



COMUNE DI ASTI

SETTORE LAVORI PUBBLICI ED EDILIZIA PUBBLICA  
SERVIZIO SUOLO EXTRAURBANO



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

PROGETTO:

**PNRR - Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei Comuni - M2C4 - Investimento 2.2**

## OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA INFRASTRUTTURE VIABILI SUOLO EXTRAURBANO

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELLE OPERE E DELLE STRUTTURE, DENUNCIA STRUTTURE IN ZONA SISMICA, RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SONDAGGI E PROVE, DIREZIONE LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE



**PROGETTO ESECUTIVO**  
ai sensi del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.

ALLEGATO N°

**16.5**

### RELAZIONE GEOLOGICA INTERVENTO 3.D

DATA:

**Novembre 2022**

PROTOCOLLO:

**061-2022**

SCALA:

PROGETTISTI:

Ing. Giorgio Scioldo Ing.  
Roberto Sperandio

GEOLOGO:

Geol. Massimo Castellaro

TIMBRI E FIRME:



REV.:	REDATTO:	VALIDATO:	VERIFICATO:	DATA:	RESPONSABILE PROCEDIMENTO:
<b>1</b>	Massimo Castellaro	Roberto Sperandio	Giorgio Scioldo		



studio associato  
**INGEOPROJECT**

SEDE LEGALE:

Ufficio TORINO  
Corso Matteotti, 12 - 10121 Torino  
Tel +39 0115 113490  
pec: ingeoproject@pec.it

referente:

Ing. Giorgio SCIOLDO

UFFICIO OPERATIVO:

Ufficio CUNEO  
Corso Dante, 64 - 12100 Cuneo  
tel +39 0171 681817  
e-mail: info@ingeoproject.it

referente:

Ing. Roberto SPERANDIO

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ASTI



## **COMUNE DI ASTI**

### **OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA INFRASTRUTTURE VIABILI SUOLO EXTRAURBANO SUB INTERVENTO 3.D – FRAZIONE MONTEMARZO**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

"CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO" AI SENSI  
DELL'ART. 6.2.1. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"  
– ART. 11 N.T.A. DEL P.R.G.C.

### **INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

AI SENSI DELL'ART. 6.2.2. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"  
D.M. 11/03/88 N. 47 E S.M.I.;

Asti, 20 maggio 2022

**Il Tecnico incaricato**

(Firmato digitalmente)

**Dott. Geol. Massimo Castellaro**

Iscrizione Albo dei Geologi Professionisti del Piemonte Sez. A n. 573

Via E. Giovanelli, 28 – 14100 ASTI

Tel. e fax: 0141 351106 – Cell. 393 9558998

email: [studio.castellaro@libero.it](mailto:studio.castellaro@libero.it) - [www.geocontest.eu](http://www.geocontest.eu)

## **1. PREMESSA E LOCALIZZAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO**

---

Su incarico della Committenza, viene redatta la presente **Relazione Geologica, di indagini, caratterizzazione e modellazione Geotecnica**, a completamento ed integrazione degli atti progettuali riguardanti le **opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano, relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

Verranno delineate, per tanto, le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche del sito sul quale prevedono le opere di consolidamento (planimetria con indicazione interventi redatta dallo Studio Ingeoproject a cui si rimanda per i dettagli) presso Frazione di Montemarzo in Strada Canton Serra Bosia dove si necessita intervenire con una palificata di circa 30 m. La situazione appare importante e significativa anche in funzione del forte dislivello che separa la quota della strada rispetto a quella della scarpata. Al fine di non incorrere a creazioni di movimenti franosi occorre proteggere il fronte con la realizzazione di un manufatto in c.a. con l'ausilio di pali e trave di collegamento sormontata da barriere di protezione, previa rimozione dell'esistente.



Per quanto concerne gli aspetti di tipo geologico – geotecnici, la presente relazione viene redatta ai sensi dei:

- **D.M. LL. PP. 11/03/1988 n. 47** recante *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”* e relative Istruzioni applicative con Circ. LL.PP. 24/09/1988 n° 30483;
- **D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”**. Si precisa che la presente relazione comprende parte dei contenuti di cui al punto 6.2.2 NTC 2018 e 6.2.2.5 circ. 7/2019 C.S.LL.PP. e non comprende i contenuti di cui ai punti dal 6.2.3 al 6.2.6 delle NTC 2018 (ed in particolare il punto 6.2.4 inerente le “verifiche della sicurezza e delle prestazioni”) ovvero “le analisi per il dimensionamento



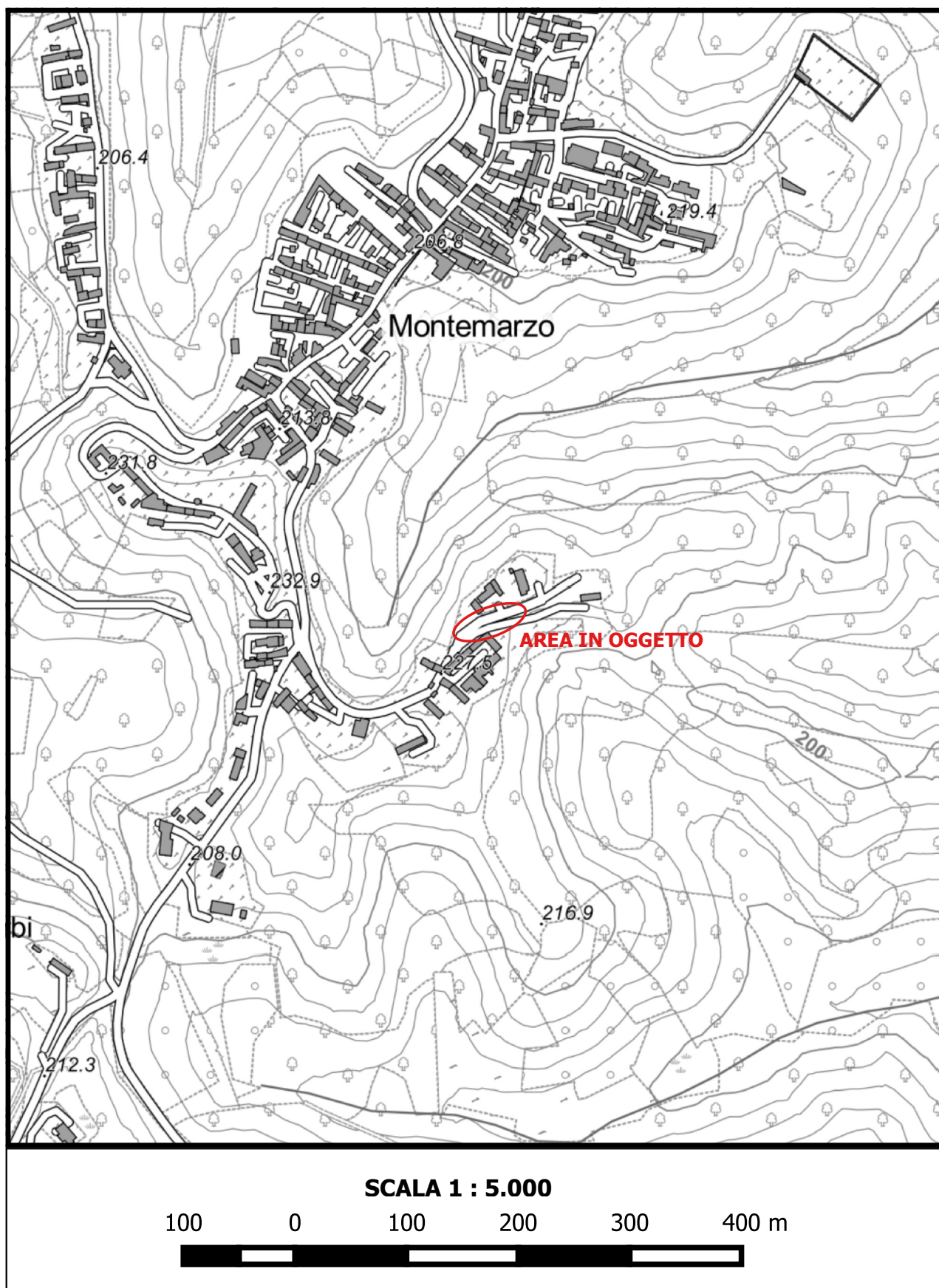
*geotecnico delle opere"; tali punti dovranno essere oggetto d'esame all'interno di apposita relazione da predisporre a cura del progettista strutturale nell'ambito della progettazione geotecnico-strutturale delle opere in progetto;*

- **Piano Regolatore Generale – Art. 11** – Aggiornato alla Variante Parziale n°35 approvata con D.C.C. n°89 del 16/12/2009 ed alla Variante Strutturale di adeguamento alla Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n°7 LAP ed al Piano per l'Assetto Idrogeologico;
- **O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003** e succ. modifiche del 2005, contenente "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica";
- **O.P.C.M. n. 3519 de 128/04/2006** riferita all'adozione della mappa di pericolosità a livello nazionale predisposta dall'INGV e aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte di cui alla **D.G.R. del 30 dicembre 2019, n.6-887**.

Lo studio di seguito riportato consiste in un prima parte di inquadramenti geologico – geomorfologici dell'area vasta, seguita da una caratterizzazione idrogeologica ed in una parte di aspetti geotecnici, in cui sono esposti i risultati delle indagini geognostiche svolte *in situ*..

Il sito d'indagine è localizzato in area urbana, in Frazione Montemarzo, ad una **quota di circa 230 m s.l.m.** ed è ubicato sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, **(BDTRE Piemonte)** riportata nella corografia di **Fig. 1**.

**Fig. 1 - Corografia su base BDTRE Piemonte**



Per quanto riguarda gli inquadramenti catastali ed urbanistici, si rimanda alla planimetria generale redatta dal progettista, mentre il presente studio si è basato in particolare:

- sui dati rilevati durante vari sopralluoghi eseguiti sull'area d'intervento e su un suo intorno significativo;
- sulla consultazione di cartografie geologiche e geomorfologiche specifiche riguardanti l'area in esame, nonché sugli elaborati geologici allegati al P.R.G.C. in scala 1:10.000;
- su pubblicazioni scientifiche e dati bibliografici;
- su una indagine geognostica in situ condotta con penetrometro super-pesante Pagani "TG 63-200 kN" e consistita in n°2 prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. e n°1 indagine sismica HVSR.

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

---

### **2.1. Assetto geologico**

Dal punto di vista geo-litologico locale, anche sulla base delle indicazioni riportate sul Foglio 69 "ASTI" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (seconda edizione, 1970), il lotto in esame ricade entro l'area di affioramento delle "Sabbie di Asti" siglate "Ps" sulla C.G.I. (vedi stralcio di **Fig. 2**) costituenti il locale substrato.

Il territorio comunale di Asti si estende per circa il 50%, su un'area semi-pianeggiante costituita dagli apporti successivi di eventi alluvionali del F. Tanaro e dei suoi affluenti; tali depositi sono costituiti da sedimenti di origine fluviale, successivamente rimodellati, almeno nei livelli più superficiali, dal corso d'acqua principale che attraversa in direzione circa SE-NW il territorio; la restante porzione comunale è rappresentata da sedimenti marini limoso-sabbiosi e sabbioso-argillosi.

L'assetto geologico generale, ricostruito anche dalle numerose indagini svolte nel sottosuolo, è da ricondursi principalmente al **Bacino Terziario Ligure-Piemontese**; in particolare ci si viene a trovare al centro di una vasta depressione sinclinaloide con direzione assiale circa E-W.

Il **Bacino terziario Ligure Piemontese** strutturalmente si può considerare composto da tre grandi Unità:

- **l'Unità del Basso Monferrato** posta a Nord, costituita da terreni e rocce prevalentemente sedimentari, che formano i rilievi collinari che si estendono da Torino a Casale-Voghera (Collina Torino-Casale);
- **l'Unità della Sinclinale (o Bacino) di Asti**, posta al centro, costituita da una successione di terreni sedimentari marnosi e arenacei nelle formazioni più profonde; argillosi e sabbiosi nelle formazioni più superficiali (Argille Azzurre del Lugagnano e Sabbie di Asti e Villafranchiano);
- **l'Unità delle Langhe**, posta a Sud quindi al margine del Bacino Terziario stesso, costituita da successioni di alternanze di formazioni di materiali sedimentari marnosi e arenaceo-sabbiosi.





Fig. 2a – Stralcio della Carta Geologica d'Italia Foglio 69 "Asti"

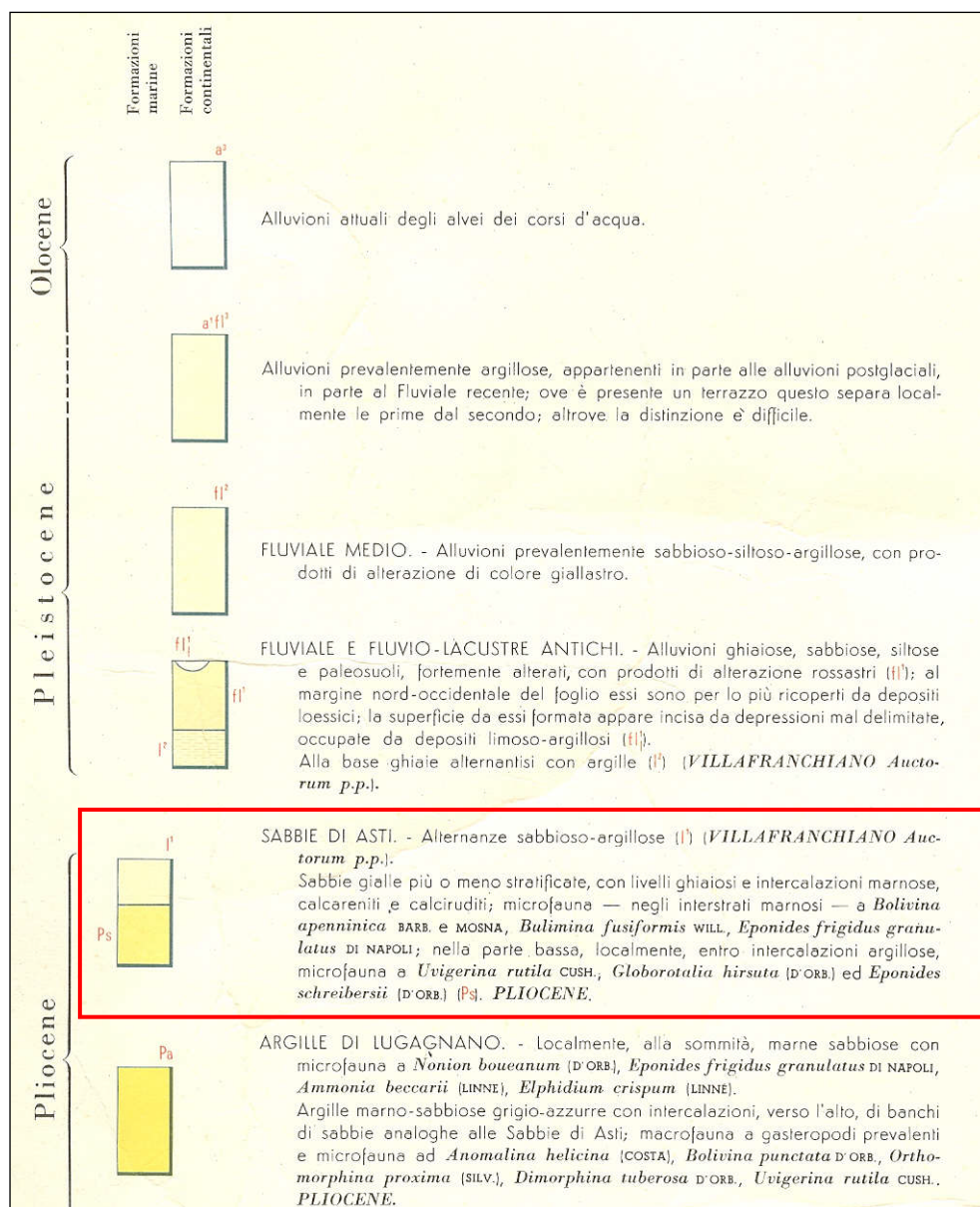


Fig. 2b - Legenda della Carta Geologica d'Italia Foglio 69 "Asti"

Dal punto di vista geologico locale, l'area in questione è caratterizzata da terreni sedimentari appartenenti a formazioni di età pliocenica che costituiscono il nucleo di una sinclinale con asse circa E-W e giaciture di circa 10-15°.

Secondo quanto riportato dalla cartografia ufficiale, il settore in studio è caratterizzato dalla presenza, in sequenza dal basso verso l'alto, dei seguenti litotipi:

- **Formazione delle Argille di Lugagnano (Pliocene medio -inferiore):**  
denominate *Pa* nella C.G.I. "ASTI", rappresentano sedimenti di mare aperto, non troppo profondo di piattaforma continentale; sono argille limoso-marnose grigio-azzurre, a volte debolmente sabbiose, compatte, con abbondanti resti fossili (in prevalenza gasteropodi); la potenza si aggira sui 70-80 m mentre la giacitura è tranquilla con inclinazione degli strati poco accentuate ed immersione verso S;
- **Formazione della Sabbie di Asti (Pliocene medio -superiore):**  
denominate *Ps* nella C.G.I. "ASTI", affiorano in continuità stratigrafica sulle Argille di Lugagnano; si tratta di una formazione costituita prevalentemente da "sabbie gialle più o meno stratificate con livelli ghiaiosi ed intercalazioni marnose, calcareniti e calciruditi (Pliocene)"; questa formazione rappresenterebbe un deposito marino avvenuto a profondità limitate (10 – 40 m) e controllato dalla forte energia idrodinamica del moto ondoso e delle correnti di marea;
- **Complesso Villafranchiano (Pliocene sup. -Pliocene inf.):** denominato *I<sup>1</sup>* nella C.G.I. "ASTI", rappresentato da un'Unità inferiore prevalentemente sabbioso-limosa con intercalazioni di argille varicolori di ambiente di transizione tra quello marino e quello continentale; l'Unità superiore è costituita invece da alternanze di argille e ghiaie, indici di un ambiente deposizionale continentale fluvio-palustre; recenti studi attribuiscono a tale complesso una ulteriore suddivisione in quattro Unità: quella di Ferrere, di San Martino, di Cascina Gherba e di Maretto.

**Depositi alluvionali di fondovalle (denominati *a<sup>1/f3</sup>* nella C.G.I. "ASTI")**  
costituiti da materiali prevalentemente sabbioso-siltoso-argillosi (di età pleistocenica) sovrastanti materiali a granulometria prevalentemente argillosa (Pleistocene-Olocene), ricoprono le precedenti Formazioni

rappresentanti il substrato. Tale substrato ed i depositi alluvionali risultano parzialmente mascherati da una estesa coltre di copertura di origine eluvio-colluviale, tipicamente di natura limoso-sabbiosa e/o limoso-sabbiosa; la coltre superficiale presenta spessori variabili, che possono raggiungere valori di alcuni metri nelle zone a bassa acclività e di raccordo tra versante e pianura.

### **2.1.1 Rapporti con gli strumenti urbanistici comunali (P.R.G.C.)**

Secondo quanto riporta la *“Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, alla scala 1:10.000”* (redatta dalla Dott.ssa Geol. Felicità Deriu) allegata alla Variante Strutturale di Adeguamento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del P.R.G.C. (vedi stralcio di **Fig. 3**), i terreni d'interesse ricadono in parte in **Classe IIa**; l'art. 11 delle N.T.A. definisce e prevede:

*“aree collinari caratterizzate da morfologia poco acclive e da condizioni di stabilità complessivamente buone”.*

*(...) In queste aree sono consentiti tutti gli interventi sia pubblici che privati nel rispetto della normativa vigente; la fattibilità degli interventi dovrà essere verificata da una relazione geologico tecnica da realizzarsi a cura del soggetto attuatore dell'intervento stesso, illustrativa delle indagini effettuate ai sensi della normativa vigente (D.M. 11.03.1988 con particolare riferimento ai punti A., B. e C.)*



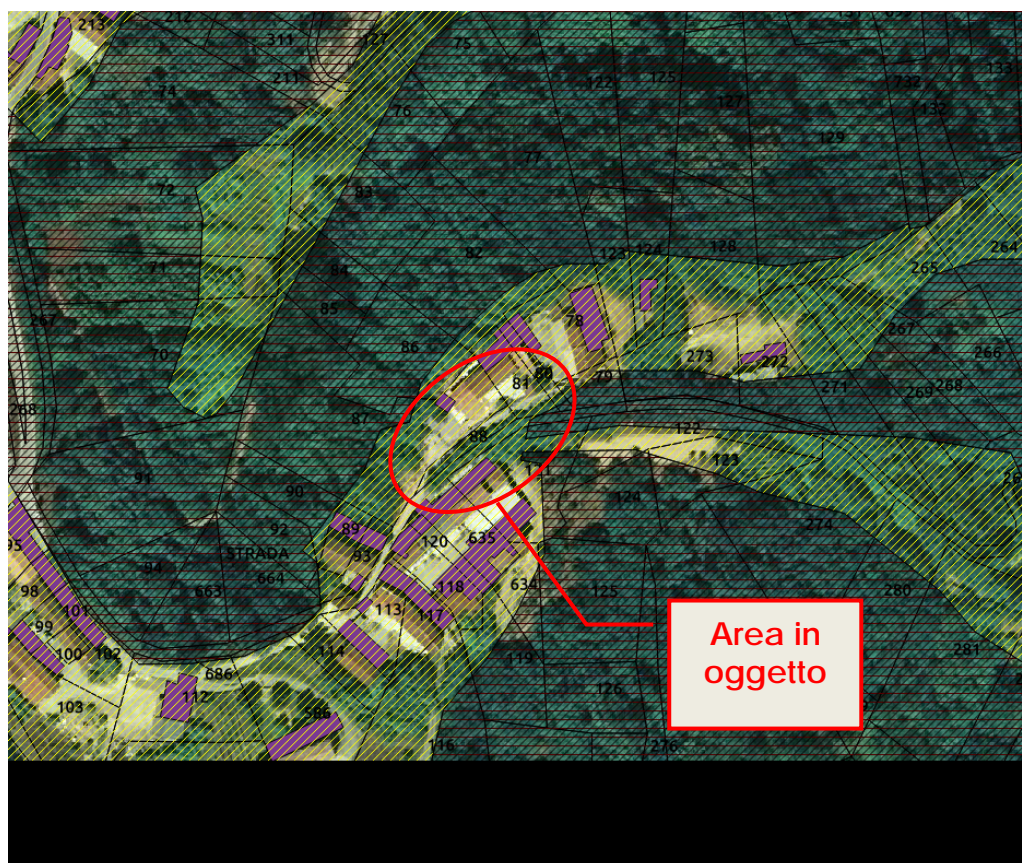






Fig. 3 – Stralcio della Carta di Sintesi e legenda del P.R.G.C.

<b>Classe I - Settori a pericolosità geomorfologica bassa, privi di limitazioni urbanistiche</b>	
	Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono consentiti nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento alle prescrizioni del D.M. 11.03.1988.
<b>Classe II - Settori a pericolosità geomorfologica moderata, con moderate limitazioni urbanistiche</b>	
Porzioni di territorio nelle quali, considerate le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica, gli interventi sono subordinati a consigli tecnici esplicitati a livello di norme d'attuazione ispirate al D.M. 11.03.1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo, esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità.	
	CLASSE IIa - aree collinari caratterizzate da morfologia poco acclive e da condizioni di stabilità complessivamente buone.
	CLASSE IIb - aree inondabili per eventi di piena catastrofici, in posizione marginale rispetto al deflusso della piena, caratterizzate da acque a bassa energia, assenza di trasporto solido e altezze idrometriche minori di 0,5 m (intensità del processo media/moderata "Aree EmA").
	CLASSE IIc - aree di pianura con sottosuolo caratterizzato nei primi metri da mediocri proprietà geomeccaniche, aree di pianura caratterizzate da diffusa superficialità della falda.

Non sussistono, dunque, in questo contesto  
vincoli alla realizzazione del progetto

## **2.2. Assetto geomorfologico generale e locale**

Per quanto riguarda la morfologia generale, la Provincia di Asti si viene a collocare nell'area del Monferrato dove si è sviluppato tutto un susseguirsi di dolci colline incise da valli; le quote vanno dai 121 m del capoluogo ai 759 m del comune di Roccaverano. Tali colline, caratteristiche del Monferrato, presentano una variegata tipologia di terreni che vanno dalle cosiddette "terre bianche" ricche in fossili, alle "terre rosse" ricche di limo ed argilla e alle "terre grasse" tipiche delle aree alluvionali di fondovalle.

Dal punto di vista geomorfologico generale, l'area di studio corrisponde al relitto di un'estesa pianura compresa tra i rilievi della Collina di Torino - Monferrato a N e quelli delle Langhe a S e che rappresentava il collegamento tra la pianura cuneese e quella alessandrina. Da un substrato terziario si passa ad una sottile, ma diffusa copertura di depositi fluviali prevalentemente limosi, riferibili al Pleistocene medio-superiore. Tracce di un corso d'acqua a meandri con raggio di curvatura chilometrico e direzione di flusso E - W, risultano conservati in maniera estesa. Quest'ultimo, come descritto in dettaglio successivamente, rappresentava il collettore meridionale del bacino piemontese (Forno M.G., 1982).

Nel settore occidentale questa originaria pianura fluviale appare conservata in modo più continuo ed è rappresentata dall'Altopiano di Poirino: è caratterizzato da una superficie debolmente ondulata e modestamente disseccata dal reticolato idrografico sovrainposto.

Nel settore orientale corrispondente ai Rilievi dell'Astigiano, detta pianura fluviale appare sensibilmente oblitterata e caratterizzata da una morfologia più accidentata dovuta alla presenza di una notevole densità del reticolato idrografico.

Dal punto di vista geomorfologico locale l'area in oggetto si colloca su di un settore di cresta, ad una quota di circa 230 m s.l.m.. L'area è caratterizzata da colline incise fortemente dalle acque superficiali. L'acclività

dei versanti è particolarmente importante. La strada in oggetto è situata proprio sul ciglio di uno di questi versanti. Questo causa ripetuti problemi di instabilità alla strada stessa, ce risulta danneggiata, presentando ampie fratture longitudinali ed avvallamenti.

### **3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

---

In generale il Bacino Terziario Piemontese è contraddistinto da una serie di complessi idrogeologici con differenti caratteristiche.

Dal basso verso l'alto si possono distinguere:

- **Complesso limoso argilloso:** corrispondente alle ARGILLE DI LUGAGNANO, impermeabili, che rappresentano la base del sovrastante Complesso sabbioso.
- **Complesso sabbioso:** corrispondente ai depositi sabbiosi pliocenici (SABBIE DI ASTI), costituiti da alternanze di livelli sabbiosi permeabili, livelli sabbioso limosi e limoso sabbiosi semipermeabili e livelli limoso argillosi impermeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda, in cui i vari livelli acquiferi, con ridotta continuità laterale, possono essere intercomunicanti verticalmente.
- **Complesso delle alternanze (argille, ghiaie, sabbie):** corrispondente alla parte superiore del Villafranchiano inferiore, al VILLAFRANCHIANO SUPERIORE ed ai depositi fluviali del PLEISTOCENE MEDIO SUPERIORE, è costituito da un'alternanza di livelli limoso argillosi impermeabili o semipermeabili e livelli ghiaioso sabbiosi permeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda in cui i vari livelli acquiferi sono tra loro intercomunicanti.
- **Complesso dei depositi alluvionali:** con permeabilità e spessore variabili, sede di una falda libera in equilibrio con il reticolo idrografico.

Nel dettaglio gli interventi in oggetto si localizzeranno nell'areale del sistema acquifero ospitato nei terreni appartenenti al **Complesso sabbioso**. Dal punto di vista idrogeologico locale, sia le SABBIE DI ASTI che le ARGILLE DI LUGAGNANO, si caratterizzano per la presenza di orizzonti acquiferi la cui produttività risulta variabile in funzione delle caratteristiche di permeabilità dei depositi e dell'entità e provenienza dell'alimentazione.

Si rammenta che, da dati bibliografici in possesso allo scrivente, la falda acquifera in presenza di formazioni quali le SABBIE DI ASTI, specialmente in cresta collinare, si colloca a profondità rilevanti e pertanto non interferenti con le opere in progetto.

#### **4. ASPETTI GEOTECNICI: INDAGINI GEOGNOSTICHE *IN SITU***

---

La valutazione degli aspetti geotecnici e delle problematiche geotecniche è da ricondursi essenzialmente alla:

- Indagine geognostica *condotta in situ in corrispondenza delle opere in progetto e consistita in n°2 prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro super-pesante TG 63-200 kN "Pagani"*;
- Ricostruzione dell'assetto stratigrafico locale;
- verifica di stabilità del versante;
- Parametrizzazione geotecnica dei terreni;
- Azione sismica: categoria del suolo tramite indagine HVSR.

##### **4.1. Indagine geognostica in situ**

###### ***Prove Penetrometriche Dinamiche (S.C.P.T.)***

La valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni è stata ottenuta dal valore di  $N_{20}$  (numero dei colpi necessario all'avanzamento di 20 cm), mediante formule di uso comune nella pratica geotecnica. I parametri



che si ottengono sono essenzialmente quelli della resistenza dinamica e della densità relativa ( $D_r$ ), che costituiscono la base di calcolo per l'elaborazione dei valori dell'angolo di resistenza al taglio ( $\phi'$ ), della coesione ( $c'$ ) e del peso di volume ( $\gamma$ ), indispensabili per eseguire le verifiche della capacità portante dei terreni di fondazioni e il calcolo dei cedimenti, tenendo conto dei sovraccarichi indotti sul terreno di fondazione in seguito all'edificazione in oggetto. Per l'esecuzione delle prove si è utilizzato un Penetrometro Super-Pesante Pagani Tg 63/200 kN le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella seguente:

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 <sup>2</sup>
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	1,489	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
***DPSH***

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

### **Correlazione con N<sub>spt</sub>**

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

### **Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>**

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/ N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici

sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### **Valutazioni statistiche e correlazioni**

#### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### ***Media***

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media minima***

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Massimo***

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Minimo***

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Scarto quadratico medio***

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media deviata***

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media + s***

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media - s***

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### ***Liquefazione***

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

#### ***Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda***

$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se

tutto lo strato è in falda) .

#### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**



## **Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano, relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

---

- Classificazione A.G.I. 1977

### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

### **Velocità onde di taglio Vs (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

### **Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.  
Robertson & Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

### **Modulo di reazione (Ko)**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

- Robertson 1983 Qc

## **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
  - Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.  
Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
  - Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
  - Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
  - (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con Nc=20 e Qc/Nspt=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
  - Begemann.

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

---

- De Beer.

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

**Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) ( $Kg/cm^2$ )-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

**Modulo Di Young ( $E_Y$ )**

Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$   
D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

**Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

<b>PROVA I_1</b>
------------------

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 10/05/2022

Profondita' prova 7.00 m

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (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	10	0.855	89.80	105.07	4.49	5.25
0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

0.80	5	0.843	40.66	48.22	2.03	2.41
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	2	0.833	16.06	19.29	0.80	0.96
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	4	0.826	29.45	35.64	1.47	1.78
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	2	0.814	13.49	16.56	0.67	0.83
2.80	2	0.811	13.44	16.56	0.67	0.83
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.31	0.39
3.80	3	0.798	18.53	23.21	0.93	1.16
4.00	3	0.796	18.47	23.21	0.92	1.16
4.20	3	0.794	18.42	23.21	0.92	1.16
4.40	8	0.791	48.98	61.88	2.45	3.09
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.29	0.36
4.80	2	0.787	11.42	14.51	0.57	0.73
5.00	4	0.785	22.79	29.03	1.14	1.45
5.20	4	0.783	22.73	29.03	1.14	1.45
5.40	8	0.781	45.34	58.06	2.27	2.90
5.60	13	0.729	64.78	88.84	3.24	4.44
5.80	15	0.727	74.55	102.51	3.73	5.13
6.00	16	0.725	79.33	109.35	3.97	5.47
6.20	18	0.724	89.03	123.01	4.45	6.15
6.40	20	0.722	98.69	136.68	4.93	6.83
6.60	22	0.670	95.24	142.07	4.76	7.10
6.80	24	0.669	103.65	154.99	5.18	7.75
7.00	25	0.667	107.71	161.45	5.39	8.07

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
5.2	3.27	28.85	Incoerente	1.53	1.89	0.4	1.48	4.85	Terreno di riporto ghioso-sabbioso
6.3	14	96.35	Incoerente	2.01	2.02	0.91	1.5	21.06	Alterazione sabbiosa compatta del substrato
7	22.75	148.8	Incoerente - coesivo	2.26	2.5	1.1	1.51	34.35	Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA I\_1**

**TERRENI COESIVI**

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

**Coesione non drenata**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	Schmertmann 1975	3.42

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	Robertson (1983)	68.70

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	352.14

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	Schultze	374.63

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di	34.35	6.30-7.00	Meyerhof	2.26



**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

Asti"				
-------	--	--	--	--

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	Meyerhof	2.50

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno di riporto ghioso- sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Meyerhof 1957	44.14
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Meyerhof 1957	76.04
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Meyerhof 1957	91.84

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno di riporto ghioso- sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	23.53
Strato (2) Alterazione sabbiosa	21.06	5.20-6.30	21.06	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	32.77

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

compatta del substrato					
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	37.7

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto ghioso-sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Schmertmann (1978) (Sabbie)	38.80
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Schmertmann (1978) (Sabbie)	168.48
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Schmertmann (1978) (Sabbie)	274.80

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto ghioso-sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.43
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	70.72
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	98.02

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
-------------	------	------------------	------------	--------------	---------------------

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

Strato (1) Terreno di riporto ghioso- sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto ghioso- sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Terzaghi-Peck 1948	1.61
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Terzaghi-Peck 1948	1.74

**Peso unita' di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto ghioso- sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Terzaghi-Peck 1948	2.00
Strato (3) Substrato litoide	34.35	6.30-7.00	34.35	Terzaghi-Peck 1948	2.08

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

delle "Sabbie di Asti"					
------------------------	--	--	--	--	--

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno di riporto ghioso-sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	(A.G.I.)	0.31
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	(A.G.I.)	0.29

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto ghioso-sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	328.02
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	804.53
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1084.83

**Coefficiente spinta a Riposo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno di riporto ghioso-sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Navfac 1971-1982	0.95
Strato (2)	21.06	5.20-6.30	21.06	Navfac 1971-	4.23

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

Alterazione sabbiosa compatta del substrato				1982	
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Navfac 1971- 1982	6.19

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto ghioso- sabbioso	4.85	0.00-5.20	4.85	Robertson 1983	9.70
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	21.06	5.20-6.30	21.06	Robertson 1983	42.12
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	34.35	6.30-7.00	34.35	Robertson 1983	68.70

**PROVA I\_2**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 10/05/2022

Profondita' prova 6.00 m

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	4	0.840	32.39	38.57	1.62	1.93
1.20	5	0.836	40.32	48.22	2.02	2.41



**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	7	0.826	51.54	62.38	2.58	3.12
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	9	0.820	65.77	80.20	3.29	4.01
2.40	9	0.817	65.53	80.20	3.28	4.01
2.60	9	0.814	60.69	74.54	3.03	3.73
2.80	9	0.811	60.48	74.54	3.02	3.73
3.00	10	0.809	66.97	82.82	3.35	4.14
3.20	10	0.806	66.75	82.82	3.34	4.14
3.40	12	0.803	79.84	99.38	3.99	4.97
3.60	11	0.801	68.15	85.09	3.41	4.25
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	10	0.796	61.58	77.36	3.08	3.87
4.20	14	0.744	80.54	108.30	4.03	5.41
4.40	14	0.741	80.30	108.30	4.01	5.41
4.60	16	0.739	85.83	116.11	4.29	5.81
4.80	16	0.737	85.59	116.11	4.28	5.81
5.00	18	0.735	96.01	130.62	4.80	6.53
5.20	20	0.733	106.39	145.14	5.32	7.26
5.40	22	0.681	108.73	159.65	5.44	7.98
5.60	24	0.679	111.39	164.02	5.57	8.20
5.80	25	0.677	115.71	170.85	5.79	8.54
6.00	26	0.675	120.02	177.69	6.00	8.88

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2	5.2	49.23	Incoerente	1.64	1.9	0.16	1.46	7.59	Terreno di riporto
5	11.8	92.91	Incoerente	1.94	1.96	0.62	1.49	17.58	Alterazione sabbiosa compatta del substrato
6	23.4	163.47	Incoerente - coesivo	2.29	2.5	1.02	1.5	35.19	Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA I\_2**

**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide	35.19	5.00-6.00	Schmertmann 1975	3.51

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

delle "Sabbie di Asti"				
---------------------------	--	--	--	--

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	Robertson (1983)	70.38

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	360.71

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	Schultze	384.29

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	Meyerhof	2.29

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	Meyerhof	2.50

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	Meyerhof 1957	62.24
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Meyerhof 1957	76.67
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Meyerhof 1957	94.86

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25.67
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	31.24
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	37.97

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno di	7.59	0.00-2.00	7.59	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.72

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

riporto					
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Schmertmann (1978) (Sabbie)	140.64
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Schmertmann (1978) (Sabbie)	281.52

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43.05
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	63.57
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	99.75

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1)	7.59	0.00-2.00	7.59	Terzaghi-Peck	1.45

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

Terreno di riporto				1948	
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Terzaghi-Peck 1948	1.57
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Terzaghi-Peck 1948	1.74

**Peso unita' di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	Terzaghi-Peck 1948	1.90
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Terzaghi-Peck 1948	1.98
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Terzaghi-Peck 1948	2.08

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	(A.G.I.)	0.32
Strato (3) Substrato litoide delle "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	(A.G.I.)	0.28

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1)	7.59	0.00-2.00	7.59	Robertson e	431.26



Terreno di riporto				Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	720.47
Strato (3) Substrato "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1100.96

**Coefficiente spinta a Riposo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	Navfac 1971-1982	1.58
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Navfac 1971-1982	3.61
Strato (3) Substrato "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Navfac 1971-1982	6.30

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno di riporto	7.59	0.00-2.00	7.59	Robertson 1983	15.18
Strato (2) Alterazione sabbiosa compatta del substrato	17.58	2.00-5.00	17.58	Robertson 1983	35.16
Strato (3) Substrato "Sabbie di Asti"	35.19	5.00-6.00	35.19	Robertson 1983	70.38

**4.2. Azione sismica: categoria del suolo di fondazione**

Ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e succ. modifiche (aggiornamento 15/01/2005) e dell'O.P.C.M. n. 3519 del 20/04/2006 con nuova classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte con **D.G.R. del 30 dicembre 2019, n.6-887**, il numero di zone sismiche è fissato pari a 4, corrispondenti ai 4 valori di accelerazione orizzontale ( $a_g / g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Il **Comune di Asti** ricade in **zona sismica 4** a cui corrisponde un'accelerazione sismica orizzontale **g inferiore a 0,05**, con probabilità di superamento non maggiore del 10% in 50 anni, che si traduce in un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a **0,05 ( $a_g / g$ )**.

L' O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 E S.M.I. prevede ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la definizione della categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, basata sulla velocità delle onde sismiche di taglio  $V_s$ . Ma la grande novità delle N.T.C. 2018 (Art. 3.2.2.) è l'introduzione della  $V_{seq}$ , che costituisce un parametro correlato alla velocità delle onde di taglio  $V_s$  degli strati di terreno, ivi nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto del piano di posa delle fondazioni;  $V_{seq}$ , che rappresenta una velocità equivalente, è espressa dalla seguente formula:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1,N} (h_i/V_{s,i}) \quad (1)$$

Dove H risulta essere la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Sulla base di quanto esposto, si è proceduto alla ricostruzione del profilo stratigrafico correlando i dati ricavati dai sondaggi, dalle prove penetrometriche e dalle conoscenze geologiche bibliografiche.

Attraverso un'indagine geofisica pregressa è stato possibile definire dati sulle velocità delle onde di taglio  $V_s$ .

Di seguito viene inoltre proposto di ricavare i parametri geofisici attraverso la correlazione con i valori di  $N_{SPT}$ , pur riconoscendo i limiti di tali procedimenti.

<b>STIMA DELLE <math>V_s</math> ATTRAVERSO INDAGINE SISMICA HVSR IN SITU</b>
--

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo  $V_{seq}$  attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamiento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura,

detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo  $V_{seq}$ .

## Dati generali

---

Committente: Comune di Asti  
Cantiere: Messa in sicurezza del territorio soggetto a rischio idrogeologico  
Località: Località Montemarzo - Asti  
Operatore: Dr. Geol. Massimo Castellaro  
Responsabile: Dr. Geol. Massimo Castellaro  
Data: 10/05/2022  
Zona: 4  
Latitudine: 44°51'45.16"N  
Longitudine: 8°15'25.02"E

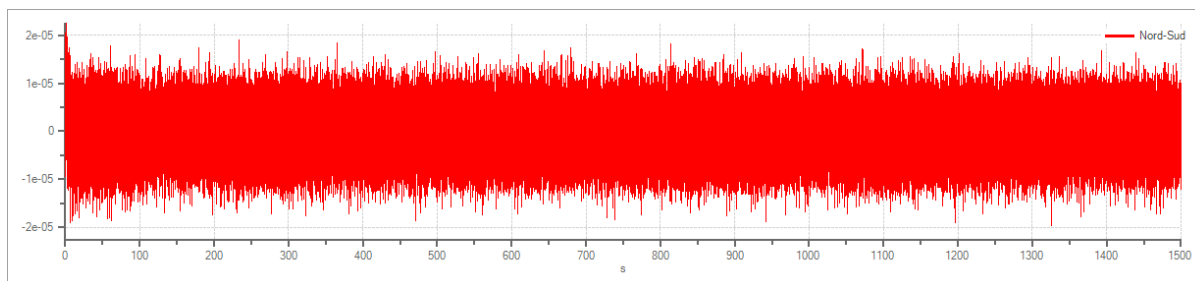
## Tracce in input

---

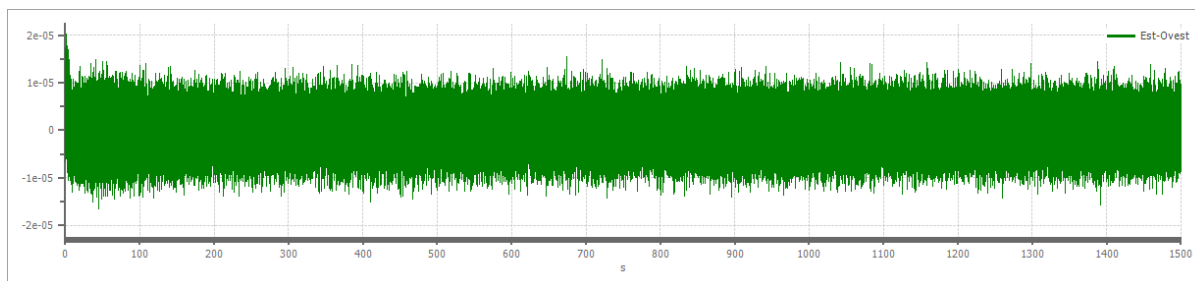
### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3  
Durata registrazione: 1500 s  
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz  
Numero campioni: 375000  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

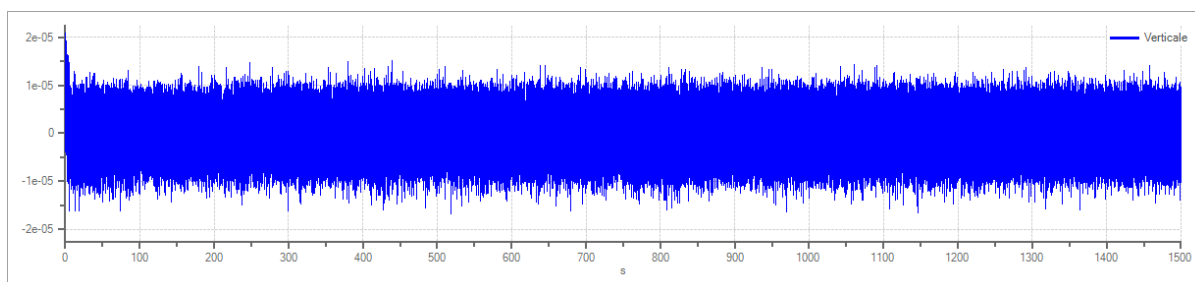
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 74  
Numero finestre incluse nel calcolo: 74  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa



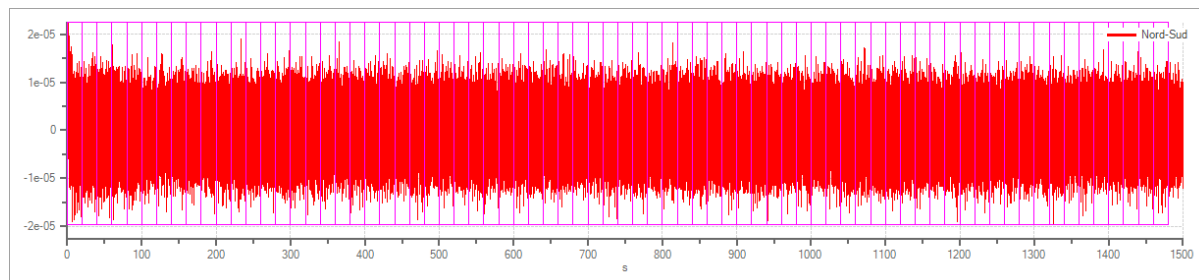
**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa
60	1180	1200	Inclusa
61	1200	1220	Inclusa
62	1220	1240	Inclusa
63	1240	1260	Inclusa
64	1260	1280	Inclusa
65	1280	1300	Inclusa
66	1300	1320	Inclusa
67	1320	1340	Inclusa
68	1340	1360	Inclusa
69	1360	1380	Inclusa
70	1380	1400	Inclusa
71	1400	1420	Inclusa

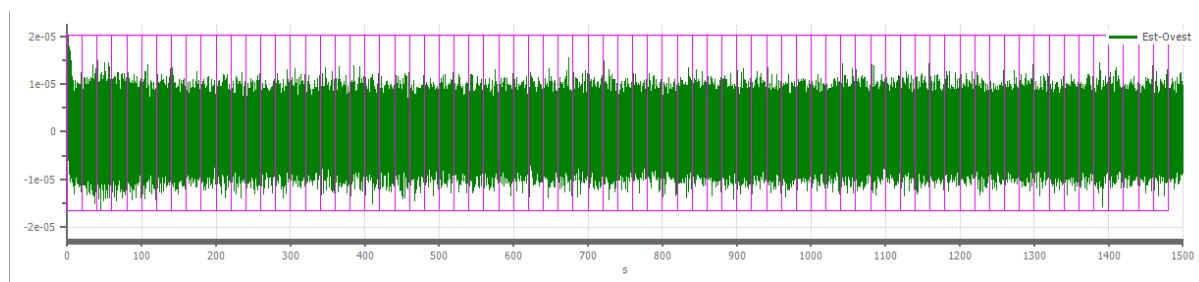
**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento I in Frazione Montemarzo nel Comune di Asti.**

72	1420	1440	Inclusa
73	1440	1460	Inclusa
74	1460	1480	Inclusa

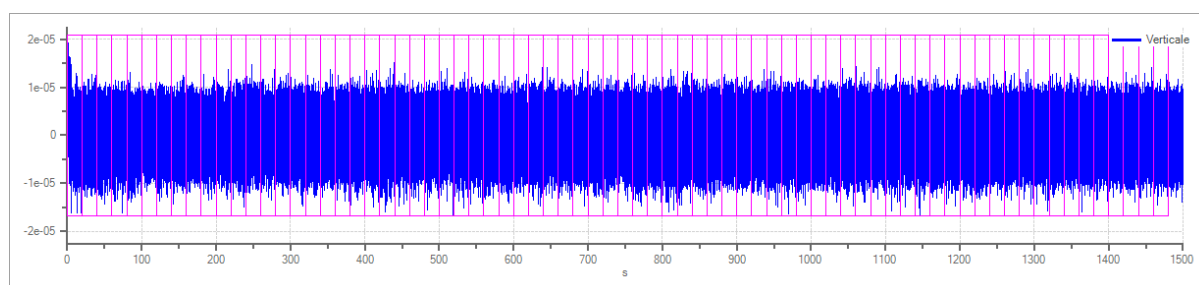
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

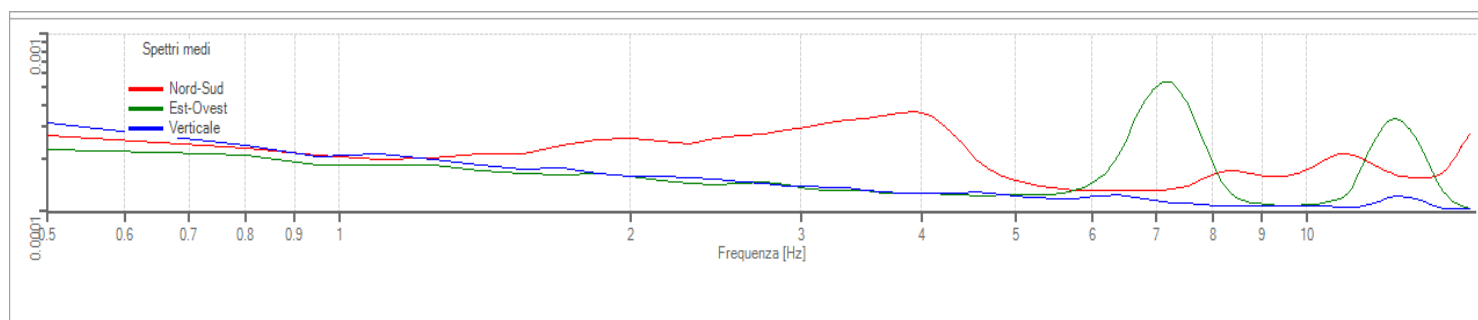


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

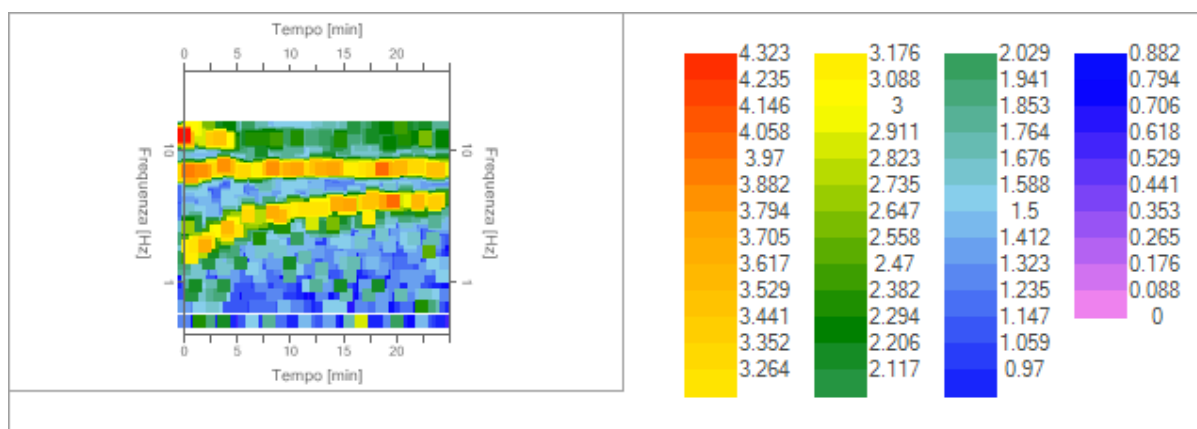


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

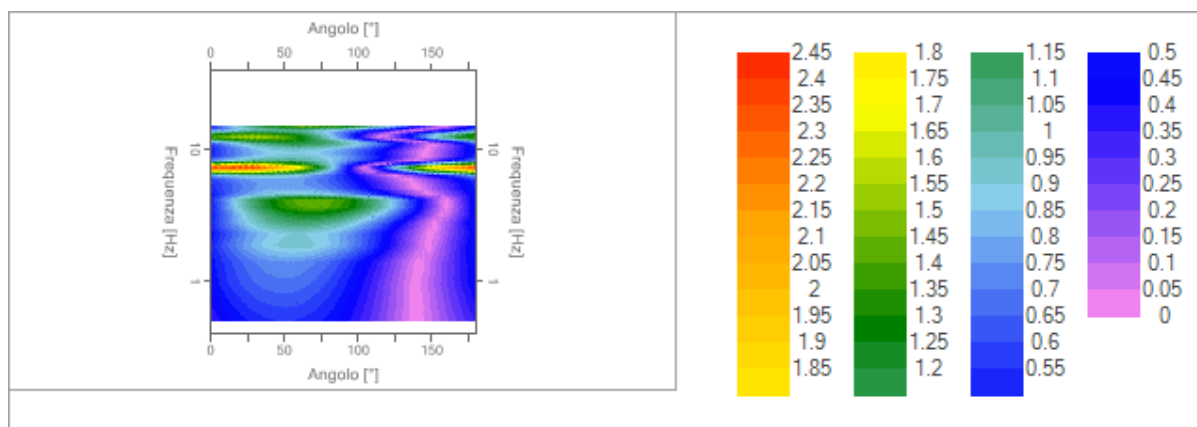
Grafici degli spettri



### Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

## Rapporto spettrale H/V

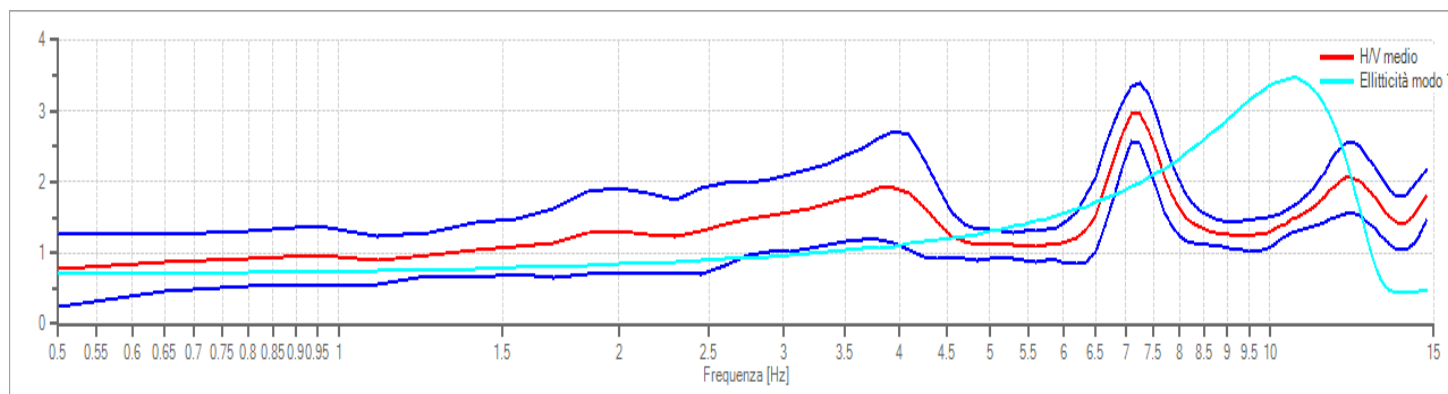
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 7.25 Hz  $\pm$  0.14 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

**Verifica**

$$f_0 > 10/l_w$$

$$n_c(f_0) > 200$$

$$\sigma_A(f) < 2 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 > 0.5H;$$

$$\sigma_A(f) < 3 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 < 0.5H;$$

$$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$$

$$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$$

$$A_0 > 2$$

$$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$$

$$\sigma_f < \varepsilon(f)$$

$$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$$

**Esito**

Ok

Ok

Ok

Ok

Ok

Ok

Ok

Ok

Ok

## Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2

Frequenza del picco dell'ellitticità: 10.55 Hz

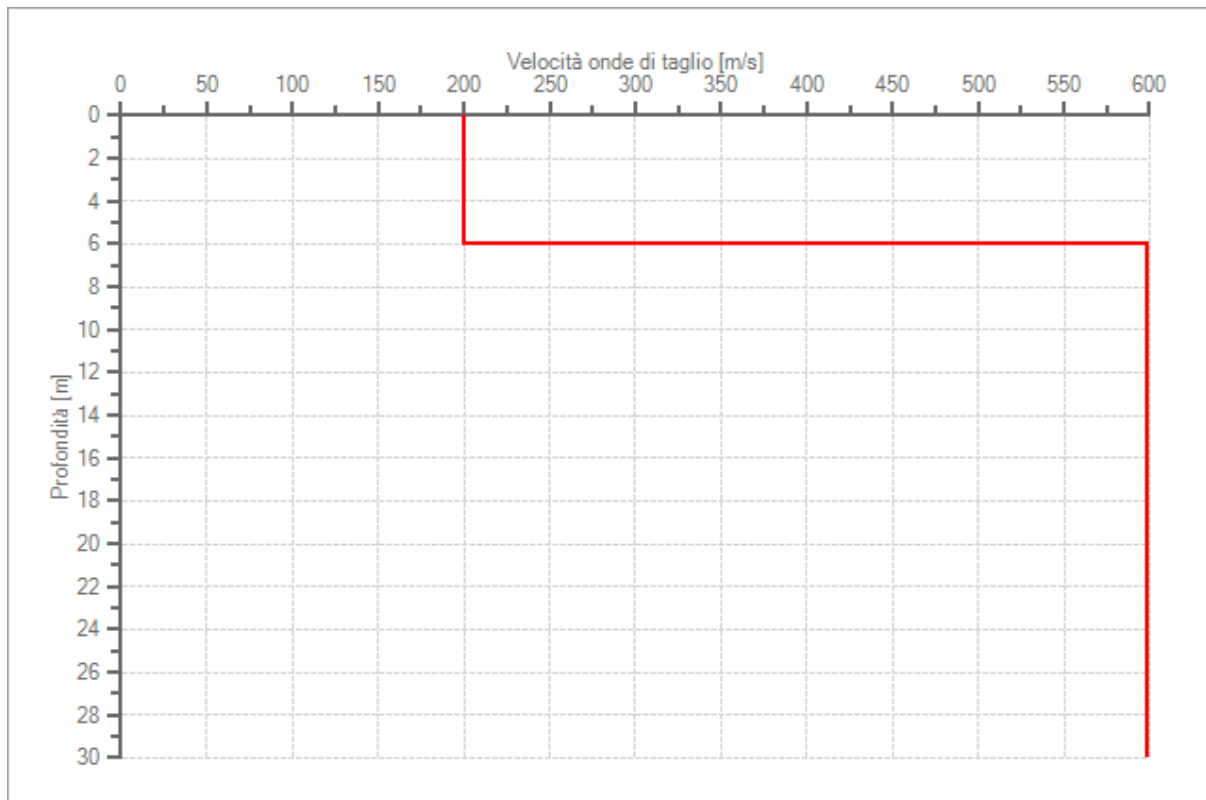
Valore di disadattamento: 0.59

**Valore Vseq:** 427.92 m/s

**Categoria di sottosuolo:** B

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	6	18	0.3	200
2	6	24	22	0.3	598



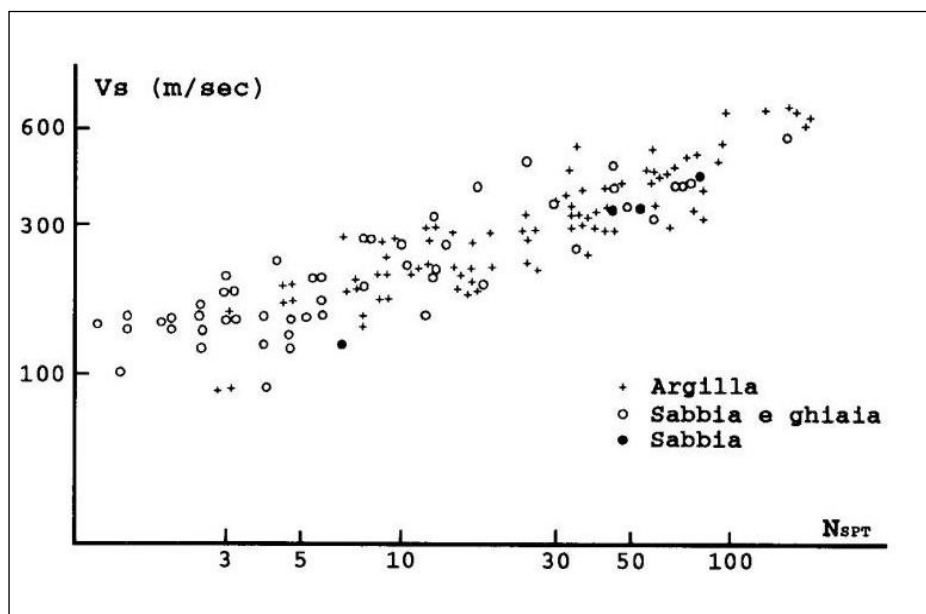
Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Considerando, dunque, i 30 m dal piano di fondazione e dall'applicazione della (1), la  $V_{s30}$  equivalente corrisponde a 428 m/s.

Ai sensi del § 3.1 dell'Allegato n. 2, "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici", all' O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 nonché N.T.C. 2018 e sulla base dell'indagine, del rilevamento e dei calcoli eseguiti, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si può definire, per l'insieme dei depositi compresi nei primi 30 m litotipi presenti nell'area in esame, il seguente profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

➤ **Categoria "B"** di suolo di fondazione così definita: *"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 valori delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  sono stati anche confrontati graficamente con le relazioni sperimentali tra  $V_s$  e  $N_{SPT}$  per argille, sabbie e ghiaie di MAI & YOSHIMURA (1975). Il grafico conferma i calcoli sopra effettuati.



Relazioni sperimentali tra  $V_s$  e  $N_{SPT}$  per argille, sabbie e ghiaie (Mai & Yoshimura, 1975)

In riferimento al D.M. 17/01/2018 "N.T.C." i parametri sismici di riferimento per l'area in oggetto sono i seguenti:

**Sito in esame**

latitudine: 44,863537  
longitudine: 8,257981  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

**Siti di riferimento**

Sito 1	ID: 14688	Lat: 44,8680	Lon: 8,2006	Distanza: 4548,480
Sito 2	ID: 14689	Lat: 44,8711	Lon: 8,2709	Distanza: 1321,551



Sito 3 ID: 14911 Lat: 44,8212 Lon: 8,2753 Distanza: 4903,999

Sito 4 ID: 14910 Lat: 44,8181 Lon: 8,2050 Distanza: 6555,419

#### **Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,017 g

Fo: 2,610

Tc\*: 0,161 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,021 g

Fo: 2,581

Tc\*: 0,189 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,043 g

Fo: 2,686

Tc\*: 0,291 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,051 g

Fo: 2,771

Tc\*: 0,305 [s]

#### **Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii**

SLO:

Ss: 1,200

Cc: 1,590

St: 1,200

Kh: 0,005

Kv: 0,002  
Amax: 0,237  
Beta: 0,200  
SLD:  
Ss: 1,200  
Cc: 1,540  
St: 1,200  
Kh: 0,006  
Kv: 0,003  
Amax: 0,294  
Beta: 0,200  
SLV:  
Ss: 1,200  
Cc: 1,410  
St: 1,200  
Kh: 0,012  
Kv: 0,006  
Amax: 0,606  
Beta: 0,200  
SLC:  
Ss: 1,200  
Cc: 1,390  
St: 1,200  
Kh: 0,015  
Kv: 0,007  
Amax: 0,727  
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 44.862579 longitudine: 8.256912

---

## **5. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI**

---

Nel corso dell'indagine sono state descritte le caratteristiche **geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito** ed è stata ricostruita la **caratterizzazione geotecnica del terreno**. Tale caratterizzazione si è basata principalmente sui risultati di n°2 Prove Penetrometriche Dinamiche (S.C.P.T.)

condotte in corrispondenza delle opere in progetto e indagine HVSR. L'indagine geognostica ha permesso di definire un modello geologico e geotecnico del sottosuolo (Cap. 6.2.2 delle N.T.C.) composto da tre strati, in assenza di falda: si prescrive la posa delle strutture fondazionali indirette da immorsarsi adeguatamente nel locale substrato sabbioso, pertanto con lunghezze non inferiori a 6,0-9,0 m dal locale p.c.

**Si consiglia in fase esecutiva:**

- di adottare delle opere di impermeabilizzazione, di drenaggio e di allontanamento delle acque, onde evitare infiltrazioni ed eccessive spinte idrauliche a tergo dei muri;
- di porre particolare attenzione durante gli scavi ed i lavori, soprattutto in caso di forti precipitazioni, che potrebbero causare temporanei rigonfiamenti e problemi di stabilità di eventuali fronti di scavo; si raccomandano, dunque, le più attente cautele nella esecuzione di scavi e sbancamenti; sarà sicuramente necessario proteggere le pareti di scavo con **adeguate opere di sostegno**; si raccomanda, inoltre, di non basare carichi provvisori, silos, gru, depositi e accumuli di materiali a meno di tre metri del bordo degli scavi per non provocarne crolli.

Sulla base di quanto sopra espresso, in relazione ai disposti previsti dalla normativa di cui al **D.M. LL.PP. 11/03/1988 n. 47** e relative istruzioni applicative emanate con **Circolari LL.PP. 24/09/88 n. 30483** si ritiene che le opere realizzate, così come anche dagli elaborati progettuali analizzati, non inducono modificazioni al preesistente assetto geologico ed idrogeologico del sito e del suo immediato contorno; pertanto se ne attesta la compatibilità geologica, geomorfologica e geotecnica in ottemperanza di quanto previsto dalla normativa vigente.

Asti, 22 maggio 2022

Il Geologo incaricato

*Dr. Geol. Massimo Castellaro*

*(firmato digitalmente)*

## SOMMARIO

1. Premessa e localizzazione dell'area d'intervento .....	2
2. Inquadramento geologico e geomorfologico .....	5
3. Inquadramento idrogeologico .....	13
4. Aspetti geotecnici: indagini geognostiche <b>IN SITU</b> .....	14
5. Conclusioni e prescrizioni .....	46

## AREA IN OGGETTO ED UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

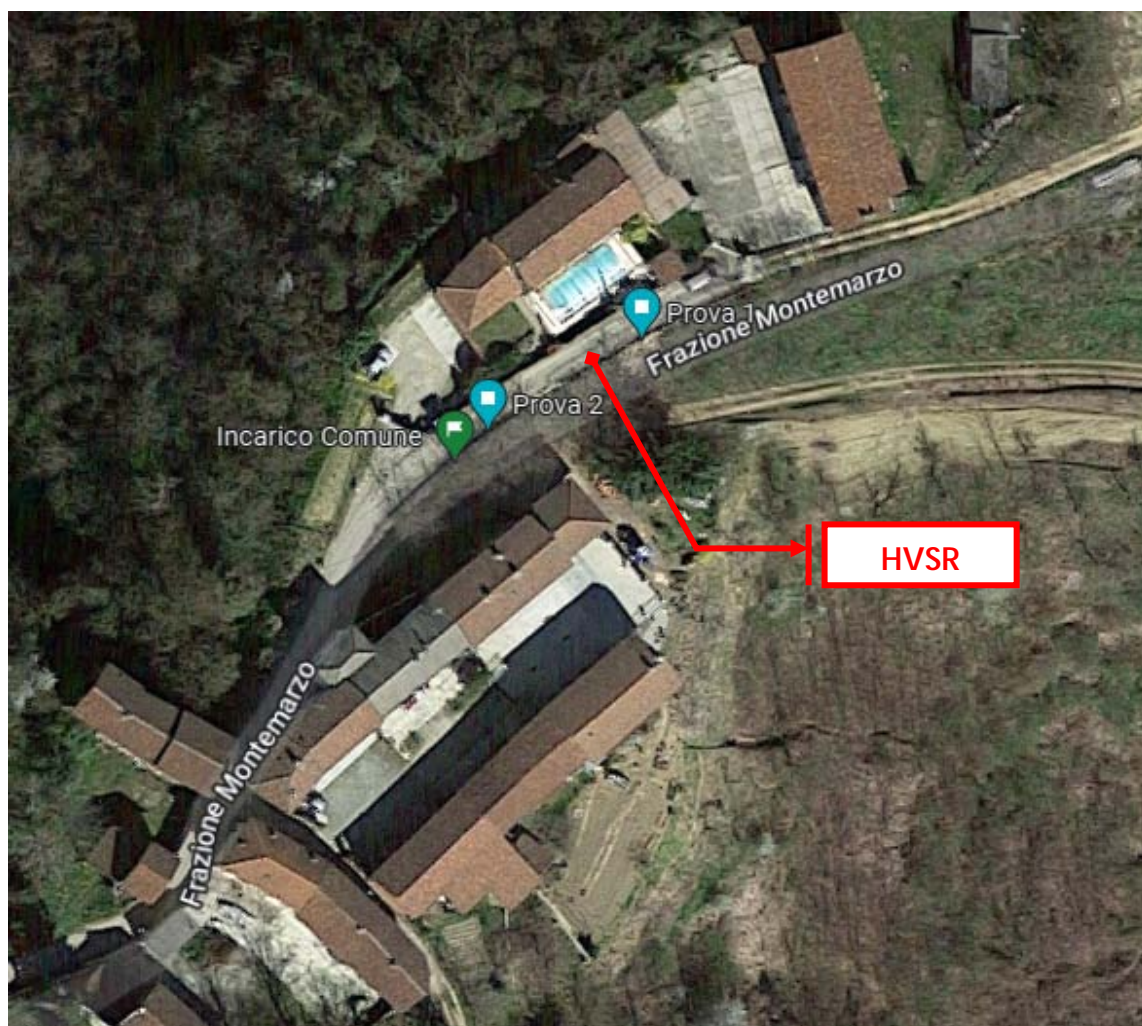


FOTO AEREA TRATTA DA: <https://www.google.com/maps/>