



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza  
Missione 4 Componente 1  
Investimento 3.3 "Piano di messa in  
sicurezza e riqualificazione dell'edilizia  
scolastica"



**CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA**  
DIREZIONE SCUOLE E GOVERNANCE  
UFFICIO RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA

EDIFICIO - ATTIVITA':  
Piazzale Valery Paul, 5 - Genova - 16139  
I.P.S.I.S. - Gaslini Piero / Meucci Antonio

CODICE

EDIFICIO	ATTIVITA'
CEA 48	48A

COMMESSA: Intervento per ripristinare la regimentazione delle acque  
meteoriche e di falda I.P.S.I.S. - Gaslini Piero / Meucci Antonio

CODICE COMMESSA
LAS.21.00008

FASE: ESECUTIVO

STATO:

OGGETTO DELLA TAVOLA:  
RELAZIONE GEOLOGICA

N° TAVOLA

**R08**

SCALA

PROGETTISTI:

Coord. progettazione esecutiva:  
Arch. Francesca Campaniolo



Via San Giorgio 1 - 16128 Genova  
telefono 010 648511  
e-mail: info@svluppogenova.com

Relazione geologica:

Dott. Geol. Michele Malfatti

MBGeo Studio Associato di Geologia  
Vico Sinope, 19r  
16155 Genova

telefono 010 4075995  
e-mail: mmalfatti@mbgeo.it

Prog. esecutiva Impianti:

Ing. Marco Pedemonte

Studio Tecnico Pedemonte  
Via Bolzaneto, 64/4  
16162 Genova

tel. 010 7455185  
e-mail:  
studiodipedemonte@fastwebnet.it

REVISIONE	A	B	C	D	E	F
-----------	---	---	---	---	---	---

DATA	07/07/2022
------	------------

RIF. FILE ANAGEDIL:

STAFF di PROGETTAZIONE

Coord. prog. esecutiva	Arch. F. Campaniolo
Rilievo topografico	Geom. F. Giardina
Relazione geologica	Dott. M. Malfatti
Prog. esecutiva impianti	Ing. M. Pedemonte

APPROVAZIONE DOCUMENTO

RESP. UFFICIO	
Ing. Angelo Allodi	
DIRIGENTE TECNICO	
Ing. Davide Nari	
R.U.P.	
Ing. Angelo Allodi	



**Studio Associato di Geologia**

## **COMUNE DI GENOVA**

### ***Città Metropolitana di Genova***

**RELAZIONE GEOLOGICA INERENTE AL PROGETTO  
PER RIPRISTINARE LA REGIMENTAZIONE DELLE  
ACQUE METEORICHE E DI FALDA I.P.S.I.S – GASLINI  
PIERO / MEUCCI ANTONIO SITO IN PIAZZALE PAUL  
VALERY N. 5, NEL COMUNE DI GENOVA (GE)**

***Richiedente: Città Metropolitana di Genova***

***Progettista: Arch. F. CAMPANIOLO (Sviluppo Genova S.p.a.)  
Ing. Marco PEDEMONTE***

## **INDICE**

<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>1</b>
<b>1   PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2   METODOLOGIA SEGUITA PER L'ESECUZIONE DELL'INDAGINE .....</b>	<b>3</b>
<b>3   CARATTERISTICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INDAGINE .....</b>	<b>4</b>
<b>4   PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DELL'OPERA .....</b>	<b>8</b>
<b>5   INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>	<b>13</b>
<b>6   PARAMETRI GEOTECNICI/GEOMECCANICI .....</b>	<b>19</b>
<b>7   ZONAZIONE SISMICA.....</b>	<b>20</b>
<b>8   CONCLUSIONI.....</b>	<b>23</b>
<b>ELENCO ALLEGATI.....</b>	<b>25</b>

### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

➤ **Decreto Ministeriale 17.01.2018**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

➤ **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Circolare 21.01.2019 n. 7**

Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17.01.2018

➤ **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007**

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale

➤ **Eurocodice 8 (1998)**

**Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (2003)

➤ **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI

➤ **O.P.C.M. 3274/03 e D.G.R. 216/17**

Zonazione sismica - Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria

➤ **Piano di Bacino Torrente Bisagno** (Approvato con D.C.P. n. 62 del 04.12.2001 e s.m.i.; ultima variante approvata con D.D.G. n. 6056 del 11/10/2019 entrata in vigore il 30/10/2019)

➤ **Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. di Genova** (D.D. n. 2015/118.0.0./18 in vigore dal 03/12/2015)

➤ **R.R. n. 3 del 14/07/2011 e s.m.i.**

Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua

➤ **D.P.R. 380/2001**

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia

## **1 PREMESSA**

La presente relazione è stata richiesta dalla Città Metropolitana di Genova in merito al progetto, a firma dell'Ing. Marco Pedemonte con il coordinamento dell'Arch. Francesca Campaniolo (Sviluppo Genova S.p.a.), relativo agli interventi finalizzati al ripristino della regimentazione delle acque meteoriche e di falda in corrispondenza del plesso scolastico che ospita la succursale I.P.S.I.S – Gaslini Piero / Meucci Antonio sito in Piazzale Paul Valery n. 5, nel comune di Genova (GE).



**Fotografia n. 1 – Immobile oggetto di intervento.**

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova porzione del sistema di raccolta e scarico delle acque nelle aree più elevate mediante l'installazione di apposite linee interrato\fuoriterro, il ripristino delle canalette attualmente presenti e la posa di nuovi pozzetti di raccolta e rilancio delle acque. Inoltre, al fine di ridurre l'infiltrazione delle acque all'interno del terreno, si prevede la

realizzazione di un capping in corrispondenza di alcune aree inerbite mediante la posa di apposito massetto impermeabile.

Tali interventi saranno realizzati in aree di pertinenza di un istituto scolastico che, sulla base di quanto indicato dal D.M. 17.01.2018, può essere inserito in **Classe d'Uso III**.

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico, teso a individuare le possibili criticità e il contesto geomorfologico nel quale l'intervento si inserisce.

## **2 METODOLOGIA SEGUITA PER L'ESECUZIONE DELL'INDAGINE**

L'indagine è stata eseguita mediante un accurato rilevamento di superficie, opportunamente esteso alle zone limitrofe al sito sede dell'intervento, mirante alla valutazione dell'assetto geomorfologico e idrologico del complesso, della potenza e delle caratteristiche idrogeologiche e geotecniche delle coperture e alla determinazione dei litotipi costituenti il substrato roccioso.

Nel sedime direttamente interessato dagli interventi in progetto le indagini sono state approfondite mediante la realizzazione di:

- n. 2 prove sismiche HVSR, con analisi dei microtremori ambientali, mediante tromografo digitale ad altissima sensibilità;
- n. 1 stazione geomeccanica.

Sulla base delle conoscenze acquisite con i sopralluoghi effettuati, delle precedenti esperienze professionali maturate in aree con caratteristiche

analoghe e dei dati desunti dalla bibliografia corrente, è stato possibile acquisire tutti gli elementi necessari per fornire le risposte ai sensi della normativa vigente, come di seguito riportato.

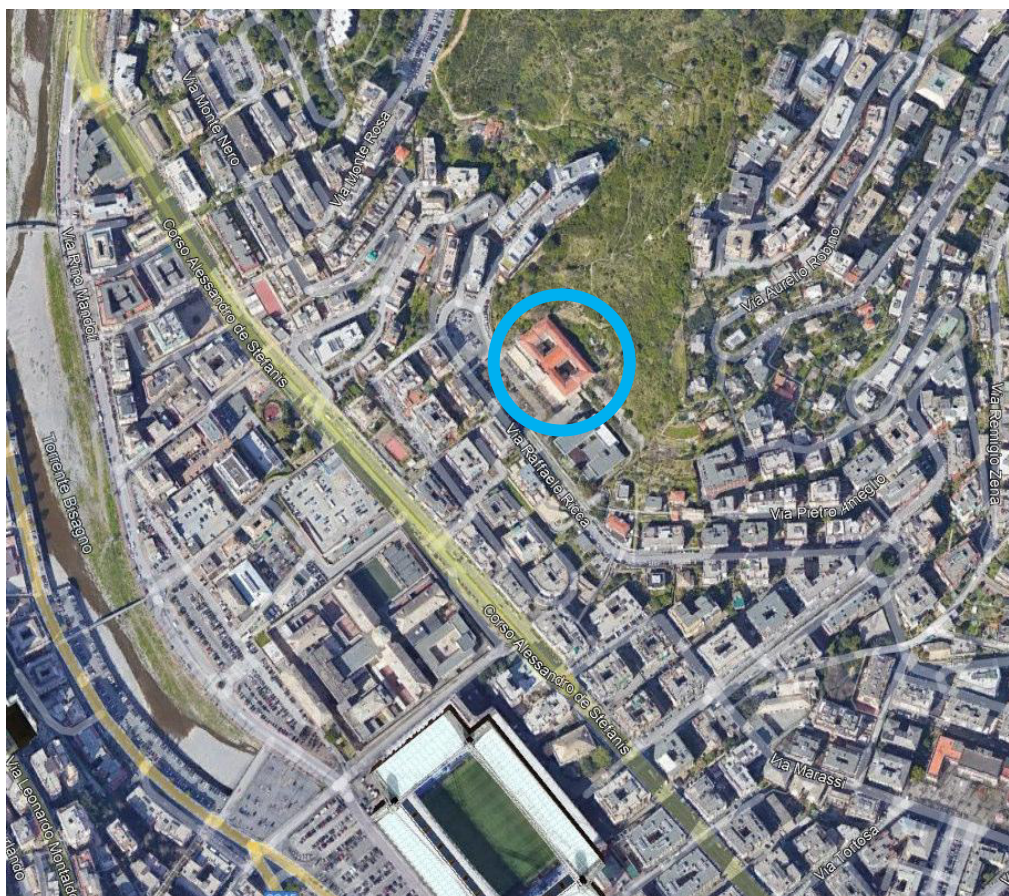
Si specifica che gli accertamenti geognostici eseguiti, per quanto constatato e riportato nel seguito della relazione, sono da ritenersi, a parere dello scrivente, esaustivi per rispondere alle necessità del progetto.

### **3 CARATTERISTICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INDAGINE**

#### **3.1 Inquadramento geografico**

Il sito oggetto dell'intervento, ubicato a una quota circa compresa tra 80 e 105 metri s.l.m., si può raggiungere dallo Stadio "Luigi Ferraris", percorrendo Via Casata Centurione per circa 150 metri e svoltando a sinistra in Corso Alessandro De Stefanis. Percorsi circa 100 metri si svolta a destra in Via Giuseppe Bertuccioni e si procede fino alla rotonda, in corrispondenza della quale si prende la terza uscita imboccando, e percorrendo per circa 550 metri, Via Raffaele Ricca fino a arrivare in Piazzale Paul Valery, sul cui lato di monte si trova il sito di interesse.





**Stralcio immagine satellitare dell'area di intervento (fuori scala).**

### 3.2 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico l'area interessata dal progetto è caratterizzata da un substrato roccioso, visibile nell'intorno in alcuni spaccati realizzati dall'opera antropica, così cartografato:

- secondo la Carta Geologica d'Italia, Foglio 82 - Genova, come *Calcarei del Monte Antola (C<sup>11-6</sup>)*;
- secondo la Carta geologica d'Italia dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale/Progetto CARG), Foglio 213/Genova, come *Formazione del Monte Antola (FAN)*;
- secondo la Carta geolitologica allegata al Piano di Bacino del Torrente Bisagno, come *Calcarei marnosi (cm)*.





**Stralcio Carta geolitologica PdB Torrente Bisagno (fuori scala).**

Il substrato roccioso sano è rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Nel sito di interesse il litotipo risulta per lo più mascherato dalla coltre superficiale, anche se localmente è visibile in corrispondenza di alcuni spaccati di origine antropica.

### **3.3 Inquadramento geomorfologico**

Dal punto di vista geomorfologico l'area interessata dal progetto in esame è ubicata su di un versante esposto a SO, in corrispondenza della sponda sinistra del Torrente Bisagno, a una distanza in "linea d'aria" dal suo letto pari a circa 400 metri.

Alla luce della sua ubicazione l'area di intervento risulta caratterizzata da

pendenze significative, comprese tra il 20 e il 50%, ascrivibili alle classi 3 e 4 della Carta dell'acclività dei versanti allegata al Piano di Bacino del Torrente Bisagno. Anche le aree limitrofe, moderatamente urbanizzate e caratterizzate dalla significativa presenza di porzioni coltivate alternate a spazi prativi, presentano pendenze simili o superiori comprese tra il 20 e il 75%, ascrivibili alle classi 3, 4 e 5 della sopra citata cartografia.

Secondo la Carta geomorfologica allegata al Piano di Bacino del Torrente Bisagno, il comparto in studio è caratterizzato dalla presenza di roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino a 1 metro di spessore *in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio (Rf)*.

### **3.4 Inquadramento idrogeologico**

I terreni naturali indagati nell'ambito delle prove di campo effettuate danno risposte diverse alla circolazione idrica dovuta a precipitazioni:

- i materiali sciolti di copertura sono dotati di una permeabilità per porosità (permeabilità primaria), media nello strato superficiale, progressivamente decrescente con la profondità, in funzione della frazione argillosa in essi presente;
- l'ammasso roccioso è caratterizzato da una permeabilità media, concentrata sostanzialmente lungo i sistemi di fratturazione (permeabilità secondaria), che costituiscono via preferenziale all'infiltrazione e alla circolazione idrica sotterranea, con una conseguente intrinseca predisposizione naturale alla manifestazione e diffusione di fenomeni infiltrativi.

Per quanto precedentemente indicato, l'area in studio risulta costituita, in accordo con quanto riportato nella Carta idrogeologica allegata al Piano di Bacino del Torrente Bisagno, da *Terreni permeabili per fessurazione e/o fratturazione (pf) con urbanizzato continuo impermeabile con substrato relativo*.

### **3.5 Inquadramento idrologico**

L'area di interesse si trova, come già detto nel *Paragrafo 3.3*, su di un versante esposto a SO, in corrispondenza della sponda sinistra del Torrente Bisagno, classificato, secondo la gerarchizzazione del reticolo idrografico proposta da Horton-Strahler, di ordine 6.

Secondo la Carta del reticolo idrografico allegata al Piano di Bacino di riferimento, il corso d'acqua più vicino all'area di intervento è rappresentato da un impluvio di ordine 1, che scorre completamente tombinato, a circa 180 metri in direzione NO.

Ne consegue che i lavori in progetto ricadono all'esterno delle fasce di inedificabilità e di rispetto definite dal Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 e s.m.i. e dalle Norme di Attuazione del Piano di Bacino.

Inoltre, in ragione della tipologia di intervento e di quanto sopra riportato, non si è ritenuto necessario definire il "Rapporto di Permeabilità", come altrimenti richiesto dall'Art. 14, c. 3 delle Norme Generali del PUC di Genova.

## **4 PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DELL'OPERA**

Rimandando, per una dettagliata trattazione, agli elaborati scritti e grafici del Tecnico incaricato, l'intervento a progetto è finalizzato al ripristino della rete di regimentazione delle acque meteoriche e di falda dell'edificio scolastico

I.P.S.I.S. Gaslini/Meucci, nella sede di Piazzale Paul Valery a Genova. Le motivazioni dell'intervento sono da ricercarsi nei gravosi problemi infiltrativi che interessano l'edificio scolastico dovuti a una serie di concause riconducibili essenzialmente alla tecnologia costruttiva in relazione alle caratteristiche morfologiche e geologiche del sito. Rispetto alle condizioni sopra descritte, la possibilità di intervento su vasta scala per impedire il convogliamento e l'infiltrazione delle acque di versante risulterebbe estremamente complesso e oneroso, oltre che fortemente invasivo dell'equilibrio idrogeologico dell'area e nei confronti della proprietà privata a tergo dell'edificio scolastico. Trattandosi di una problematica molto estesa e di rilevante intensità, il progetto mira pertanto alla miglior mitigazione possibile degli effetti sulle strutture del fabbricato attraverso un sistema combinato di azioni volte a:

- limitare l'infiltrazione delle acque meteoriche, perlomeno all'interno delle pertinenze scolastiche;
- adeguare il sistema di regimazione e scarico delle acque bianche, cercando di sezionare la rete passante attraverso la scuola;
- implementare l'attuale linea che scorre esternamente al sedime sul limite E del lotto.

Per la definizione della pericolosità e della fattibilità si è fatto riferimento:

- alla cartografia allegata al Piano di Bacino del Torrente Bisagno, che inserisce l'area d'interesse in zona a rischio geologico *moderato (R1)*, con suscettività al dissesto *bassa (Pg1)* in assenza di movimenti franosi cartografati;





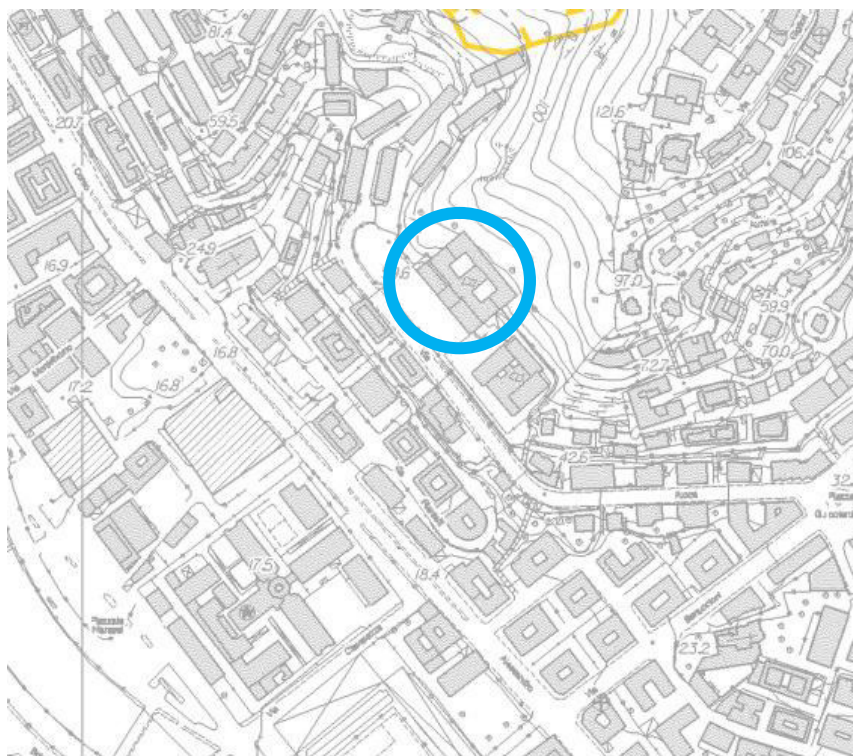
**MODERATO** **R1**

**Stralcio Carta del rischio geologico PdB Torrente Bisagno (fuori scala).**



**BASSA** **Pg1**

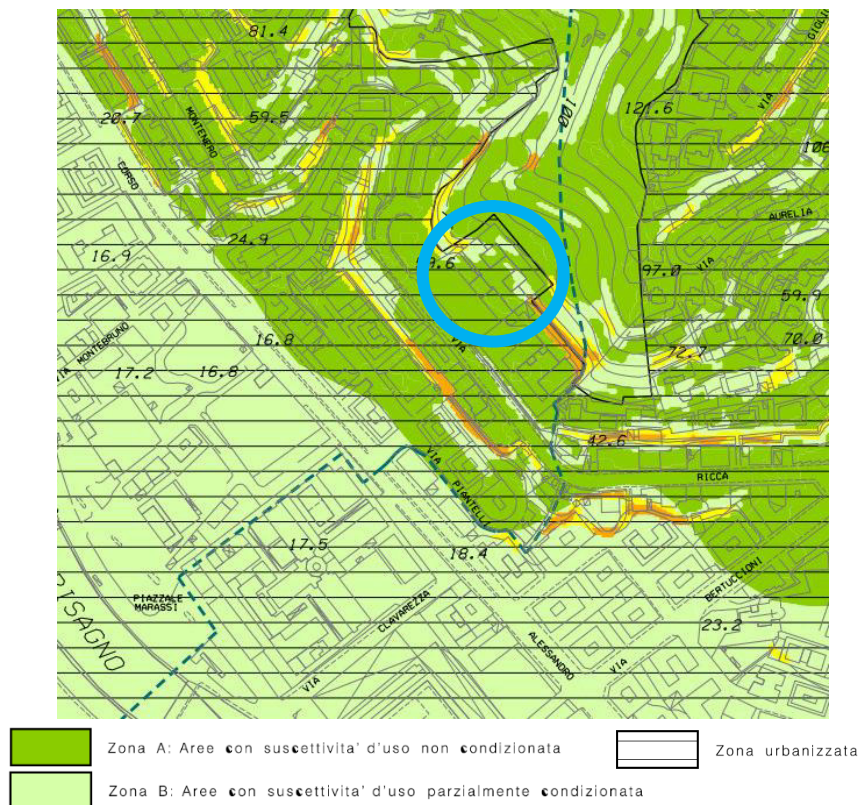
**Stralcio Carta della suscettività al dissesto PdB Torrente Bisagno (fuori scala).**



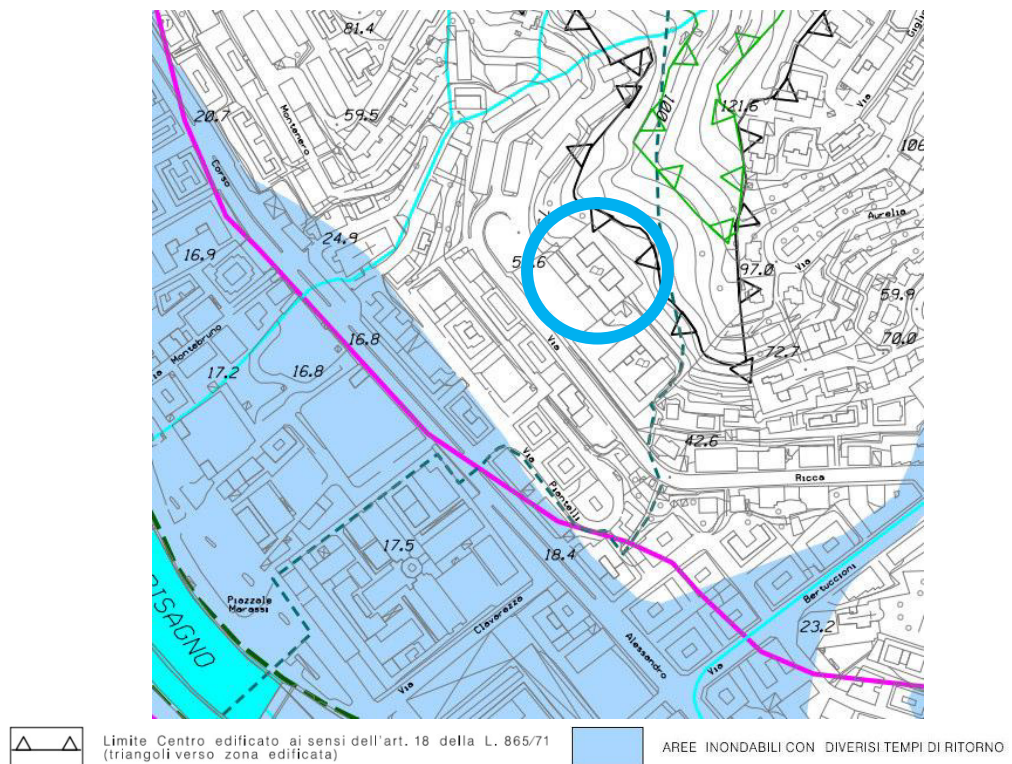
**Stralcio Carta della franosità reale PdB Torrente Bisagno (fuori scala).**

- alla cartografia a corredo del PUC di Genova, secondo cui l'area dell'intervento ricade principalmente in *Zona A – Aree con suscettività d'uso non condizionata* e, in minor parte, in *Zona B – Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata* esclusivamente per quanto concerne la suscettività d'uso del territorio e all'interno del *Limite Centro edificato ai sensi dell'art. 18 della L. 865/71 (triangoli verso zona edificata)*.





**Stralcio della Carta della zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio PUC Genova (fuori scala).**



**Stralcio della Carta dei vincoli geomorfologici e idraulici PUC Genova (fuori scala).**

Per quanto sopra rappresentato gli interventi in progetto risultano pienamente fattibili nel rispetto delle normative vigenti.

La presente indagine è tesa, in ogni caso, a individuare le criticità e il contesto geomorfologico nel quale le nuove opere si inseriranno e a valutare, sotto il profilo geologico e idrogeologico, le caratteristiche dell'area in epigrafe.

Tutto ciò al fine di fornire al Progettista incaricato gli strumenti necessari a indirizzare correttamente le scelte tecniche da mettere in opera per poter escludere, in definitiva, problemi riguardo la pericolosità sia geologica sia idraulica.

## **5 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Nella definizione del piano delle indagini in sito ritenute necessarie sono state prese in considerazione le caratteristiche sia dell'area di interesse sia dell'opera in progetto.

### **5.1 Tromografie digitali (prove sismiche HVSR)**

Sono state eseguite due prove sismiche con analisi dei microtremori ambientali mediante un tromografo digitale ad altissima sensibilità denominate T1 e T2 e ubicate come indicato nella Planimetria in scala 1:250 costituente l'*allegato 1* al presente documento.

In estrema sintesi la tecnica H/V mette in relazione le variazioni del rapporto (alle varie frequenze) tra la componente orizzontale e verticale dei microtremori ambientali, con le variazioni litostratigrafiche che si incontrano nel sottosuolo e fornisce così un'indicazione in merito al di sotto del punto di misura. Laddove il rapporto H/V ha un picco si ha una variazione di litologia,

anche se più correttamente si tratta di una variazione delle proprietà meccaniche dei mezzi attraversati, di solito associata a una variazione litologica; nella maggior parte dei casi le due cose coincidono ma potrebbe anche trattarsi di un puro addensamento del materiale, che è tanto più marcato quanto più grande è il picco in questione. Il passo ulteriore è mettere in rapporto la frequenza a cui avviene questo passaggio con la sua profondità (inversione), operazione questa usualmente eseguita o tramite punti di taratura noti nelle vicinanze del sito di indagine o tramite algoritmi di calcolo sviluppati utilizzando le Vs medie conosciute per i singoli livelli individuati.

Il tromino T1, eseguito nella porzione di terreno a monte dell'edificio scolastico in corrispondenza del suo spigolo E, evidenzia un andamento del rapporto spettrale H/V piuttosto piatto, senza particolari picchi, indice della presenza del substrato roccioso. Tuttavia, la curva presenta tre settori di passaggio in corrispondenza dei picchi identificati a circa 42, 5 e 1 Hz. La stratigrafia tipo è stata pertanto correlata a un modello a quattro orizzonti (cfr. Elaborati prove sismiche HVSR - *allegato 2*): il primo corrisponde a uno strato di materiali sciolti di copertura con spessore di circa 1.35 metri e  $V_s = 263$  m/s, il secondo, con spessore pari a 22.00 metri, presenta una velocità tipica del substrato roccioso alterato e fratturato ( $V_s = 442$  m/s), il terzo evidenzia un valore di Vs maggiore, pari a 755 m/s, ascrivibile a un substrato roccioso parzialmente fratturato, prima del substrato roccioso compatto riscontrato alla profondità di circa 103 metri e caratterizzato da  $V_s = 958$  m/s.

Per quanto riguarda le velocità delle onde s è stato desunto il seguente modello sismo stratigrafico:

Terreno	Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
Materiali sciolti di copertura	1.35	1.35	263
Substrato roccioso alterato e fratturato	23.35	22.00	441
Substrato roccioso parzialmente fratturato	103.35	80.00	755
Substrato roccioso compatto	inf.	inf.	958

**La Vs,eq è pari a 470 m/s.**

Anche l'indagine T2, eseguita nella porzione di terreno a monte dell'edificio scolastico in corrispondenza del suo spigolo O, ha evidenziato la presenza di una curva piuttosto piatta, senza particolari picchi, indice della presenza del substrato roccioso. Si sono potuti riscontrare comunque due settori di passaggio in corrispondenza dei picchi identificati a circa 45 e 5 Hz. La stratigrafia tipo è stata pertanto correlata a un modello a tre orizzonti (cfr. Elaborati prove sismiche HVSR - *allegato 2*): il primo corrisponde a uno strato di materiali sciolti di copertura con spessore di circa 1.45 metri e Vs = 282 m/s, il secondo, con spessore pari a 22.00 metri, presenta una velocità tipica del substrato roccioso alterato e fratturato (Vs = 481 m/s) prima del substrato roccioso parzialmente fratturato caratterizzato da Vs = 775 m/s.

Per quanto riguarda le velocità delle onde s è stato desunto il seguente modello sismo stratigrafico:

Terreno	Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
Materiali sciolti di copertura	1.45	1.45	282
Substrato roccioso alterato e fratturato	23.45	22.00	481
Substrato roccioso parzialmente fratturato	inf.	inf.	775

**La Vs,eq è pari a 506 m/s.**





**Fotografia n. 2 – Prova sismica HVSR (tromino) T1.**



**Fotografia n. 3 – Prova sismica HVSR (tromino) T2.**

## **5.2 Stazione geomeccanica**

A integrazione delle n. 2 prove sismiche HVSR si è proceduto all'esecuzione di un dettagliato rilievo strutturale attraverso la realizzazione di n. 1 stazione geomeccanica, denominata SG1, in prossimità del punto di esecuzione del tromino T1 (cfr. Planimetria in scala 1:250 - *allegato 1* e Scheda stazione geomeccanica - *allegato 3*). In corrispondenza dell'affioramento è stata pertanto effettuata la misurazione delle principali discontinuità dell'ammasso roccioso alterato e fratturato, diffusamente visibile in tutta l'area d'interesse.

La roccia si presenta prevalentemente interessata da una stratificazione e da tre sistemi di fratture. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari (cfr. Cluster analysis - *allegato 4*) e hanno consentito la compilazione della scheda relativa alla stazione geomeccanica, a cui si rimanda per la descrizione delle caratteristiche proprie dell'affioramento roccioso e delle giaciture delle discontinuità rilevate.

In generale, per le condizioni delle discontinuità, oltre la valutazione della morfologia, dell'apertura, della persistenza, della terminazione, della spaziatura media, dell'eventuale materiale di riempimento e delle condizioni idrauliche, sono stati determinati i profili di scabrezza con il pettine di Barton. Il confronto tra le forme assunte dal profilometro e la relativa tabella ha consentito di determinare il seguente valore medio di JRC (Joint Roughness Coefficient) (cfr. Classificazione dei profili di scabrezza - *allegato 5*):

- **JRC = da 6-8**



I giunti meno alterati della roccia sono stati testati con il martello di Schmidt (sclerometro di tipo “L” – energia di percussione = 0.75 N\*m) per valutare un valore medio della resistenza a compressione uniassiale.

Le serie di letture effettuate, corrette secondo la verticale gravitazionale, portano a un valore medio del rimbalzo generalmente pari a:

- $R_L = 15$

Dall'esame strutturale dell'ammasso roccioso sopra riportato si è potuto risalire, con sufficiente precisione per il problema allo studio, alle caratteristiche geomeccaniche del litotipo presente nell'area.

In ragione di prove eseguite attraverso la pesata idrostatica su campioni di roccia analoga a quella in oggetto, si ritiene che il peso di volume dell'ammasso roccioso sia:

- $\gamma = 24-25 \text{ kN/m}^3$ .

A seguito delle prove in situ eseguite con lo sclerometro di tipo “L” e dal valore assunto per il peso di volume della roccia risulta, come da abaco (*allegato 6*), il seguente range di valori della resistenza a compressione:

- $q_c = 22 \text{ MPa}$ .

### **5.3 Analisi e sintesi stratigrafica dei risultati delle indagini geognostiche**

Elaborando e interpolando i risultati ottenuti tramite le suddette indagini geognostiche e le osservazioni di campagna, si può verosimilmente ritenere che il sedime su cui verrà realizzato l'intervento previsto sia costituito come di seguito riportato:

- materiali sciolti di copertura: da piano campagna (p.c.) fino a una profondità pari a circa 1.40 metri;

- substrato roccioso alterato e fratturato: al di sotto di una profondità pari a circa 1.40 metri da p.c. per uno spessore di circa 22 metri;
- substrato roccioso da parzialmente fratturato a compatto: al di sotto di una profondità pari a circa 23.40 metri da p.c..

Quanto sopra descritto ha consentito la definizione grafica della stratigrafia dell'area in esame con l'elaborazione della Sezione geologica interpretativa B-B in scala 1:250 (*allegato 7*).

## **6 PARAMETRI GEOTECNICI/GEOMECCANICI**

I risultati delle indagini eseguite in situ in corrispondenza delle aree in cui verranno realizzati gli interventi in progetto, nonché le analisi di laboratorio effettuate su materiali analoghi a quelli in oggetto, hanno permesso di ricavare i seguenti parametri caratteristici:

### **6.1 Materiali sciolti**

- **Peso di volume**  $(\gamma)$ : 18-19 kN/m<sup>3</sup>
- **Angolo di attrito**  $(\phi')$ : 26-27°
- **Coesione drenata**  $(c')$ : 0 kPa
- **Coesione non drenata**  $(c_u)$ : 3-5 kPa

### **6.2 Substrato roccioso alterato e fratturato**

- **Peso di volume**  $(\gamma)$ : 24-25 kN/m<sup>3</sup>
- **Angolo di attrito**  $(\phi')$ : 28-29°
- **Coesione**  $(c)$ : 35-40 kPa

### **6.3 Substrato roccioso**

- **Peso di volume**  $(\gamma)$ : 25-26 kN/m<sup>3</sup>
- **Angolo di attrito**  $(\phi')$ : 30-31°
- **Coesione**  $(c)$ : 70 kPa

## **7 ZONAZIONE SISMICA**

Il Comune di Genova risulta inserito in classe sismica 3 (D.G.R. 216/17).

In base alle osservazioni in sito e alle risultanze delle indagini eseguite, con particolare riferimento alle tomografie digitali che hanno permesso di definire valori di  $V_{s,eq}$  compresi tra 470 e 506 m/s, si ritiene che il terreno in esame sia classificabile, nel suo complesso, di tipo B (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*) e in categoria topografica T2 (N.T.C. – D.M. 17/01/2018).

### **7.1 Parametri sismici**

Rimandando, per diretta competenza, alle valutazioni del Progettista strutturale incaricato, si forniscono di seguito, a titolo meramente indicativo, i seguenti parametri sismici:

Tipo di elaborazione: stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame:

latitudine: 44,420889

longitudine: 8,954001

Classe: 3  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento:

Sito 1 ID: 16918 Lat: 44,3977 Lon: 8,9421 Distanza: 2742,042  
Sito 2 ID: 16919 Lat: 44,4004 Lon: 9,0119 Distanza: 5133,939  
Sito 3 ID: 16697 Lat: 44,4503 Lon: 9,0082 Distanza: 5409,222  
Sito 4 ID: 16696 Lat: 44,4477 Lon: 8,9383 Distanza: 3229,259

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T2  
Periodo di riferimento: 75 anni  
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0,030 g  
Fo: 2,527  
Tc\*: 0,206 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0,036 g  
Fo: 2,548

Tc\*: 0,226 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 712 [anni]

ag: 0,084 g

Fo: 2,520

Tc\*: 0,289 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 1462 [anni]

ag: 0,109 g

Fo: 2,506

Tc\*: 0,296 [s]

Coefficienti Sismici:

SLO	SLD	SLV	SLC
Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200
Cc: 1,510	Cc: 1,480	Cc: 1,410	Cc: 1,400
St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200
Kh: 0,009	Kh: 0,010	Kh: 0,024	Kh: 0,038
Kv: 0,004	Kv: 0,005	Kv: 0,012	Kv: 0,019
Amax: 0,418	Amax: 0,512	Amax: 1,192	Amax: 1,539
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,240

## **8 CONCLUSIONI**

Rimandando, per una esaustiva trattazione, agli elaborati scritti e grafici del Progettista incaricato, il progetto in esame è finalizzato, come meglio precisato nel *Capitolo 4* del presente elaborato, al ripristino della rete di regimentazione delle acque meteoriche e di falda dell'edificio scolastico I.P.S.I.S. Gaslini/Meucci, nella sede di Piazzale Paul Valery a Genova.

Per la definizione della pericolosità e della fattibilità si è fatto riferimento:

- alla cartografia allegata al Piano di Bacino del Torrente Bisagno, che inserisce l'area d'interesse in zona a rischio geologico *moderato (R1)*, con suscettività al dissesto *bassa (Pg1)* in assenza di movimenti franosi cartografati;
- alla cartografia a corredo del PUC di Genova, secondo cui l'area dell'intervento ricade principalmente in *Zona A – Aree con suscettività d'uso non condizionata* e, in minor parte, in *Zona B – Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata* esclusivamente per quanto concerne la suscettività d'uso del territorio e all'interno del *Limite Centro edificato ai sensi dell'art. 18 della L. 865/71 (triangoli verso zona edificata)*.

Per quanto sopra rappresentato l'intervento in progetto risulta pertanto fattibile nel rispetto delle normative vigenti.

La presente indagine è stata indirizzata, dunque, a individuare le criticità e il contesto geologico, geomorfologico e idrogeologico nel quale



l'intervento si inserisce e, in definitiva, a fornire al Progettista incaricato gli strumenti necessari a indirizzare correttamente le scelte tecniche da mettere in opera per poter escludere futuri problemi inerenti la pericolosità sia geologica sia idraulica.

Alla luce di quanto riscontrato in sito in merito allo stato dei luoghi, della stratigrafia dei materiali rilevati e parametrizzati attraverso le indagini eseguite e della necessità di salvaguardare la stabilità del contesto presente nell'intorno del sedime d'intervento, si ritiene che le operazioni potranno essere effettuate nel rispetto di quanto di seguito riportato:

- tenere in debita considerazione i parametri geotecnici/geomeccanici e la successione stratigrafica dei materiali rinvenuti;
- tenere in debita considerazione la caratterizzazione sismica dell'area analizzata;
- ridurre al minimo i tempi tra l'esecuzione dei limitati sbancamenti e la realizzazione delle opere.

In conseguenza di quanto sopra esposto, se saranno rispettate le indicazioni tecniche riportate nel presente elaborato e i lavori eseguiti a regola d'arte, si esprime, per la parte di competenza, parere favorevole alla realizzazione delle opere previste dal progetto.

Genova, 01 luglio 2022

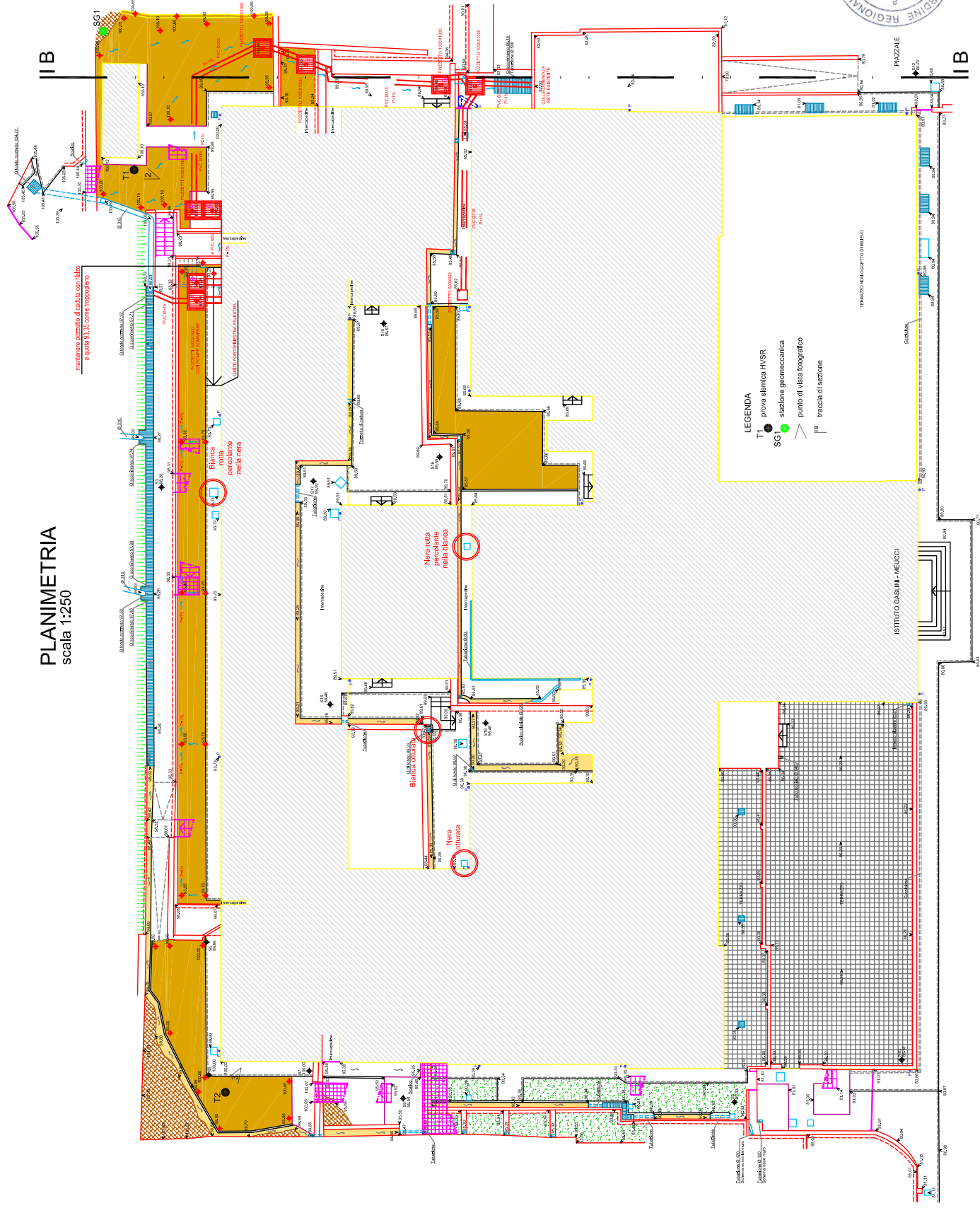
 Dott. Geol. Michele Malfatti

**ELENCO ALLEGATI**

- ***allegato 1 - Planimetria (scala 1:250)***
- ***allegato 2 - Elaborati prove sismiche HVSR***
- ***allegato 3 - Scheda stazione geomeccanica***
- ***allegato 4 - Cluster analysis***
- ***allegato 5 - Classificazione dei profili di scabrezza***
- ***allegato 6 - Abaco  $R_L-q_c$***
- ***allegato 7 - Sezione geologica interpretativa B-B (scala 1:250)***



# PLANIMETRIA scala 1:250



***allegato 2***

***Elaborati prove sismiche HVSR***



# GENOVA, MARASSI PIAZZALE PAUL VALERY IST MEUCCI T1

Strumento: TRZ-0152/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 29/06/22 09:06:49 Fine registrazione: 29/06/22 09:26:48

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

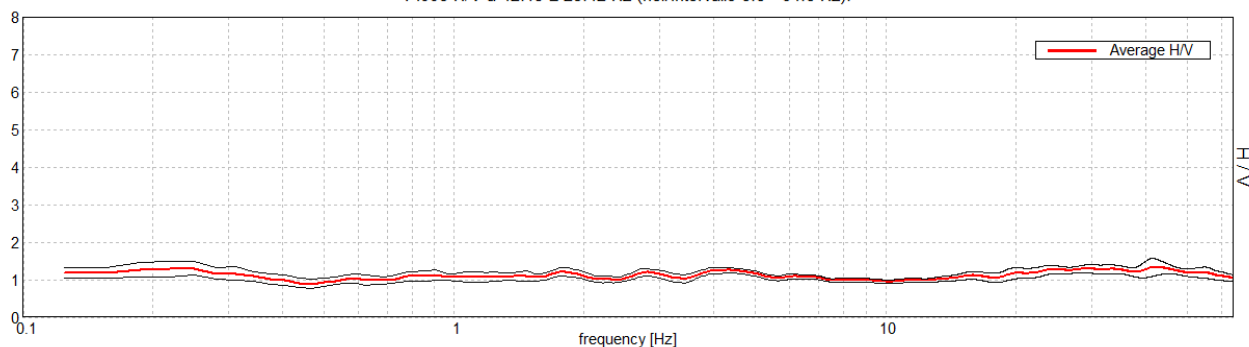
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

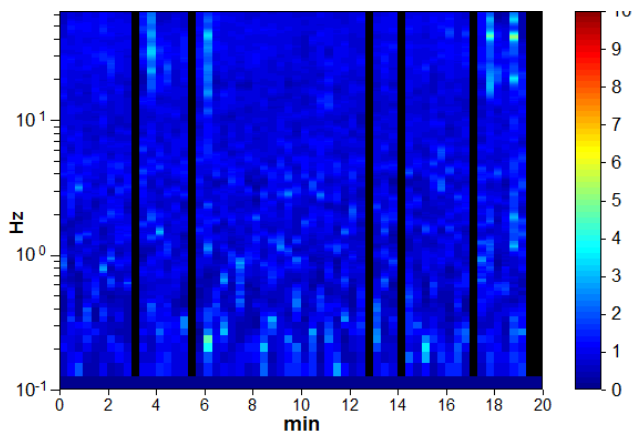
Lisciamento: 10%

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

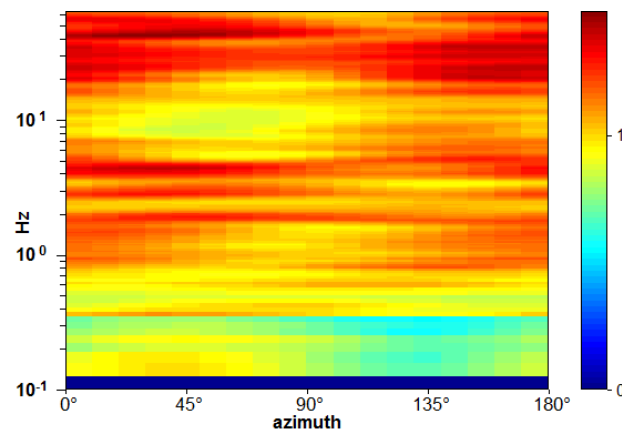
Picco H/V a  $42.19 \pm 23.42$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



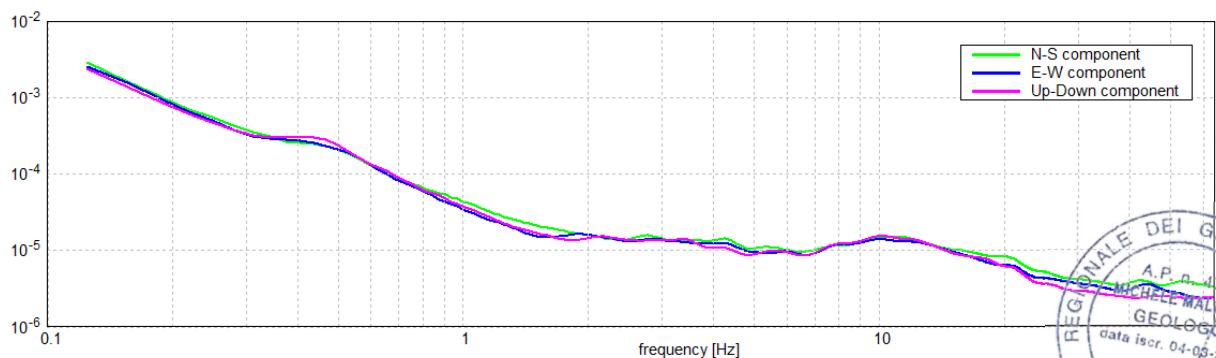
## SERIE TEMPORALE H/V



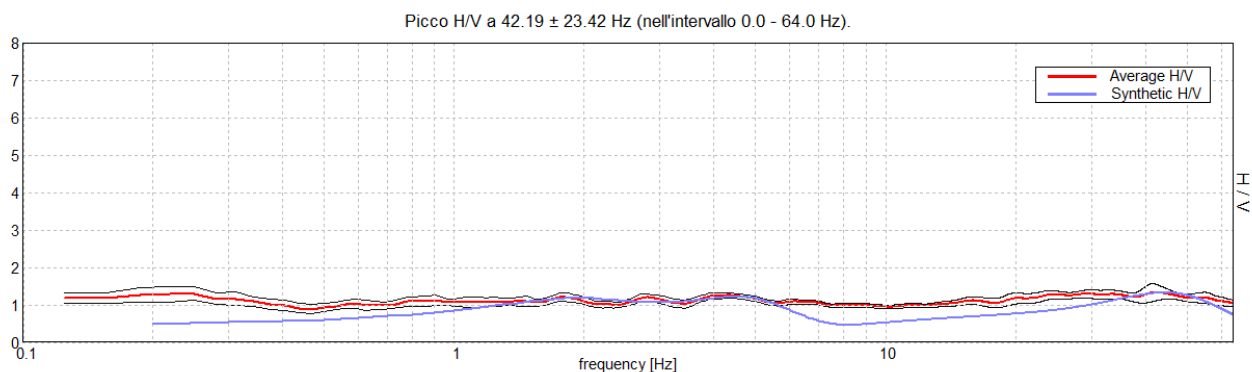
## DIREZIONALITA' H/V



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



## H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.35	1.35	263	0.40
23.35	22.00	441	0.42
103.35	80.00	755	0.40
inf.	inf.	958	0.40

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):

B

Vs,eq:

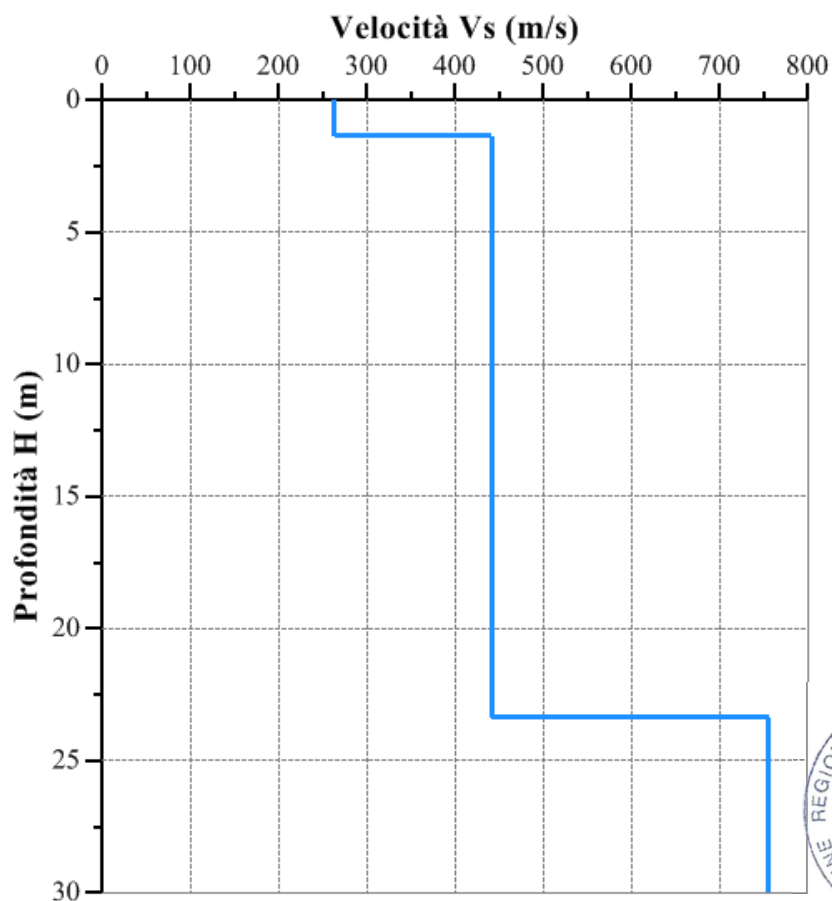
470.02

m/s

[Info](#)

Descrizione per la categoria:

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.





# GENOVA, MARASSI PIAZZALE PAUL VALERY IST MEUCCI T2

Strumento: TRZ-0152/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 29/06/22 09:28:41 Fine registrazione: 29/06/22 09:48:40

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

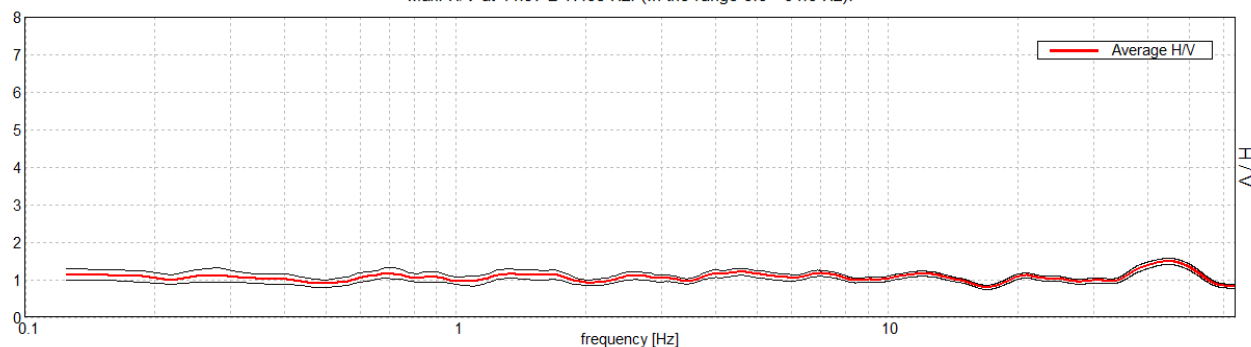
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

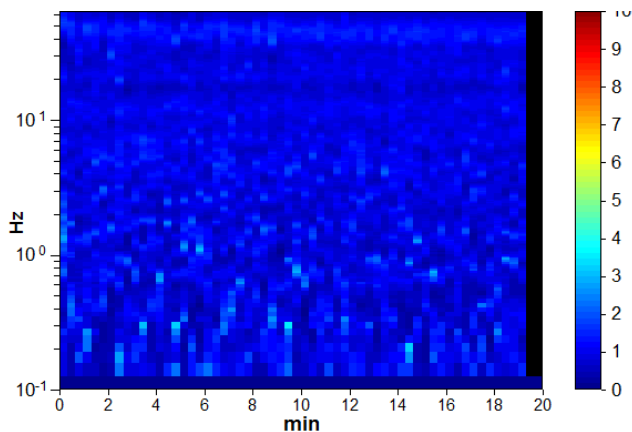
Lisciamento: 10%

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

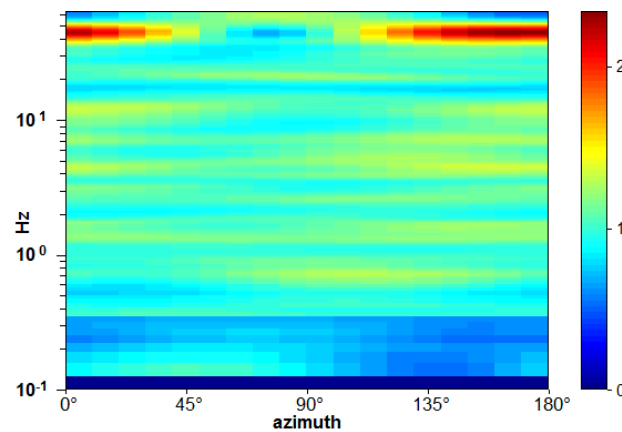
Max. H/V at 44.97  $\pm$  17.08 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



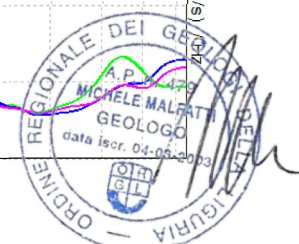
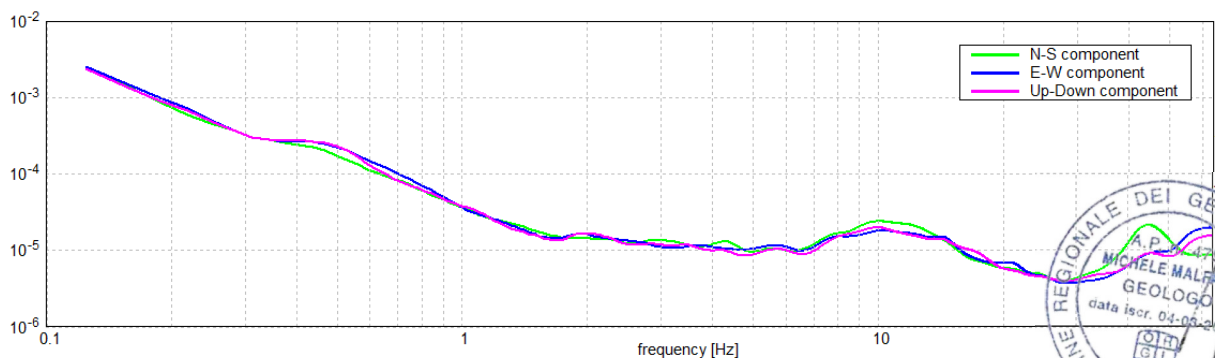
## SERIE TEMPORALE H/V



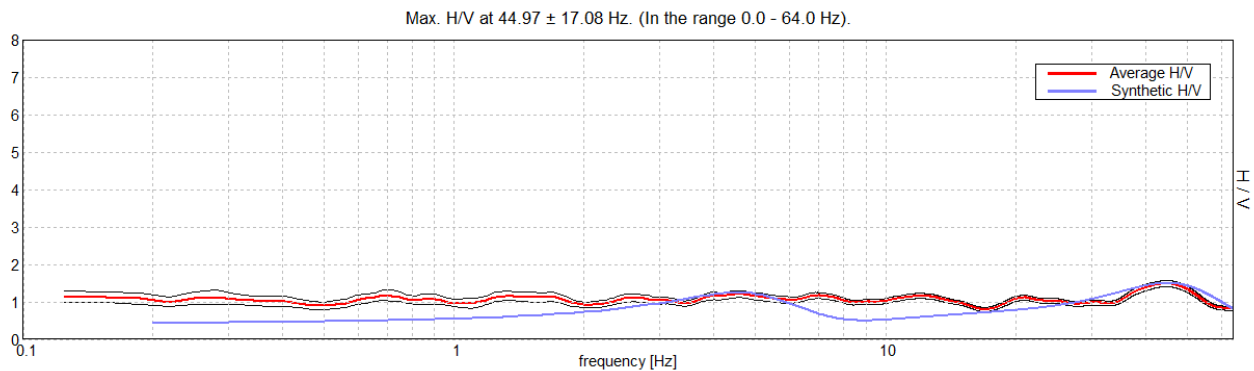
## DIREZIONALITA' H/V



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

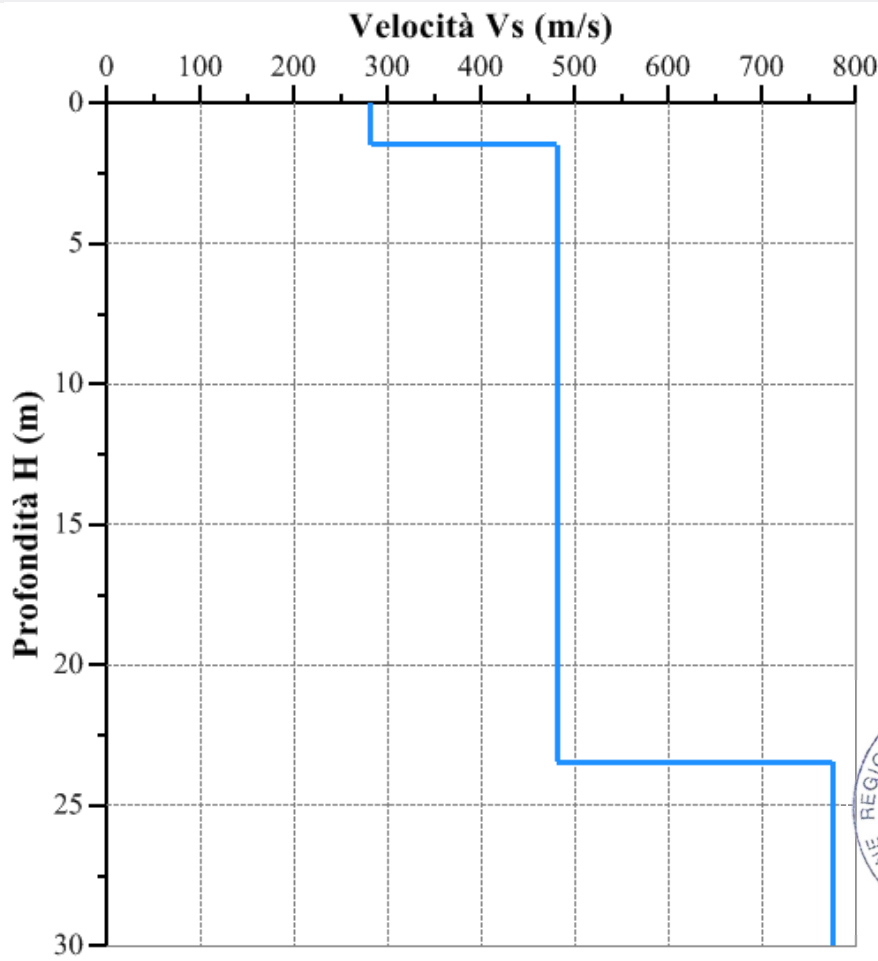


Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.45	1.45	282	0.42
23.45	22.00	481	0.42
inf.	inf.	775	0.42

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s [Info](#)

Descrizione per la categoria:

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.



***allegato 3***

***Scheda stazione geomeccanica***



**SCHEDA TECNICA STAZIONE GEOMECCANICA n°****1**Compilata da: M. Malfatti  
Data rilievo: 29/06/2022**CARATTERISTICHE AFFIORAMENTO RILEVATO****Litologia**

Calcari marnosi (Formazione di Monte Antola)

**Principali motivi strutturali**

Il litotipo presente in prevalenza è costituito da calcari marnosi afferenti alla Formazione di Monte Antola. I principali motivi strutturali sono rappresentati da stratificazione e sistemi di fratturazione.

**Principali discontinuità**

tipo.	giacit.	spaz. (m)	pers. (m)	scabr.	apert. (mm)	alteraz.	riemp.	orient.
St	25/35	0.1-0.5	2	poco rugosa	0-1	moderata	no	indifferente
J1	330/85	0.3-1	1	rugosa	0-1	moderata	no	Indifferente/favorevole
J2	195/70	0.2-0.5	0.5	poco rugosa	0-1	moderata	no	indifferente/favorevole

**Altri parametri rilevati/stimati**

Acqua nella roccia: **l'affioramento è asciutto.**

$q_c$ : **22 MPa** (misurata)

RQD (%): **25 - 50** (stimata)

**DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI COMPORTAMENTO****Classificazione geomeccanica di Bieniawsky, 1989**

Resistenza compressione monoassiale	Rilievo	<b>22</b>	MPa	Punteggio	<b>2</b>
RQD	Stima	<b>20 - 50</b>	%		<b>8</b>
Spaziatura	Stima	<b>100 - 1000</b>	mm		<b>11</b>
Condizioni discontinuità	Pers.	Stima	<b>0.5 - 2</b>	m	<b>5</b>
	Apert.	Rilievo	<b>0 - 1</b>	mm	<b>4</b>
	Scabr.	Rilievo	<b>poco rugosa/rugosa</b>		<b>4</b>
	Riempim.	Rilievo	<b>assente/presente</b>		<b>6</b>
	Alteraz.	Giudizio	<b>moderata</b>		<b>3</b>
Acqua	Rilievo	<b>assente</b>			<b>15</b>
Orientamento	Rilievo	<b>indifferente</b>			<b>-25</b>
				Total rating	<b>33</b>
Indice $RMR_{base}$	<b>58</b>				
Indice $RMR_{corretto}$	<b>33</b>				

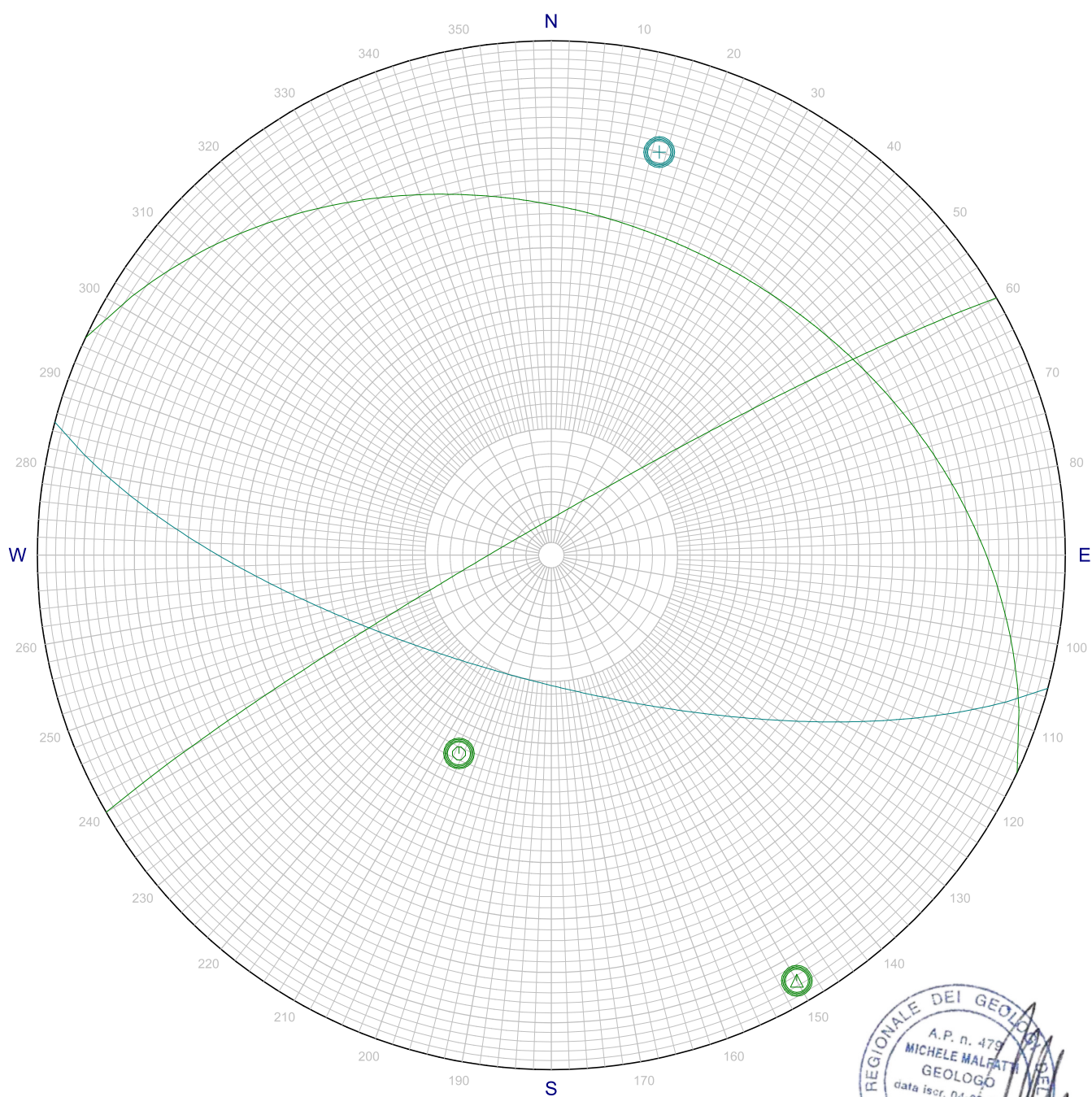
**CONCLUSIONI**











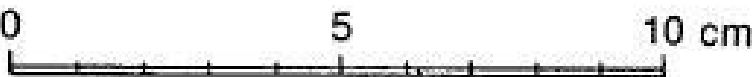
Il rilievo geomeccanico e la conseguente classificazione di Bieniawski permettono di ottenere un valore di  $RMR_{base}=58$ , che indica una classe III, ed un valore di  $RMR_{corretto}=33$ , che indica una classe IV. In considerazione dei dati rilevati ed elaborati **si ritiene pertanto che l'ammasso roccioso si collochi al limite tra la classe III e la classe IV.**



## RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

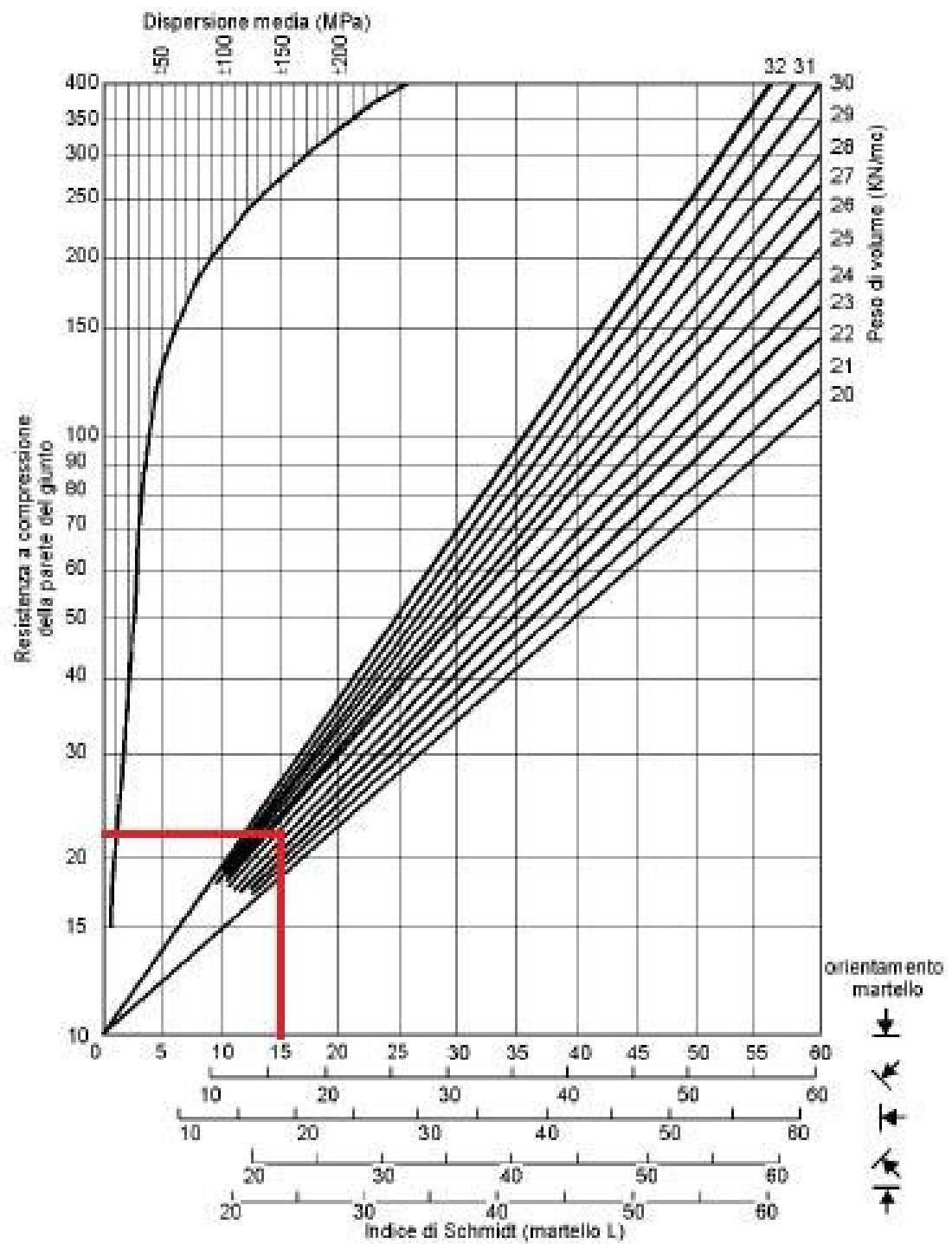


PROFILI DI SCABREZZA TIPICI		J R C
1		0 - 2
2		2 - 4
3		4 - 6
4		6 - 8
5		8 - 10
6		10 - 12
7		12 - 14
8		14 - 16
9		16 - 18
10		18 - 20
		

**Classificazione dei profili di scabrezza**







**Abaco  $R_L-q_c$**



SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA B-B  
scala 1:250

