{SCPT} (colpi/piede)	13
γ (kN/m ³)	18
Dr (%)	45
ϕ (°)	33
E (MPa)	20
Orizzonte D	
Terreno molto addensato	
Da 3,3 - 3,6 a 10 m	
N_{SCPT} (colpi/piede)	25
γ (kN/m ³)	19
Dr (%)	60
ϕ (°)	37
E (MPa)	25

Tabelle dei Parametri geotecnici “caratteristici”

Coesione: Considerata la natura prevalentemente incoerente dei terreni e la mancanza di valori di laboratorio si è ipotizzata cautelativamente una **coesione nulla**.

All'atto dello scavo dovrà essere verificata l'omogeneità del terreno di fondazione per rilevare eventuali difformità rispetto a quanto emerso all'esito delle prove penetrometriche eseguite, difformità che dovranno essere immediatamente segnalate e rivalutate.

4.2 CALCOLO DEGLI STATI LIMITE – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Come consentito dal D.M. 17.01.18, la verifica a liquefazione viene omessa se si manifesta almeno una delle seguenti condizioni:

- 1.accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
 - 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 $qc1N > 180$ 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 $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(omissis...) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc > 3,5$.

Nel caso specifico sono verificate le condizioni di cui ai punti 1 e 2, come di seguito illustrato.

- Punto 1: il calcolo del fattore di amplificazione sismica locale realizzato per l'area esaminata, eseguito mediante il portale GeoStru, porta al risultato di $0,485 \text{ m/s}^2$ pari a $0,049 \text{ g}$, pertanto inferiore al valore limite dettato dalle NTC 2018 pari a $0,1 \text{ g}$.

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 35 anni

Coefficiente cu: 0,7

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,018	2,554	0,160
Danno (SLD)	63	35	0,019	2,547	0,168
Salvaguardia della vita (SLV)	10	332	0,041	2,656	0,263
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	682	0,050	2,689	0,291

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1.200	1.590	1.000	0.004	0.002	0,208	0,200
SLD	1.200	1.570	1.000	0.005	0.002	0,223	0,200
SLV	1.200	1.440	1.000	0.010	0.005	0,485	0,200
SLC	1.200	1.410	1.000	0.012	0.006	0,588	0,200

Geostru

Estratto della tabella ricavata con Software on-line di GeoStru

- Punto 2: come illustrato nel capitolo dedicato all'inquadramento idrogeologico la soggiacenza della falda acquifera nell'area in esame è stimata pari a 20-23 m da p.c.. pertanto ampiamente superiore al valore di 15 m, fermo restando il piano campagna sub-orizzontale e le strutture di fondazione superficiali.

Per i motivi sopra esposti **la verifica alla liquefazione viene omessa.**

4.3 VERIFICA DELLO STATO LIMITE ULTIMO – SLU

Seguono le verifiche agli Stati Limite eseguite ipotizzando una **fondazione superficiale** del tipo a **trave rovescia**, come da indicazioni progettuali. Sono state proposte più soluzioni che prevedono differenti profondità del piano di posa e diverse dimensioni della fondazione.

4.3.1 collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno

Determinazione della resistenza ultima di progetto del terreno di fondazione soggetto ad azione sismica. Si è scelto l'approccio 2 – combinazione 1: A1+M1+R3.

I valori per il calcolo della resistenza di progetto provengono dalla tab.3 eventualmente corretti, a seconda della combinazione, con i coefficienti parziali illustrati nelle tabelle dello stralcio normativo riportato in appendice.

La resistenza ultima del terreno di fondazione è data dalla relazione:

$$R_d = q_{ult} \cdot A'$$

dove: q_{ult} = capacità portante ultima

A' = area effettiva della fondazione

Il calcolo della capacità portante ultima è stato eseguito secondo la formula di Meyerhof.

La formula generale è la seguente:

$$\text{per } \phi = 0: \quad q_{ult} = 5,14 \cdot c_u \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - b_c - g_c) + \gamma_1 \cdot D_f$$

per $\phi > 0$ (come nel nostro caso):

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot g_c \cdot d_c \cdot b_c + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_g \cdot s_g \cdot d_g \cdot i_g \cdot b_g \cdot g_g$$

dove:

q_{ult} = capacità portante ultima

c_u = coesione non drenata

c = coesione

ϕ = angolo di resistenza al taglio

γ_1 = peso di volume sopra il piano di posa

γ_2 = peso di volume efficace sotto il piano di posa

B = larghezza della fondazione

L = lunghezza della fondazione

D_f = profondità di posa rispetto ad un rinterro laterale

N_c, N_q, N_g = fattori di portanza, funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ

s_c, s_q, s_g = fattori correttivi per la forma della fondazione, dipendono da B, L e ϕ

d_c, d_q, d_g = fattori correttivi per la profondità di posa, dipendono da B, D_f e ϕ

i_c, i_q, i_g = fattori correttivi per l'inclinazione del carico

b_c, b_q, b_g = fattori correttivi per la base ruotata

g_c, g_q, g_g = fattori correttivi per fondazioni su pendio

Perché la verifica sia soddisfatta deve essere $Ed \leq Rd/\gamma_r$

Dove: Ed = valore di progetto dell'azione

γ_r = coefficiente parziale di capacità portante e variabile a seconda della combinazione ed i cui valori compaiono tabelle dello stralcio normativo riportato in appendice.

I risultati compaiono nella tabella seguente dove, noto il rapporto $qult/\gamma_r$, la verifica può essere rapportata dal calcolatore delle strutture ai valori delle azioni Ed, al momento non note.

4.3.2 collasso per scorrimento sul piano di posa

Si è utilizzato l'approccio 2 – combinazione 1: A1+M1+R3.

Anche in questo caso la somma delle azioni Tk dovrà essere inferiore o uguale alla somma delle resistenze orizzontali Rh: $Tk \leq Rh$

Dove: $Rh = (1/\gamma_r) * (Nk (\tan \delta_k / \gamma_\phi))$

Nk viene assunto pari a Rd. Mentre il valore dei coefficienti γ_r e γ_ϕ compaiono tabelle dello stralcio normativo riportato in appendice.

I risultati sono illustrati nella tabella che segue.

profondità di posa fondazioni da piano campagna	Fondazione nastriforme tipo trave rovescia	approccio 2 combinazione 1 (A1+M1+R3) resistenza unitaria ultima (qultima)	coefficiente parziale (R3) di capacità portante γ_r	approccio 2 combinazione 1 (A1+M1+R3) rapporto qultima/ γ_r	approccio 2 combinazione 1 (A1+M1+R3) resistenza unitaria ultima allo scorrimento laterale γ_r	coefficiente parziale (R3) di scorrimento laterale γ_r	approccio 2 combinazione 1 (A1+M1+R3) rapporto resistenza unitaria ultima/ γ_r
H (m)	Larghezza B (m)	daN/cmq		daN/cmq	daN/cmq		daN/cmq
1,5	1,0	5,49	2,30	2,39	0,00	1,10	0,00
1,5	1,5	4,38	2,30	1,90	0,00	1,10	0,00
1,5	2,0	3,78	2,30	1,64	0,00	1,10	0,00
2,0	1,0	9,15	2,30	3,98	0,00	1,10	0,00
2,00	1,50	7,14	2,30	3,10	1,78	1,10	1,62
2,00	2,00	6,06	2,30	2,63	0,00	1,10	0,00

Calcolo degli Stati Limite Ultimi –SLU

4.3.3 Stabilità globale

Questa verifica viene omessa in quanto la fondazione non risulta essere posizionata su o in prossimità di pendii naturali o artificiali potenzialmente instabili.

4.4 VERIFICA DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - SLE

La verifica agli stati limite di esercizio è stata condotta attraverso la valutazione dei cedimenti, utilizzando il metodo di Burland & Burbridge (1984), ipotizzando una pressione trasmessa al terreno di fondazione variabile e determinando per ogni condizione di carico il cedimento indotto.

Per Burland & Burbridge la formula generale è la seguente:

$$s = (s * B * Ic/3 + (q - s) * B * Ic) * fs * ft * fh$$

dove: s = cedimento (cm)

B = larghezza della fondazione (m)

q = carico agente sulla fondazione (kPa)

s = pressione del terreno alla quota d'imposta (kPa)

Ic = fattore di compressibilità

fs = fattore di forma

ft = fattore tempo che tiene conto della componente viscosa del cedimento

fh = fattore correttivo che tiene conto dello spessore dello strato compressibile

Il valore del fattore di compressibilità è pari a: $Ic = \alpha / N$

dove "α" è un valore numerico associato alla probabilità assegnata di sottostimare il cedimento e "N" rappresenta la media statistica dei valori di resistenza alla punta misurati nell'interno di una profondità significativa funzione di "B".

I fattori di correzione valgono rispettivamente: $fs = ((1, 25 * L / B) / (L / B + 0, 25))$

dove: L = lunghezza della fondazione

$$ft = (1 + R3 + R * \log(t / 3))$$

dove: t = tempo in anni e R e $R3$ = costanti funzione del tipo di carico trasmesso.

profondità di posa fondazioni da piano campagna	Fondazione tipo nastriforme tipo trave rovescia	cedimento immediato medio in conseguenza di una pressione di 0,75 daN/cmq				cedimento immediato medio in conseguenza di una pressione di 1,00 daN/cmq				cedimento immediato medio in conseguenza di una pressione di 1,25 daN/cmq				cedimento immediato medio in conseguenza di una pressione di 1,50 daN/cmq				cedimento immediato medio in conseguenza di una pressione di 2,00 daN/cmq				cedimento immediato medio in conseguenza di una pressione di 2,25 daN/cmq				cedimento immediato medio in conseguenza di una pressione di 2,50 daN/cmq			
		H (m)	Larghezza B (m)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	kg/cm²	
1,5	1,0	-	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,71		
1,5	1,5	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56		
1,5	2,0	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50		
2,0	1,0	-	-	-	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,18		
2,00	1,50	-	-	-	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95		
2,00	2,00	-	-	1,7	1,9	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,80		

Calcolo degli Stati Limite di Esercizio -SLE

Nella tabella compare anche il valore del coefficiente di sottofondo (Winkler) calcolato secondo la relazione di *BURLAND & BURBRIDGE (1984)*. In realtà questo metodo viene usato per calcolare i cedimenti attraverso la formula seguente di cui si è già parlato in precedenza:

$$s = (s * B * Ic/3 + (q - s) * B * Ic) * fs * ft * fh$$

Dividendo poi il valore di pressione trasmessa al terreno per il cedimento calcolato, si è ottenuto il valore del coefficiente di reazione del sottofondo.

5. CONCLUSIONI

Di seguito sono riassunti gli aspetti di maggior rilievo emersi nell'ambito dello studio delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area oggetto di studio, supportate da un'opportuna indagine geognostica costituita da n. 8 prove penetrometriche dinamiche continue e una indagine sismica eseguita con lo strumentazione MASW, condotte il 17/03/2023, integrata da dati stratigrafici ottenuti da perforazioni realizzate sullo stesso sito in fasi investigative precedenti.

- E' stata riconosciuta la seguente successione di orizzonti:
 - **Orizzonte A:** dal p.c. fino a 0,6 – 0,9 m: orizzonte costituito da materiale sciolto la cui risposta alla penetrazione della punta si attesta su valori molto bassi, mediamente pari a 4,4 colpi/30cm: è costituito dal suolo originario. L'intero orizzonte sarà totalmente asportato dallo scavo per la posa della fondazione.
 - **Orizzonte B:** da 0,6 – 0,9 m fino a 2,1 - 2,7 m: terreni con bassa resistenza la penetrazione della punta, con valori dell'ordine dei 5 – 8 colpi/30cm, Sono costituiti da sabbie limose ed argillose, con in subordine ghiaia e ciottoli. L'orizzonte sarà parzialmente asportato per fare posto agli scavi fondazionali.
 - **Orizzonte C:** da 2,1 -2,7 m fino a 3,3 - 3,6 m: orizzonte caratterizzato da valori medi di resistenza alla penetrazione (9 - 18 colpi/30cm), pertanto di qualità geotecnica discreta. Si tratta di terreni di natura sabbiosa e ghiaiosa, matrice limosa assente o scarsa, frequenti ciottoli.
 - **Orizzonte D:** da 3,3 - 3,6 m fino alla massima profondità indagata, 10 m: terreni caratterizzati da valori di addensamento crescenti che, nella parte sommitale, sono mediamente di 15 - 35 colpi/30cm, quindi di buona qualità sotto il profilo geotecnico. Si tratta di terreni ghiaiosi in abbondante matrice sabbioso-limosa con ciottoli.
- Dal punto di vista della circolazione idrica sotterranea è ipotizzata la presenza della falda acquifera alla profondità di circa 20 m (soggiacenza del livello piezometrico), pertanto si esclude l'interferenza della stessa con le opere di progetto.
- Sotto il profilo sismico sono stati determinati i parametri di maggior rilievo: Vs₃₀, Zona sismica, Categoria di sottosuolo, Condizioni topografiche, per i quali si rimanda ai singoli paragrafi.
- L'indagine è stata eseguita ai sensi del D.M. 14.01.08 e nel capitolo specifico vengono riportati i parametri caratteristici (assunti qui pari ai valori medi, come consentito dalla normativa) del modello geotecnico utilizzato per le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio riportati nei relativi paragrafi.

-
- Si prescrive di interporre tra la fondazione ed il terreno uno strato di almeno **10 cm** di materiale granulare ad alta resistenza geo-mecanica (es. stabilizzato di cava o magrone).

Novate Milanese, Aprile 2023

Dott. Geol. Dario Montesi



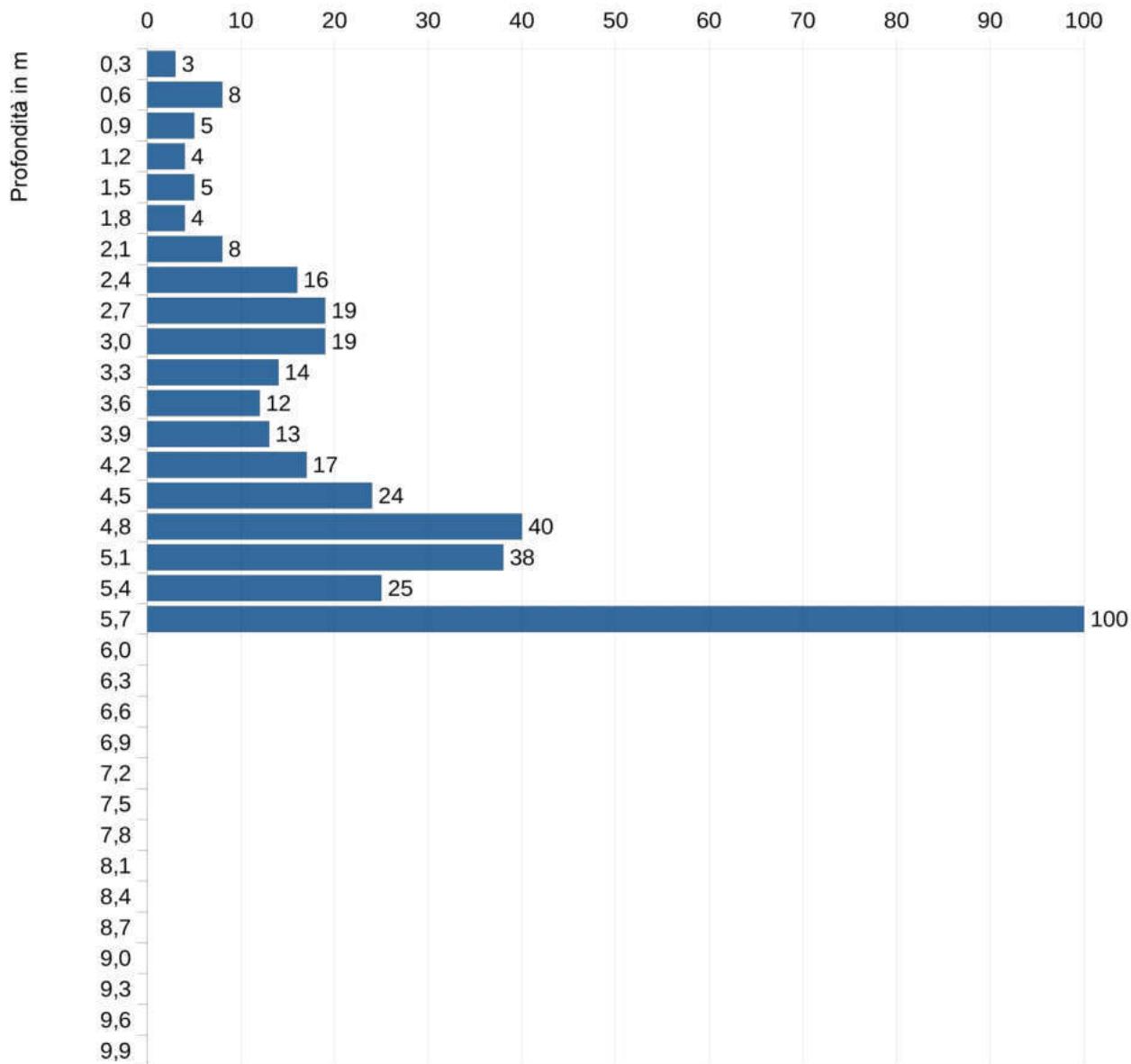
ALLEGATO 1

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da
MALDINI DANIELA il 22/12/2023 12:31:11, MARTINA STEFANEÀ LAURA il 22/12/2023 12:25:19
SCARAMOZZINO GIANCARLO il 20/12/2023 14:20:19, ROSSI ALESSANDRO il 11/12/2023 09:42:02
MICULI FREDERIK il 24/06/2023 11:42:14 ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005
DELIBERA DI GIUNTA: 2023 / 223 del 21/12/2023

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	P1
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	

N (colpi/30 cm)



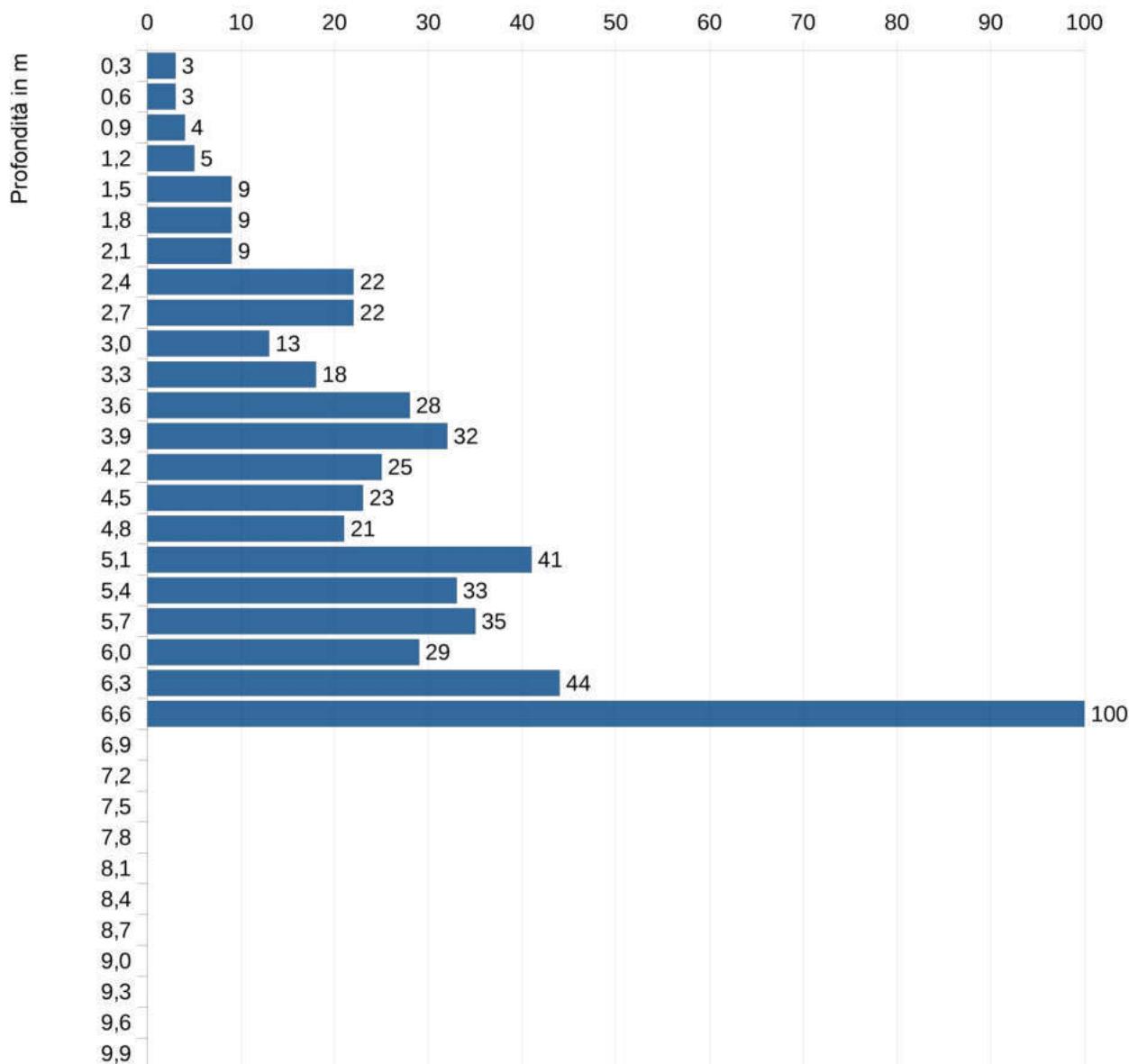
-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	P2
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	

N (colpi/30 cm)



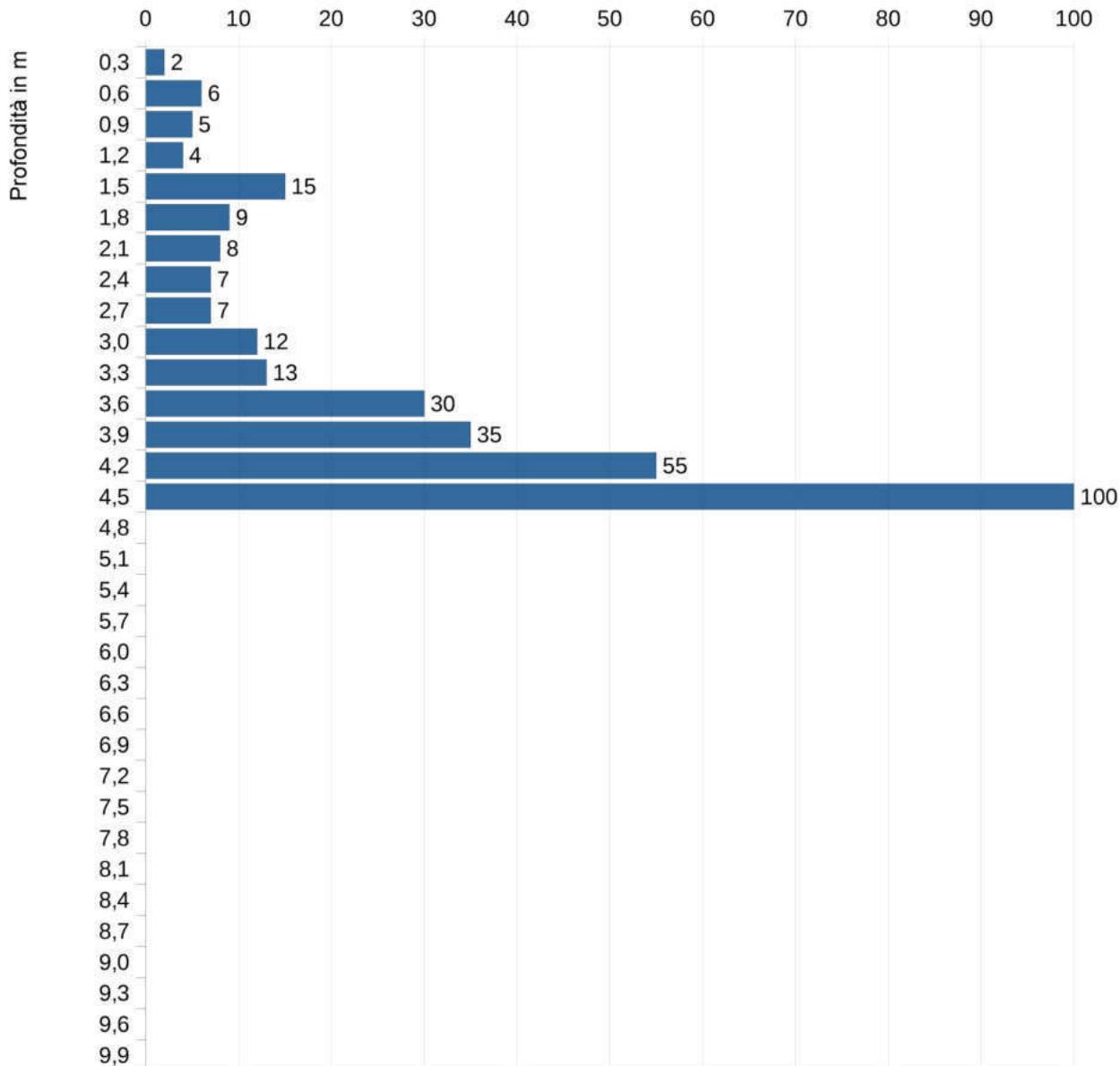
-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO

STUDIO MONTESI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	P3

N (colpi/30 cm)

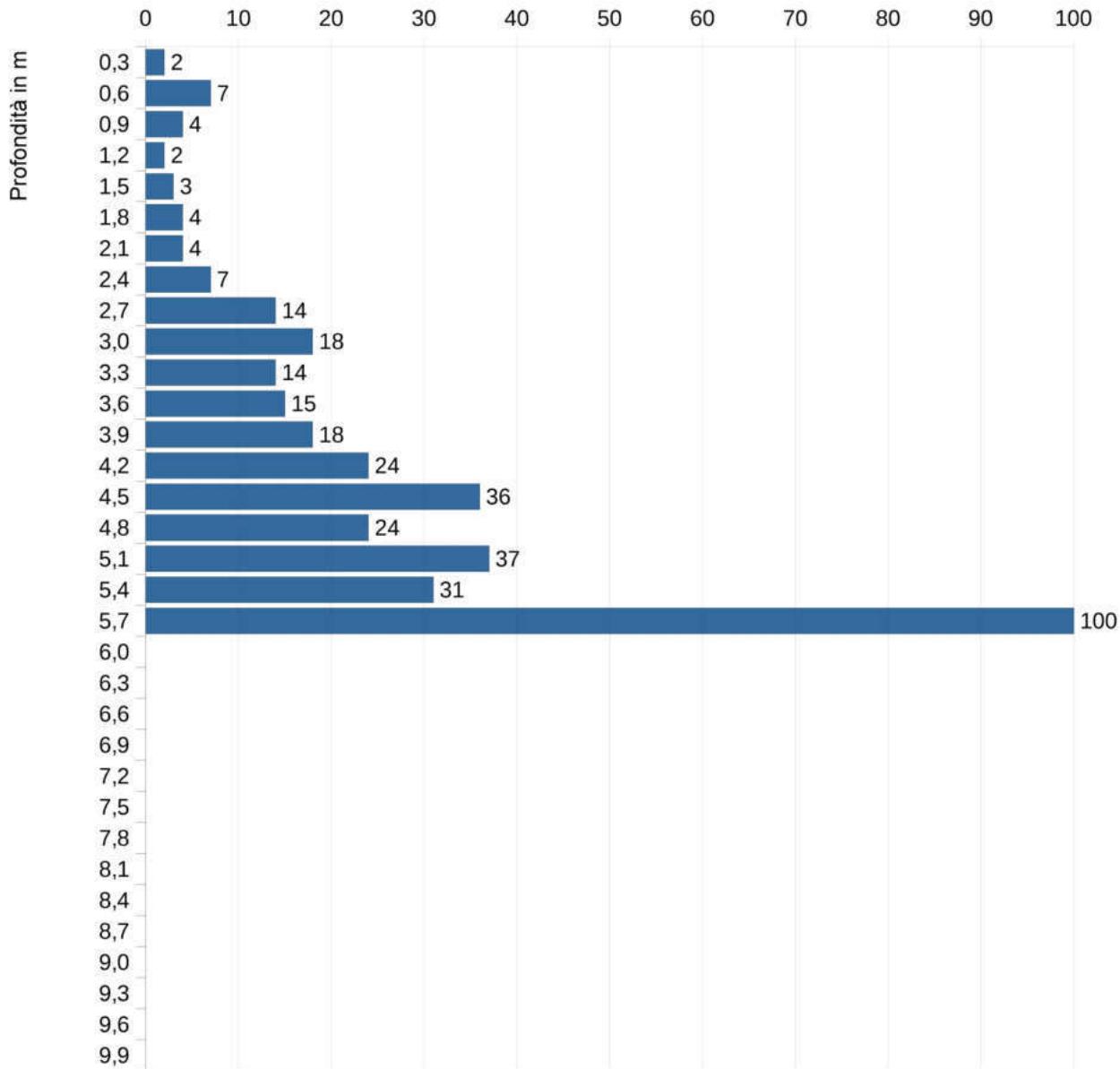


-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	P4

N (colpi/30 cm)

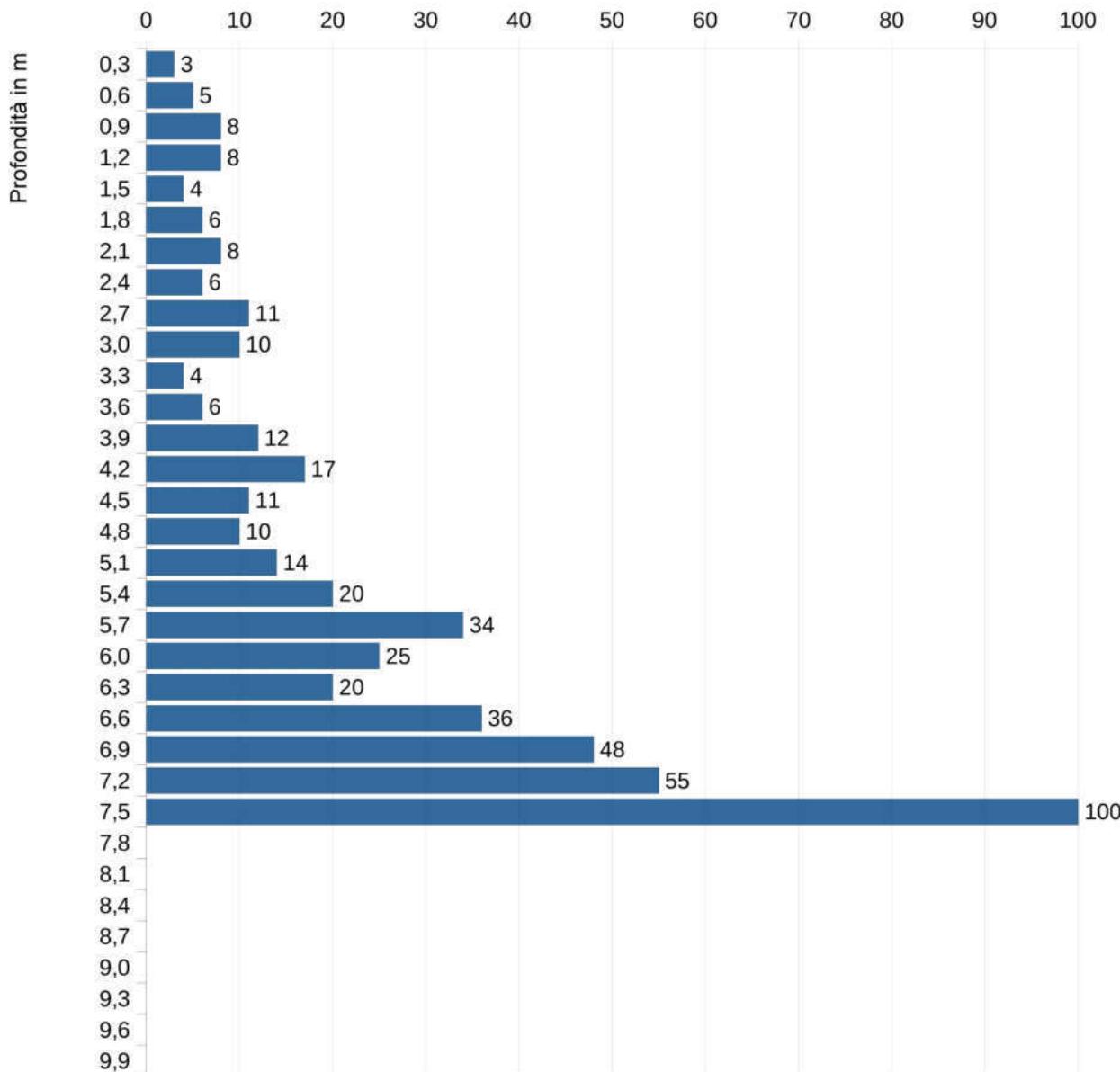


-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	P5

N (colpi/30 cm)

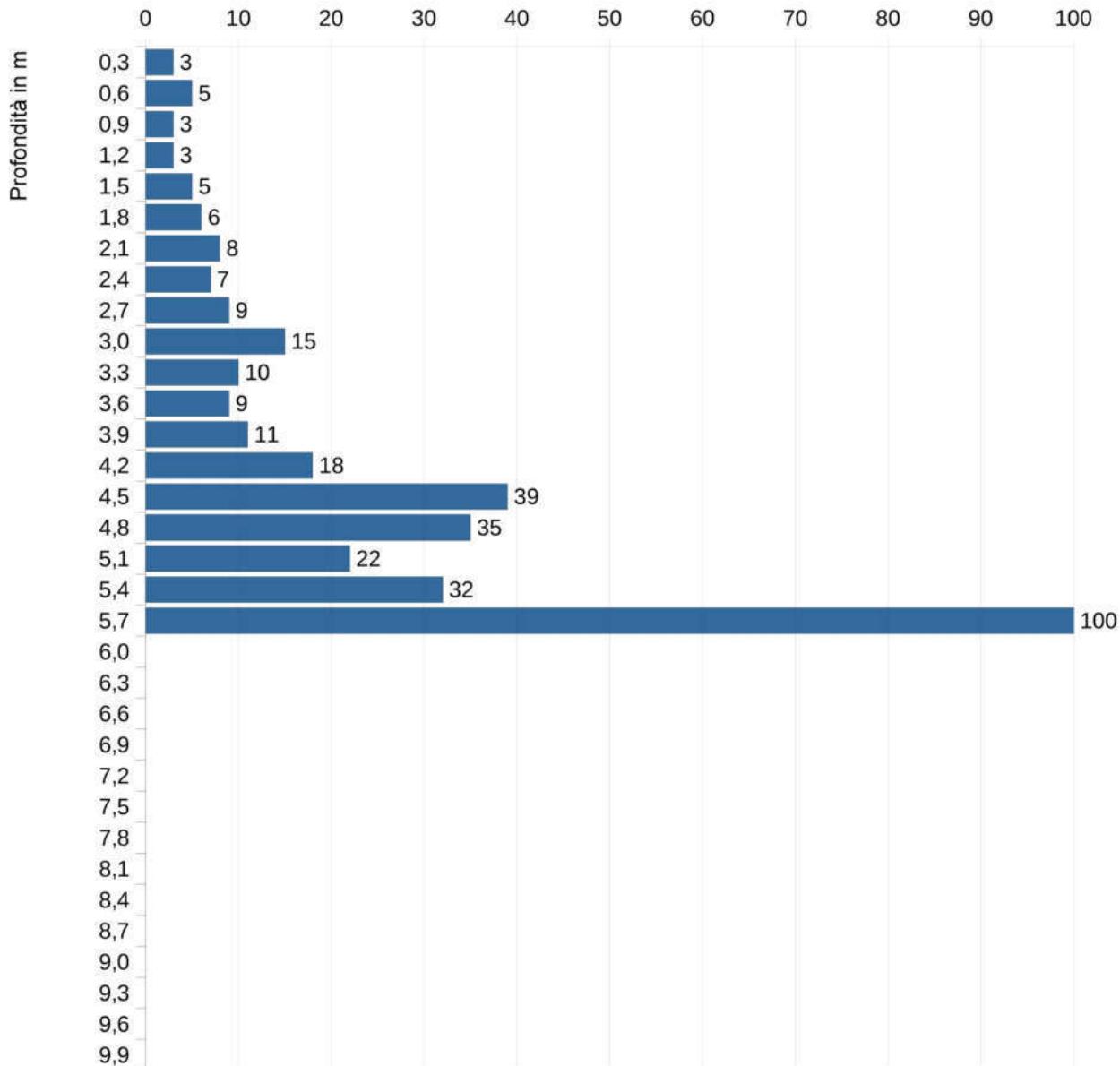


-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	P6

N (colpi/30 cm)

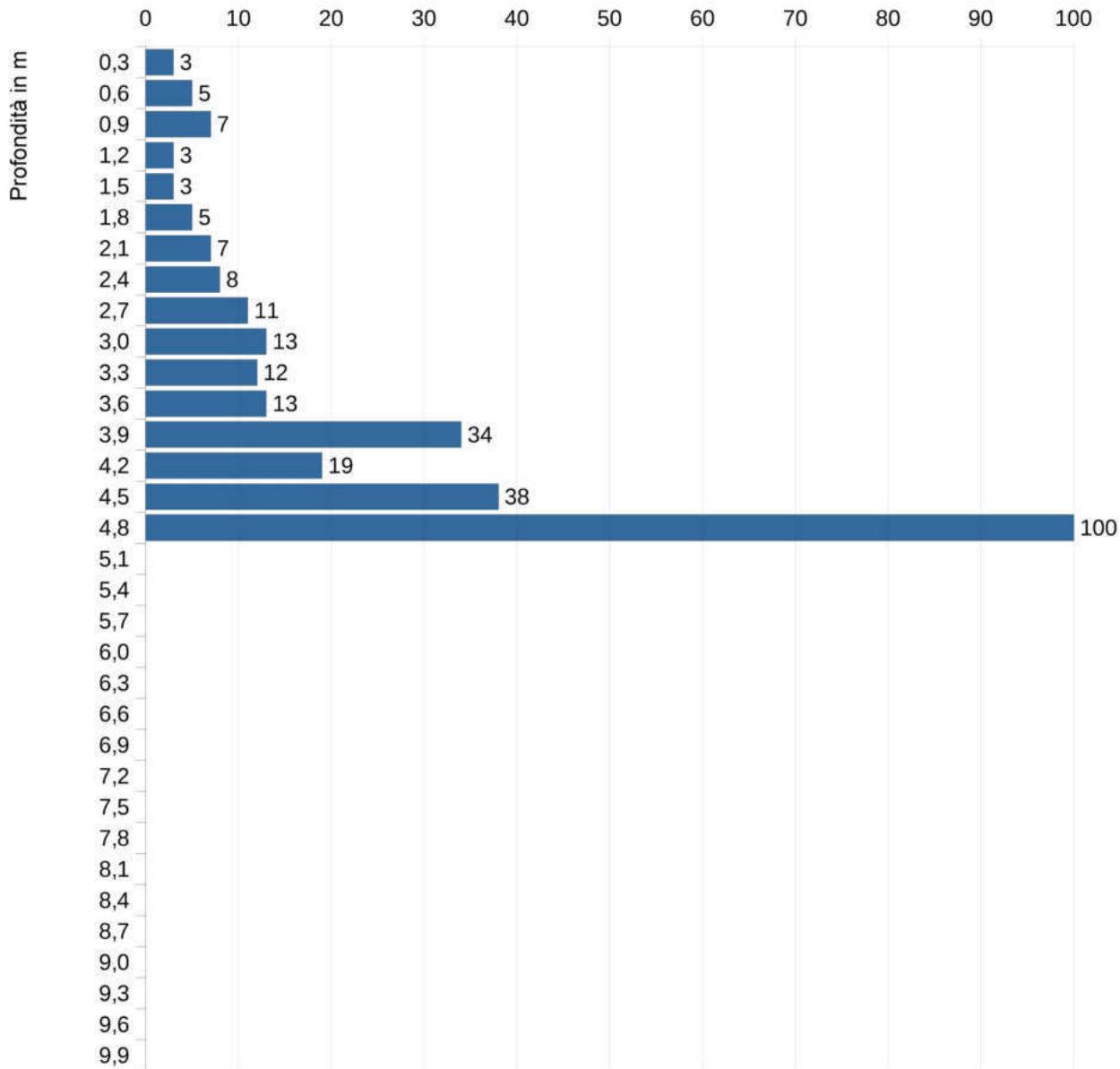


-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	P7

N (colpi/30 cm)

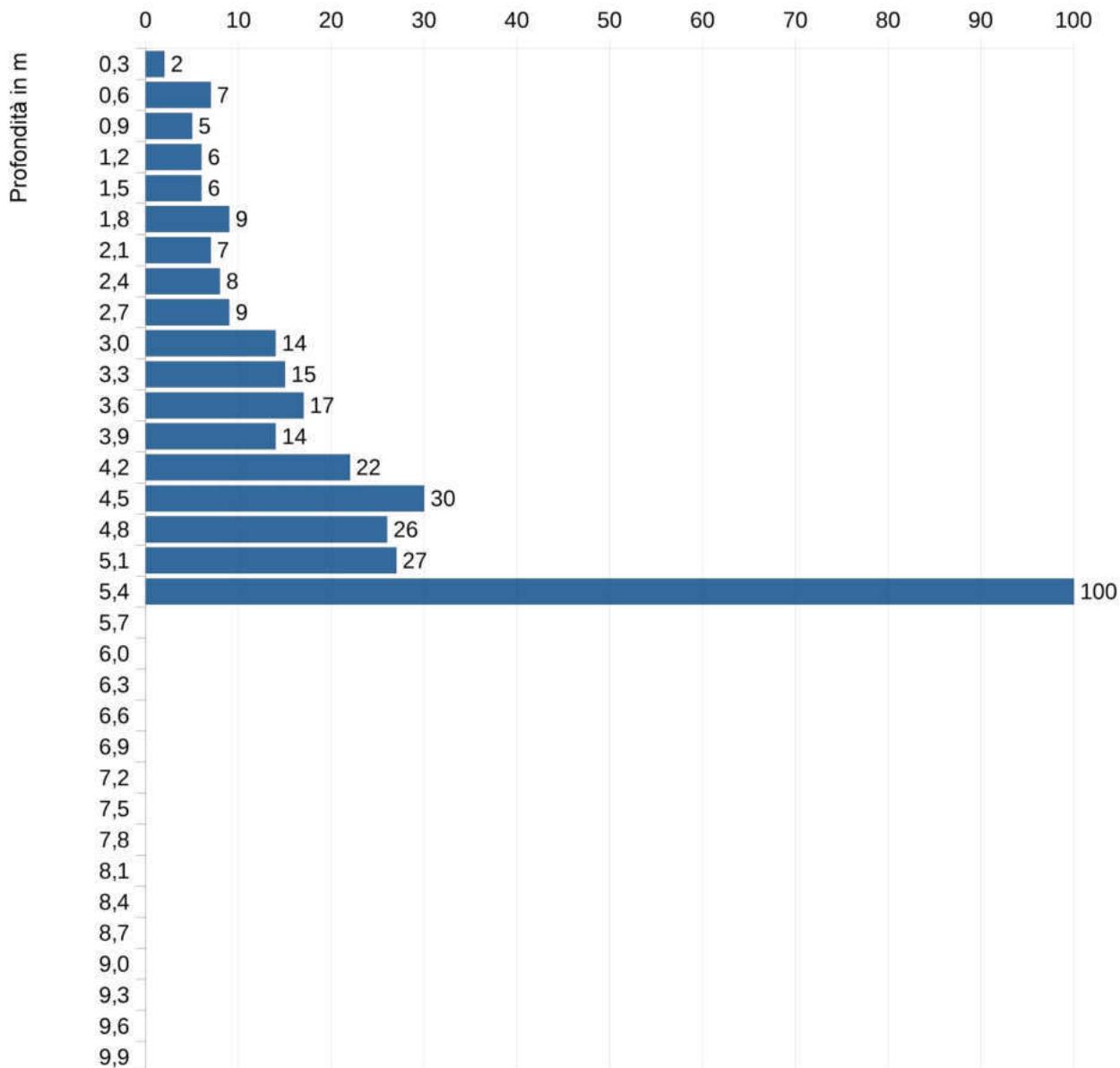


-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA/PROFONDITA'

- Committente: Immobiliare Chiara S.r.l.	- Data: 17/03/23	Nome prova
- Cantiere: Via Leopardi	- Quota zero: Piano campagna	
- Comune: Novate Milanese (MI)	- Livello falda: Non rilevata	P8

N (colpi/30 cm)



-
- PENETROMETRO DINAMICO TIPO: TG 63-200 M-A.C
 - M (massa battente)= 73,50 kg - H (h caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm²
 - D (diametro punta)= 51,00 mm - Intervallo di misura = 30 cm - Uso rivestimento: NO

ALLEGATO 2

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da
MALDINI DANIELA il 22/12/2023 12:31:11, MARTINA STEFANEA LAURA il 22/12/2023 12:25:19
SCARAMOZZINO GIANCARLO il 20/12/2023 14:20:19, ROSSI ALESSANDRO il 11/12/2023 09:42:02
MICULI FREDERIK il 24/06/2023 11:42:14 ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005
DELIBERA DI GIUNTA: 2023 / 223 del 21/12/2023

COMMITTENTE: IMMOBILIARE CHIARA S.r.l. LOCALITA': Via Cornicione - Novate Milanese (MI) DATA: 13 Ottobre 2021			TIPO PERFORAZIONE: Trincea esplorativa ATTREZZATURA: Escavatore gommato QUOTA DI RIFERIMENTO: Piano Campagna	DENOMINAZIONE T1
PROFONDITA' m	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE	CAMPIONI	
-1		Suolo vegetale: limo sabbioso-argilloso, con piccoli ciottoli subarrotondati. Colore marrone.	T1 (0,0 - 1,0 m)	
-1,1		Sabbia e ghiaia in matrice limoso-sabbiosa, con abbondanti ciottoli da debolmente a mediamente alterati, colore marrone-nocciola.		
-2,0		Ghiaia e abbondanti ciottoli arrotondati in matrice sabbiosa. Colore grigio.	T1 (2,0 - 3,0 m)	
-3		Fine scavo		




NOTE: Assenza di anomalie colorimetriche e olfattive riconducibili alla presenza di sostanze inquinanti

STUDIO MONTESI
Geologia e Ambiente 

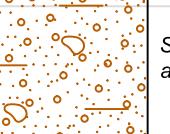
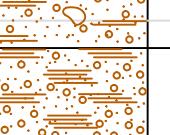
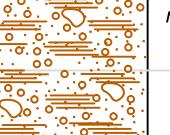
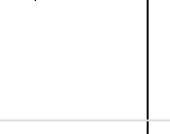
Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

MALDINI DANIELA il 22/12/2023 12:31:11, MARTINA STEFANEA LAURA il 22/12/2023 12:25:19

SCARAMOZZINO GIANCARLO il 20/12/2023 14:20:19, ROSSI ALESSANDRO il 11/12/2023 09:42:02

MICULI FREDERIK il 24/06/2023 11:42:14 ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

DELIBERA DI GIUNTA: 2023 / 223 del 21/12/2023

COMMITTENTE: IMMOBILIARE CHIARA S.r.l. CANTIERE: Via Leopardi LOCALITA': Novate Milanese (MI) DATA: 14 febbraio 2022			TIPO PERFORAZ.: Carotaggio continuo ATTREZZATURA: Sonda cingolata Geomarc QUOTA ZERO DEL PUNTO : ca. 144 m s.l.m. QUOTA DI RIFERIMENTO: Piano Campagna	DENOMINAZIONE S1
QUOTA m	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE	INTERVALLO PROVA	CAMPIONE
-1				
-1,4		Terreno vegetale: costituito da sabbie limose ed argillose, con in subordine ghiaia e ciottoli		
-2				
-3				
-3,3		Sabbia e ghiaia , matrice limosa assente o scarsa, frequenti ciottoli arrotondati, colore grigio		
-4				
-5				
-6				
-7				
-7,2		Ghiaia sabbiosa debolmente limosa, frequenti ciottoli arrotondati fino a 10 cm di diametro, colore grigio		
-8				
-9				
-10		Ghiaia in abbondante matrice sabbioso-limosa con ciottoli, colore marrone	Prova S1K1 Intervallo 8,5 - 9,0 m	Campione S1_cr2 Intervallo 8,5 - 9,0 m
-11				
-12		Fine perforazione		
NOTE:			STUDIO MONTESI Geologia e Ambiente 	
Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da MALDINI DANIELA il 22/12/2023 12:31:11, MARTINA STEFANEA LAURA il 22/12/2023 12:25:19 SCARAMOZZINO GIANCARLO il 20/12/2023 14:20:19, ROSSI ALESSANDRO il 11/12/2023 09:42:02 MICULI FREDERIK il 24/06/2023 11:42:14 ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005 DELIBERA DI GIUNTA: 2023 / 223 del 21/12/2023				

COMMITTENTE: IMMOBILIARE CHIARA S.r.l.
CANTIERE: Via Leopardi
LOCALITA': Novate Milanese (MI)
DATA: 14 febbraio 2022

TIPO PERFORAZ.: Carotaggio continuo
ATTREZZATURA: Sonda cingolata Geomarc
QUOTA ZERO DEL PUNTO : ca. 144 m s.l.m.
QUOTA DI RIFERIMENTO: Piano Campagna

DENOMINAZIONE

S1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI TERRENI ATTRAVERSATI



STUDIO MONTESI
Geologia e Ambiente

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da
MALDINI DANIELA il 22/12/2023 12:31:11, MARTINA STEFANEA LAURA il 22/12/2023 12:25:19

SCARAMOZZINO GIANCARLO il 20/12/2023 14:20:19, ROSSI ALESSANDRO il 11/12/2023 09:42:02

MICULI FREDERIK il 24/06/2023 11:42:14 ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

DELIBERA DI GIUNTA: 2023 / 223 del 21/12/2023

ALLEGATO 3

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da
MALDINI DANIELA il 22/12/2023 12:31:11, MARTINA STEFANEA LAURA il 22/12/2023 12:25:19
SCARAMOZZINO GIANCARLO il 20/12/2023 14:20:19, ROSSI ALESSANDRO il 11/12/2023 09:42:02
MICULI FREDERIK il 24/06/2023 11:42:14 ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005
DELIBERA DI GIUNTA: 2023 / 223 del 21/12/2023

Indagine geofisica MASW

Stendimento Masw per la determinazione delle Vs₃₀, parametro necessario per la definizione della categoria del suolo di fondazione.

Acquisizione eseguita il: 17/03/2023.

- spaziatura dei geofoni: 2 m
- energizzazione: con mazza battente.
- punto di energizzazione: a 4 metri dal primo geofono.

Risultati dell'Indagine

Report riassuntivo dei risultati dell'indagine geosismica M.A.S.W.

Curva di dispersione, lo spettro f-k, il sismogramma ed il profilo delle velocità delle onde vs₃₀ il cui valore è stato calcolato utilizzando la formula

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove h_i e v_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di n strati presenti nei 30 m sottostanti le fondazioni dell'edificio in progetto, in questo caso da una quota del piano campagna fino a -30.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva della prova Masw .

Interpretazione Prove MASW		
<i>id</i>	<i>Profondità m dal p.c.</i>	<i>V onde s (m/s)</i>
1	3,3	197,0
2	4,8	205,0
3	30,0	230,0

Gli esiti della prova evidenziano valori di Vs riconducibili alla categoria C del suolo di fondazione (Vs₃₀= 224,5 m/s).

Interpretazione stendimento MASW

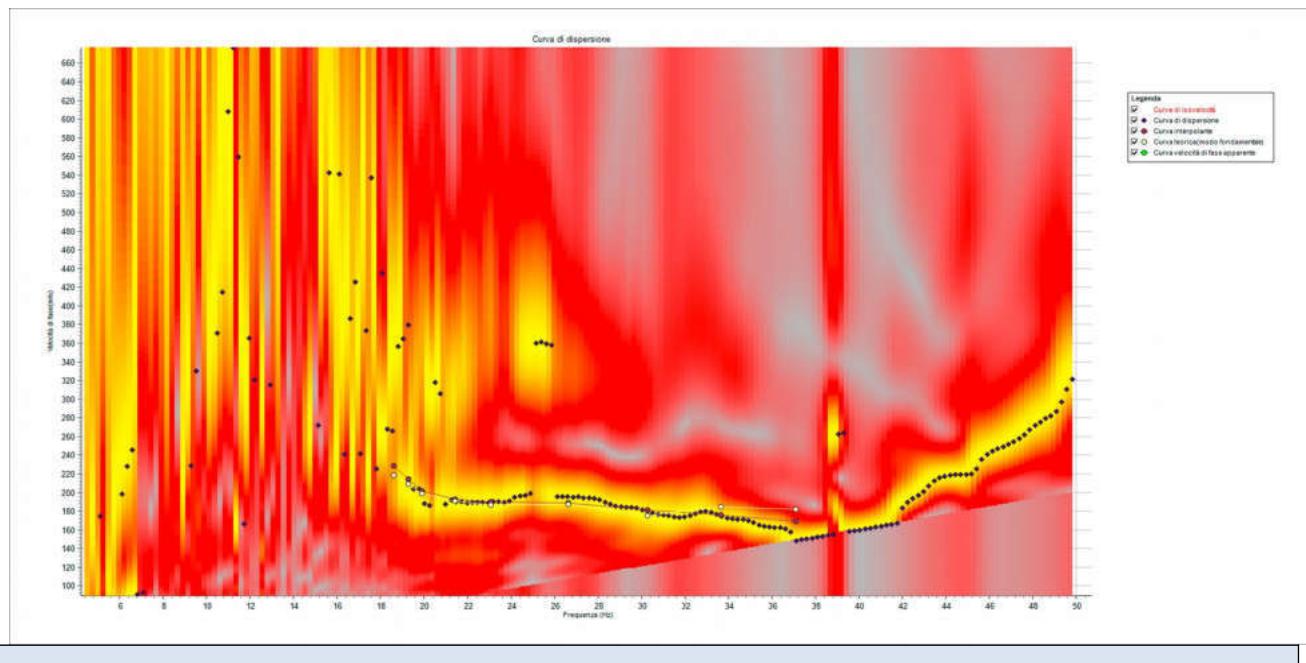
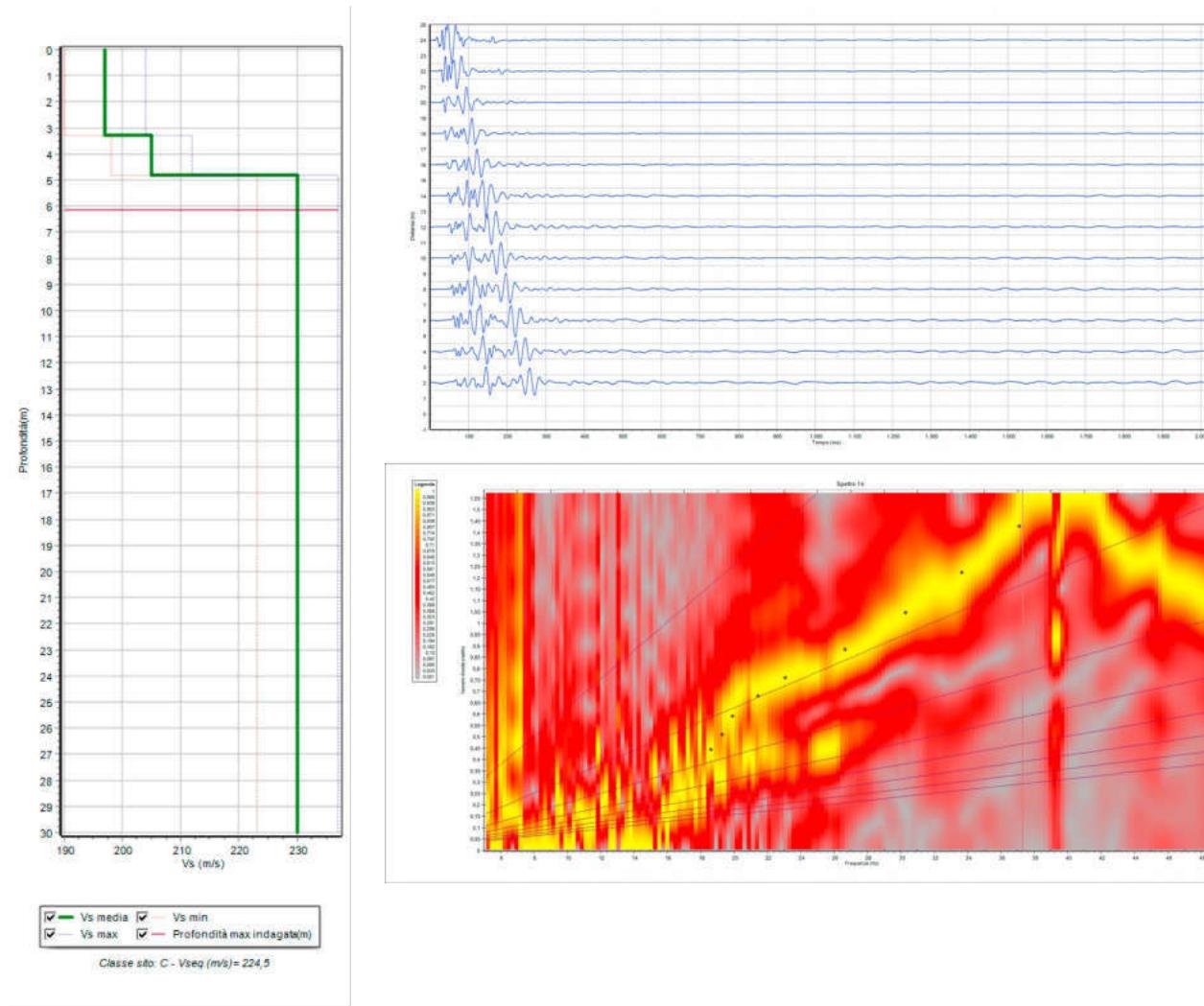


Fig. 1 Esiti stendimento Masw

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da
 MALDINI DANIELA il 22/12/2023 12:31:11, MARTINA STEFANEA LAURA il 22/12/2023 12:25:19
 SCARAMOZZINO GIANCARLO il 20/12/2023 14:20:19, ROSSI ALESSANDRO il 11/12/2023 09:42:02
 MICULI FREDERIK il 24/06/2023 11:42:14 ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005
 DELIBERA DI GIUNTA: 2023 / 223 del 21/12/2023