Geol. Luca Sivori
Via G.De Paoli civ. 13r
16143 – Genova
tel./fax: 010.8688053

Geol. Luca Sivori - Cell.:349.8237788 – email: lusivori@libero.it

REGIONE LIGURIA

CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

COMUNE DI GENOVA

SISTEMAZIONE DEL RIO VILLA CASTAGNA TRA VIA FAMEIANO INFERIORE E VIA ADAMOLI GENOVA MOLASSANA

RELAZIONE GEOLOGICA

Firmato digitalmente da:
MISURALE PIETRO
Firmato il 11/07/2024 12:07
Seriale Certificato: 839192
Valido dal 19/10/2021 al 19/10/2024
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

INDICE

1. PREMESSA 3

2. RIFERIMENTI NORMATIVI 4

3. PROFILO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO 7

4. INDAGINI GEOGNOSTICHICHE 9

4.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE 9

4.2. INDAGINI ATTUALI 11

5. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA 12

6. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE SISMICO 15

7. TERRE E ROCCE DA SCAVO 15

8. CONCLUSIONI E GIUDIZIO DI COMPATIBILITÀ 15

1. PREMESSA

Su incarico di ITEC engineering, lo scrivente è stato incaricato di svolgere le indagini di carattere geologico a supporto della progettazione definitiva/esecutiva dei lavori riguardanti la sistemazione idraulica del Rio Villa Castagna, tra via Femeiano Inf. e via Adamoli, a monte del complesso sportivo Sciorba, nel Comune di Genova.

L'area in oggetto è individuabile nella Carta Tecnica Regionale scala 1:5000 elemento n. 213161 *Sant'Eusebio*, il cui stralcio è riportato in allegato (***Fig.1***).

In sintesi il progetto, come meglio dettagliato nella relazione tecnica, si prefigge di risolvere le problematiche relative allo smaltimento della portata 200-ennale del rio Villa Castagna, affluente in sponda sinistra del torrente Bisagno, sia nel tratto di tombinatura di valle, al di sotto del complesso della Sciorba, sia nel tratto tombinato a monte, al di sotto di via Inferiore Fameiano.

L'intervento in sintesi consiste nell'adeguare il tratto di tombinatura di monte mediante un'opportuna sezione e il tratto di valle mediante la realizzazione di un canale scolmatore.

Sarà realizzata pertanto una vasca di sedimentazione e di partizione delle portate e un canale scolmatore finalizzato allo smaltimento della portata residua rispetto a quella smaltibile dalla canalizzazione attuale in condizioni di sicurezza.

Le acque provenienti da monte verranno convogliate all'interno della vasca mediante alcune canalette grigliate trasversali e ortogonali di adeguata sezione.

Il canale a monte avrà sezione rettangolare di dimensioni 1.0 x 0.7 m mentre la vasca di sedimentazione e di ripartizione avrà lunghezza di 4.0 m e larghezza interna di 2.4 m, con relativa briglia a monte di altezza pari a 0.75 m e una soglia a valle di altezza pari a 0.5 m per la trattenuta del materiale più grossolano trasportato dalla corrente. Il nuovo canale scolmatore avrà sezione circolare di diametro pari a 1.0 m, pendenza variabile tra il 2% e il 10% e lunghezza di 170 m circa. Il canale si sviluppa inizialmente lungo via Inferiore Fameiano, successivamente transiterà sotto il parcheggio del complesso polisportivo della Sciorba per poi collegarsi ad un canale circolare esistente avente diametro pari a 1.0 m il quale scorre sotto a via Adamoli fino a confluire nel torrente Bisagno (***Fig.6***).

Per quanto attiene ai movimenti terra gli sterri saranno connessi con la posa della nuova tubatura, con ordinata di massimo sterro di circa 2.0 m e reinterro variabile in funzione delle quote di ricoprimento previste; per quanto attiene alla vasca di sedimentazione, a sostituzione dell'attuale, l'ordinata di sterro è pari a 0.75 m circa.

Per il dettaglio delle opere strutturali di contenimento e di fondazioni si rimanda alle relazioni specifiche allegate al progetto.

La modalità d'indagine ha previsto quindi:

- ricerca bibliografica e consultazione di risultati di indagini e prove in sito disponibili per l'area d'indagine e per i settori adiacenti a quello in esame. In particolare è fatto riferimento ad una serie di sondaggi geognostici (1983) eseguiti a supporto della progettazione della tribuna Est del campo da calcio e dei sondaggi eseguiti nel 1997 sul pendio a monte. Inoltre sono stati visionate le perforazioni realizzate nel 2023 in corrispondenza degli attuali campi da tennis del complesso sportivo;

- consultazione della cartografia relativa al Piano Stralcio di Bacino sul Rischio Idrogeologico (Torrente Bisagno) ed esame degli studi geologici connessi al PUC del Comune di Genova;
- esame di dettaglio del terreno al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche;
- esecuzione di n.2 prospezioni di sismica passiva con tromografo digitale, metodo HVSR;
- rielaborazione di quanto emerso dalle indagini e redazione della presente relazione tecnica.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

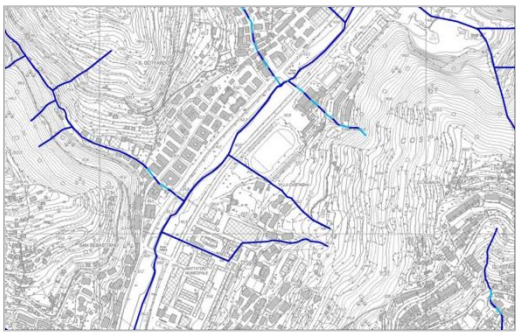
Le indagini sono state condotte in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti ed in particolare al testo unico D.M. Infrastrutture 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" e circolare 21.01.2019, "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".



L'area d'intervento rientra fino all'area di parcheggio, nelle zone sottoposte al vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D. n. 3267/1923 e L.R. n. 4/1999.

Per quanto attiene al Piano di Bacino Stralcio per la Tutela del Rischio Idrogeologico (Torrente Bisagno), redatto ai sensi del comma 1 dell'art. 1 del D.L. 180/98 ("Decreto Sarno"), convertito in Legge 267/98, si può descrivere quanto segue (***Fig.2*** - ***Fig.3 – Fig.4***):

- la Carta della franosità reale indica la presenza di una frana complessa in stato di attività quiescente a monte della vasca si sedimentazione;
- la Carta della suscettività al dissesto classifica l'area d'intervento in classe molto bassa Pg0 a valle della vasca di sedimentazione e elevata Pg3a a monte;
- la Carta del rischio geologico classifica l'area in classe lieve o trascurabile R0 e a monte in molto elevata R4;
- la Carta della rete Idrografica riporta come corso d'acqua significativo il solo Torrente Bisagno mentre nella carta del reticolo Idrografico Regionale il Rio Villa castagna risulta segnalato (terzo livello);
- la Carta delle fasce di inondabilità attualmente pone l'area in Fascia B e parzialmente in Fascia C. È in corso di approvazione la Variante per le fasce in loc. Sciorba, DSG n. 52 del 25 luglio 2023 che pone via Femeiano ed il parcheggio in fascia A;



- la Carta del rischio idraulico classifica attualmente la zona d'intervento in classe Ri1 (rischio moderato) e Ri2 (rischio medio). Nella variante su citata l'area risulta in pericolosità molto elevata P3.

Per tali aree, perimetrate nella **Carta della suscettività al dissesto**, con riferimento all'art.16 com.4 delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino specifica che: *Nelle aree a suscettività al dissesto*

media (Pg2), bassa (Pg1) e molto bassa (Pg0) si demanda ai Comuni, nell'ambito della norma geologica di attuazione degli strumenti urbanistici o in occasione dell'approvazione sotto il profilo urbanistico-edilizio di nuovi interventi insediativi e infrastrutturali, la definizione della disciplina specifica di dette aree, attraverso indagini specifiche, che tengano conto del relativo grado di suscettività al dissesto. Per le aree a suscettività al dissesto media (Pg2) e bassa (Pg1) le indagini devono essere volte a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità, ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, nonché ad attestare che gli stessi non aggravino le condizioni di stabilità del versante……..

3-ter. Nelle aree a suscettività al dissesto elevata – Pg3b , oltre al regime normativo applicato nelle aree Pg3a, è consentita anche la nuova edificazione e l'esecuzione di opere infrastrutturali, purché tali interventi siano previsti dallo strumento urbanistico comunale adeguato al presente Piano di bacino. Tale adeguamento comporta l'effettuazione di un'apposita verifica di compatibilità delle previsioni urbanistiche con il quadro dei dissesti del piano di bacino nei termini indicati al successivo articolo 19.

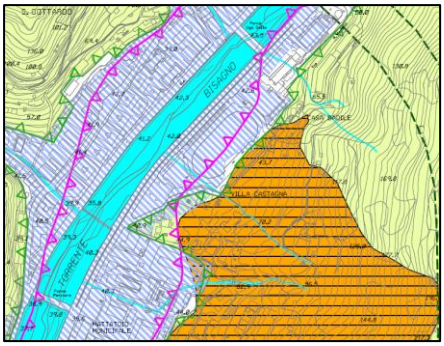
Per tali aree, cartografate nella **Carta delle fasce di inondabilità**, con riferimento all'art.15 com.2 delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino specifica che: *Nella fascia A, fermo restando che gli interventi ammessi sul patrimonio edilizio esistente non devono comunque aumentarne la vulnerabilità rispetto ad eventi alluvionali, anche attraverso l'assunzione di misure e accorgimenti tecnico-costruttivi di cui all'allegato 5, e non devono comportare cambi di destinazione d'uso, che aumentino il carico insediativo anche temporaneo, non sono consentiti:*

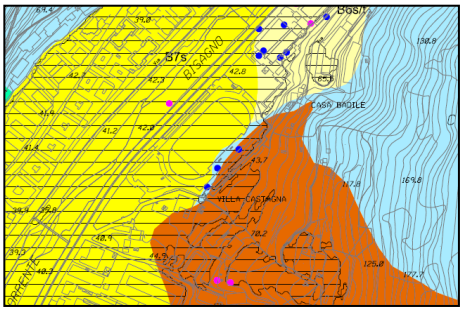
b) la realizzazione di nuove infrastrutture non inquadrabili tra le opere di attraversamento, fatti salvi gli interventi necessari ai fini della tutela della pubblica incolumità e quelli relativi a nuove infrastrutture pubbliche connesse alla mobilità, previo parere favorevole dell'Ufficio regionale competente, purché progettate sulla base di uno specifico studio di compatibilità idraulica, non aumentino le condizioni di rischio, e risultino assunte le azioni e le misure di protezione civile di cui al presente Piano e ai piani comunali di protezione civile.

Le componenti geologiche del P.U.C. del Comune di Genova, pongono il comparto in esame nei seguenti tematismi:

- Carta geologica: sedimenti alluvionali posti ad una quota più elevata rispetto agli alvei attuali e coperture di importanza particolare lungo il versante;
- Carta geomorfologica: alluvioni antiche e coperture eluvio colluviali di importanza particolare lungo il versante;
- Carta di zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio: classe B, suscettività d'uso parzialmente condizionata – Urbanizzata a valle della vasca di sedimentazione mentre in classe E, suscettività d'uso fortemente condizionata a monte;

- Carta dei vincoli geomorfologici ed idraulici: aree inondabili con diversi tempi di ritorno, esterno al vincolo idrogeologico, presenza di un Rio (Rio Villa Castagna) adiacente all'area d'intervento; risulta all'interno degli acquiferi significativi Piano tutela acque DCR 32/09, vincolo idrogeologico a monte di via Femeiano e presenza di un movimento gravitativo quiescente,
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica: Zone suscettibili di Instabilità C3s acclività < a 15° amplificazione stratigrafica, Zone stabili suscettibili di amplificazione locale B01 substrato lapideo stratificato e a valle in Zone stabili suscettibili di amplificazione locale - Zone B7s Sedimenti alluvionali e marini con spessori > a 3.0 m acclività < a 15° (amplificazione stratigrafica)





Con riferimento all'art. 23 delle Norme geologiche di Attuazione allegate al PUC per la Carta di zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio:
Le aree ricadenti nella tipologia B, presentano condizionamenti eliminabili con interventi di piccola o media difficoltà e onerosità. In tali aree le condizioni geologiche rilevate, in senso lato, non pongono in rilievo fenomeni geologici negativi in atto, ma solo possibili problemi connessi ai rapporti esistenti tra substrato roccioso e coltri o depositi alluvionali o coperture incoerenti o semicoerenti, di spiaggia, nonché difficoltà di ordine geotecnico, pur trovandosi in aree pianeggianti o in debole pendio.
Le problematiche essenziali di tali zone sono legate alla localizzazione in profondità del substrato lapideo della formazione di base e alle caratteristiche geotecniche dei materiali sciolti, per la scelta e dimensionamento delle soluzioni fondazionali. Dal punto di vista sismico i sedimenti alluvionali e marini con spessori maggiori di 3 m ricadono tra le "zone stabili suscettibili di amplificazione locale" della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, a corredo del presente Piano.

Nelle aree ricadenti nella tipologia E le condizioni rilevate pongono in evidenza problematiche geologiche in atto o quiescenti di presunta gravità, per tendenza evolutiva veloce, per imprevedibilità di sviluppo, per la dimensione delle aree coinvolte e in generale per le specifiche tendenze evolutive di carattere geomorfologico e idrogeologico manifestamente negative. Queste situazioni portano ad inserire tutti questi comparti, in termini di zonizzazione e di normativa geologica di attuazione, nell'ambito di una fruibilità urbanistica molto limita e pertanto sono definibili come "Aree con suscettività d'uso fortemente condizionata " (zone E). In tali zone sono auspicabili interventi di iniziativa pubblica o privata, compatibili con gli orientamenti espressi sia dal livello puntuale paesaggistico del PUC che dai Piani di Bacino, finalizzati alla difesa del suolo, alla conservazione del paesaggio, al consolidamento di strutture e infrastrutture esistenti, incentivanti il reinserimento della presenza umana, con la finalità di riportare e mantenere in equilibrio tali ambiti.

Gli interventi a progetto atti alla risoluzione delle problematiche di carattere idraulico connesse con il Rio Villa Castagna risultano chiaramente compatibili con la normativa geologica di Piano di Bacino e di PUC che recepiranno successivamente le modifiche alle fasce di inondabilità a seguito della realizzazione delle opere a progetto e alla conseguente riparametrazione del comparto.

3. PROFILO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

In ottemperanza a quanto indicato dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni, nei paragrafi successivi viene esposta sinteticamente la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, che consiste nella ricostruzione delle peculiarità litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, in accordo con quanto evidenziato negli elaborati tematici consultati a livello di bacino ed a scala comunale. Sono di seguito riassunte tutte le risultanze conseguenti.

assetto geologico-geomorfologico

L'area oggetto d'intervento è situata una porzione della piana alluvionale in sinistra del T. Bisagno e la fascia pedemontana del versante discendente dal contrafforte Sud-Ovest del Monte Croce, ad una quota compresa tra 50.0 m e 40.0 m s.l.m. (***Fig.1***).

Antropicamente questo settore è caratterizzato nella sua porzione basale da numerosi edifici in elevazione, di recente o attuale costruzione, l'impianto sportivo e capannoni, strade carrabili mentre nella porzione sommitale sono presenti rari edifici ubicati per lo più lungo le vie di comunicazione di origine rurale. Il settore mediano risulta ormai abbandonato e ricoperto da fitta vegetazione.

Sulla base di quanto osservato durante le indagini, in accordo con la cartografia ufficiale (Servizio Geologico Italiano, 1968; Regione Liguria, 2006) e quella geologica a corredo del PUC si è constatato che il substrato roccioso è rappresentato dai litotipi appartenenti alla Formazione dei Calcari di Monte Antola, costituita da calcari marnosi, marne calcaree, calcareniti ed argilliti, disposti in strati di potenza variabile anche nell'ordine del metro, di colore grigio scuro se freschi e grigio chiaro nelle normali condizioni di alterazione.

Le condizioni del substrato lapideo sono generalmente da discrete a scadenti, infatti, alcuni sistemi di fratturazione pervasivi alla scala dell'affioramento hanno parzialmente suddiviso l'ammasso in prismi superficiali isolati.

Alcuni affioramenti significativi sono visibili in corrispondenza dei fronti di cava presenti lungo Via Adamoli ed in particolare poco a monte del complesso sportivo; il giunto di strato mostra una generale immersione verso SW ed inclinazione media di 30°-40° sul piano orizzontale.

Nell'area in esame il basamento rigido, rappresentato da calcari e marne-calcaree non risulta affiorante ma sormontato da una copertura detritico-colluviale potente lungo il versante e alluvionale sormontate da riporto di potenza plurimetrica nella zona di piana.

Dal punto di vista geomorfologico il comparto nel tempo ha subito modifiche antropiche significative; infatti la piana alluvionale si è formata a seguito della divagazione del corso d'acqua, con deposito del materasso alluvionale e successivamente spianata e soprelevata artificialmente per altro con interventi di sbancamento nel tratto a ridosso del versante, per estenderne la larghezza. Nel settore

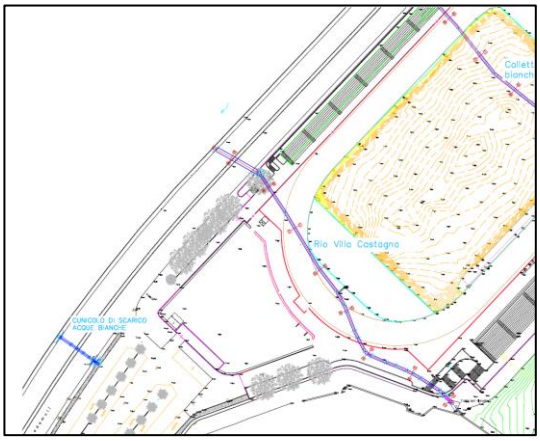
di versante a monte della vasca è cartografata un movimento gravitativo in stato di attività quiescente.

profilo idrografico ed idrogeologico

Dal punto di vista idrografico il corso d'acqua di riferimento risulta chiaramente il T. Bisagno cui giungono i contributi idrici derivanti dalla porzione di versante tramite il sistema di regimazione tipico degli ambienti urbanizzati tra cui il rio Villa Castagna.

Il Rio Villa Castagna, corso d'acqua oggetto d'intervento, finalizzato alla messa in sicurezza idraulica del comparto, presenta tracciato al disotto del rilevato tra la pista d'atletica ed i campi da tennis.





Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, i terreni sopra descritti, in rapporto alla capacità di circolazione sotterranea, presentano caratteristiche di permeabilità differenti.

Il comportamento idrogeologico dei terreni investigati può essere descritto come segue:

- il riporto, stante il fuso granulometrico, si deve ritenere un mezzo permeabile per porosità con coefficienti medio-elevati; sulla base di correlazioni note (Lancellotta, 1993), si possono indicare valori di permeabilità tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s (tra 10^{-2} e 10^{-3} cm/s);
- i terreni alluvionali sottostanti sono caratterizzati da coefficienti medi bassi per la presenza comunque di una percentuale di frazione fine, seppur subordinata. A titolo indicativo si può indicare un campo valori del coefficiente k tra 10^{-4} m/s e 10^{-5} m/s per i terreni alluvionali;
- i terreni di coltre di versante, che presentano granulometria ben gradata, si devono ritenere un mezzo permeabile per porosità con coefficienti bassi; si può stimare un valore di conducibilità idraulica k tra 10^{-6} e 10^{-7} m/s (tra 10^{-4} e 10^{-5} cm/s);
- il substrato roccioso, stante la natura calcareo-marnosa con intercalazioni di argilliti, si deve ritenere impermeabile in condizioni d'assoluta integrità, ma, in considerazione del livello di fratturazione ad alterazione acquisito, diventa permeabile per fratturazione. Un accettabile campo valori del coefficiente di permeabilità, stante i livelli piezometrici rilevati, è lievemente superiore a quello assegnato per il materiale sciolto, tra 10^{-5} e 10^{-6} m/s ($10^{-3} \div 10^{-4}$ cm/s).

Per quanto noto da esperienze professionali pregresse, il deflusso preferenziale della falda di fondo valle è parallelo al Bisagno, ma non deve essere trascurato l'apporto del versante, dove è presente un accumulo detritico di spessore che raggiunge anche i 15.0 metri sede di falda idrica di entità direttamente dipendente dai regimi meteorici.
Infatti, dai dati di monitoraggio della falda misurati nei piezometri eseguiti nell'area dei campi da tennis della Sciorba, è stata constata la presenza di una falda a profondità rispettivamente di 9.4 m da p.c. per S1 (settore prossimo al versante) al contatto con il basamento lapideo, e 15.2 m per S4 all'interno dei depositi alluvionali.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHICHE

4.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

Per quanto attiene agli aspetti stratigrafici e delle prove in sito, sono stati esaminati i dati geognostici disponibili in bibliografia relativi agli interventi connessi con la realizzazione dell'impianto sportivo. Sono citate di seguito le indagini di interesse per l'intervento in oggetto.

In particolare si tratta di:

- 4 sondaggi (S12-S13-S14-S15) realizzati nel 1983 per la progettazione della tribuna Est del campo da calcio (Studio Associato Bellini);
- 2 sondaggi (S15-S16) realizzati nel 1997 lungo il versante a monte della tribuna Est;
- 4 sondaggi (S1-S2-S3-S4) realizzati nel 2023 a supporto del nuovo edificio polisportivo nell'area dei campi da tennis della Sciorba.

L'ubicazione delle indagini citate è rappresentata in ***Fig.6***. In sintesi si può riassumere

Sondaggi Sciorba 1983 per il progetto della tribuna Est

S12	1983	Sciorba progettazione tribuna Est-	49.00	20.00	0.00-3.00 Riporti 3.00-4.50 Coltre 4.50-6.50 Alluvioni 6.50-20.00 Calcari marnosi	Calcari di Monte Antola
S13	1983	Sciorba progettazione tribuna Est-	52.15	20.00	0.00-6.00 Coltre 6.00-10.00 Alluvioni 10.00-20.00 Calcari marnosi	Calcari di Monte Antola
S14	1983	Sciorba progettazione tribuna Est-	48.00	13.00	0.00-3.00 Coltre 3.00-5.00 Alluvioni 5.00-13.00 Calcari marnosi	Calcari di Monte Antola
S15	1983	Sciorba progettazione tribuna Est-	50.80	20.00	0.00-5.00 Coltre 5.00-9.00 Alluvioni 9.00-20.00 Calcari marnosi	Calcari di Monte Antola

I sondaggi avevano appurato la presenza, all'interno delle coltri, di una persistente circolazione idrica, con oscillazione dei livelli in funzione dei regimi meteorici.

Sondaggi 1993 versante a monte della tribuna Est

S15	1997	Sciorba versante a monte tribuna Est	56.30	20.00	0.00-15.00 Coltre 15.00-20.00 Calcari marnosi	Calcari di Monte Antola
S16	1997	Sciorba versante a monte tribuna Est	55.90	20.00	0.00-9.00 Coltre 9.00-20.00 Calcari marnosi	Calcari di Monte Antola

Sondaggi 2023 palazzetto sport Sciorba

Sondaggio S1:

- da 0.00 m a 12.60 m: Riporto e terreno rimaneggiato - terreno rappresentato da materiale di pezzatura grossolana costituita da ghiaie subangolari, sabbie e frammenti di materiali da costruzione, talvolta in scarsa matrice argillosa, colore da grigio a ocra;
- da 12.60 m a 13.40 m: Substrato roccioso (Flysch di M. Antola) - Calcare marnoso alterato, allentato e disarticolato in frammenti, colore grigio chiaro;
- da 13.40 m a 18.00 m: Substrato roccioso - Calcare marnoso mediamente fratturato colore grigio da chiaro a scuro.

Sondaggio S2:

- da 0.0 a 11.0 m: Riporto e terreno rimaneggiato - terreno rappresentato da materiale di pezzatura grossolana costituita da ghiaie subangolari sabbie e frammenti di materiali da costruzione, talvolta in matrice argillosa, colore da grigio a ocra;
- da 11.0 m a 11.3 m: Terreno di pezzatura grossolana costituito da ghiaie con clasti sub-angolari, sabbia e limo. Colore grigio – marrone;
- da 11.3 m a 12.8 m: Substrato roccioso – Calcare marnoso (Flysch di M. Antola) alterato e fratturato;
- da 12.8 m a 15.0 m: Substrato roccioso - Calcare marnoso alterato e brecciato in frammenti centimetrici immersi in una matrice argillitica;
- da 15.0 m a 20.0 m: Substrato roccioso - Calcare marnoso mediamente fratturato colore grigio da chiaro a scuro.

Sondaggio S3:

- da 0.0 a 10.0 m: Riporto e terreno rimaneggiato - terreno rappresentato da materiale di pezzatura grossolana costituita da ghiaie subangolari sabbie e frammenti di materiali da costruzione, talvolta in matrice argillosa, colore da grigio a ocra;
- da 10.0 m a 30.0 m: Alluvioni - terreno costituito da ghiaie arrotondate con sabbia e limo, sono presenti blocchi eterometrici di calcare marnoso. Colore da grigio a marrone.

Sondaggio S4:

- da 0.0 a 11.0 m: Riporto e terreno rimaneggiato- terreno rappresentato da materiale di pezzatura grossolana costituita da ghiaie subangolari sabbie e frammenti di materiali da costruzione, talvolta in matrice argillosa, colore da grigio a ocra;
- da 11.0 m a 23.0 m: Alluvioni - terreno costituito da ghiaie arrotondate con sabbia e limo, sono presenti blocchi eterometrici di calcare marnoso. Colore da grigio a marrone;
- da 23.0 m a 30.0 m: Substrato roccioso (Flysch di M. Antola) - Calcare marnoso mediamente fratturato colore grigio da chiaro a scuro.

I sondaggi S1 e S4 sono stati attrezzati con tubo piezometrico da 4" per il rilievo della falda.

Durante le perforazioni e nel periodo immediatamente successivo, si è constatata la presenza di una falda a profondità rispettivamente di 9.45 m da p.c. per S1 e a 15.00 m per S4.

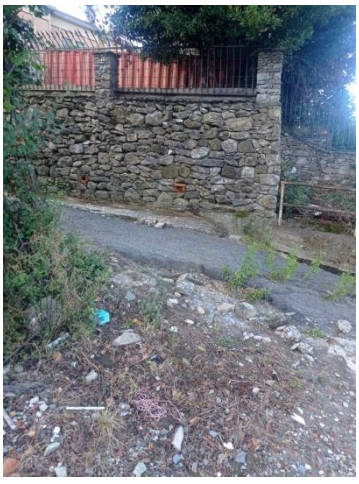
4.2. INDAGINI ATTUALI

Al fine di implementare i dati stratigrafici disponibili, in particolare nel settore di realizzazione della vasca di sedimentazione e lungo il tracciato del nuovo sono state effettuate n.2 indagini di sismica passiva HVSR tramite strumento Tromino® (Moho S.r.l.), denominate Tr1, Tr2.

L'ubicazione delle indagini è indicata in planimetria (***Fig.6***).

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento Tromino (Moho S.r.l.), è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ortogonali, orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V e senza cavi esterni.



Il rumore sismico ambientale è stato acquisito ad una frequenza di campionamento di 128 Hz, amplificato e digitalizzato a 24 bit equivalenti e registrato per 16 minuti. Lo strumento è stato posizionato sul giardino.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

- le curve H/V, ottenute col software Grilla in dotazione al tromografo Tromino®, con parametri:
- larghezza delle finestre d'analisi 10/20 sec;
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
- rimozione manuale dei transienti sulla serie temporale degli H/V.
- le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1).

La ricerca dei picchi da interpretare è stata effettuata, congiuntamente, nel grafico H/V ed in quello degli spettri delle singole componenti. In particolare, i picchi H/V di origine stratigrafica sono quelli

generati da un minimo nella componente verticale del moto, che significa minimo delle onde di Rayleigh alla frequenza di risonanza.

Le curve H/V sono state quindi invertite per ottenere il modello di sottosuolo (profilo di Vs medie) il cui corrispondente H/V teorico meglio approssima la curva H/V sperimentale. Tale modello è ottenuto dal fit vincolato della curva H/V secondo le procedure descritte in Castellaro e Mulargia (2009).

Dal profilo di Vs è stato ricavato il valore del parametro V_{seq}, valore che porta con sé un'incertezza stimata tipica dell'ordine del 20%.

Di seguito l'interpretazione delle prove, mentre il dettaglio è riportato in allegato (***Fig.7***).

Tr1 - Sulla curva H/V sono identificabili 2 picchi di origine stratigrafica, ravvicinati, alle frequenze di **9,13Hz** e **13,44 Hz**. Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco a 9,13 Hz corrisponde al passaggio tra le coperture (Vs=257 m/sec) e il substrato roccioso molto fratturato e disarticolato fratturato (Vs=519 m/sec). L'inversione vincolata della curva H/V indica il passaggio tra la copertura ad una profondità di 7,0 m da p.c. e il substrato roccioso molto fratturato. La Vs_{eq} ricavata dalla prova è pari a 410 m/sec.-

Tr2 - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica, alle frequenze di **13 Hz** Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i riporti (Vs=235 m/sec) e il substrato roccioso molto fratturato (Vs=472 m/sec).. La Vs_{eq} ricavata dalla prova è pari a 421 m/sec.-

5. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

Il profilo stratigrafico dell'area d'intervento è stato ottenuto sulla base del rilevamento geologico di superficie, integrato dall'analisi dei dati bibliografici disponibili per l'area e delle indagini in sito svolte.

Tutti gli elementi emersi nel corso delle indagini hanno permesso di ricostruire le sezioni stratigrafiche (***Fig.8***), ripresa sulla base delle sezioni disegnate dai progettisti, preparate al fine di fornire l'immediata comprensione dei rapporti geometrici esistenti tra i terreni descritti.

Sono di seguito attribuiti ai livelli individuati i parametri geotecnici e geomeccanici medi, desunti dall'esperienza personale e dai risultati ottenuti con le indagini condotte nel comparto, da convertire in valori caratteristici e di progetto per le successive verifiche sulle strutture di fondazione

Copertura detritica e terreno rimaneggiato: tali terreni sono presenti, lungo il tracciato del nuovo scolmatore ed a monte di questo, con potenze variabili tra 8.0 m circa in corrispondenza della vasca di sedimentazione fino a 4.0/5.0 m lungo via Femeiano in funzione delle modifiche antropiche apportate all'area; si tratta di una ghiaia subangolare, frammenti lapidei e sabbia in matrice argillosa, da scarsamente addensato a mediamente addensato. Stante la maggior percentuale di frazione grossolana, il rimaneggiamento subito si ritiene corretto ascrivere tali terreni ad un comportamento geotecnico tipico dei mezzi a grana grossa.

La densità secca è stimata di 17 kN/m^3 - 18 kN/m^3, mentre in condizioni naturali, prossime alla saturazione, il peso di volume si attesta su valori di circa 19 -20 kN/m^3

Per quanto attiene alla resistenza al taglio, da ritenersi sempre in condizioni drenate, si possono stimare valori dell'angolo di attrito efficace medi di 31° - 33°, da considerarsi accettabili per un mezzo di questo tipo. Il termine di coesione drenata c' deve essere considerato nullo o trascurabile (< 7 kPa).

Depositi alluvionali: tali terreni si rilevano in corrispondenza dell'area di parcheggio sotto via Femeiano e generalmente risultano sormontati da riporti di spessore variabile.

È rappresentato da ghiaia argillosa con sabbia e ghiaia con limo con abbondanti ciottoli arrotondati eterometrici di natura calcareo marnosa, la percentuale di frazione fine risulta estremamente variabile e comunque in percentuale limitata generalmente inferiore al 20%. Sono presenti all'interno di tali terreni blocchi lapidei di potenza metrica. Il comportamento geotecnico è chiaramente tipico dei mezzi a grana grossa stante la natura del terreno.

La densità secca è stimata di 15 kN/m^3 - 16 kN/m^3, mentre in condizioni naturali, prossime alla saturazione, il peso di volume si attesta su valori di circa 18-19 kN/m^3

Per quanto attiene alla resistenza al taglio, si possono stimare valori dell'angolo di attrito efficace medi di 30° - 32°, da considerarsi accettabili per un mezzo di questo tipo. Il termine di coesione drenata c' deve essere considerato nullo o trascurabile (< 5 kPa).

Substrato roccioso: il basamento roccioso (Flysch di M. Antola) sulla base dei sondaggi geognostici eseguiti nell'intorno, si presenta in facies calcareo-marnosa con intercalazioni di marnoscisti ed argilliti grigio scure; le condizioni di conservazione dell'ammasso roccioso sono da considerarsi da scadenti, nei livelli più superficiali (cappellaccio di alterazione), a mediocri, con giunti di fratturazione pervasivi e caratterizzati da una discreta alterazione superficiale.

Di seguito si fornisce un indice di qualità del substrato roccioso mediante le classificazioni Rock Mass Rating (RMR) di Bieniawski (1989) e la più recente evoluzione della stessa, rappresentata dal Geological Strength Index (GSI) di Hoek (2000). I parametri con i relativi punteggi che definiscono le classificazioni prescelte, basati sulle osservazioni condotte sui carotaggi eseguiti, sugli affioramenti disponibili (aree cava lungo via Adamoli) e dai dati bibliografici disponibili, sono riassunti nella seguente tabella.

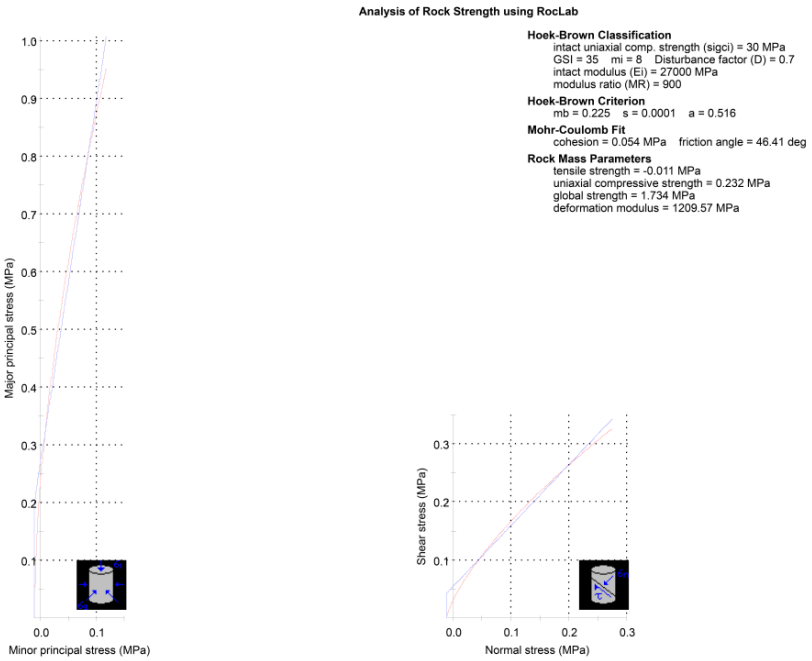
Parametro	Descrizione	Punteggio parziale
R1. Resistenza della matrice roccia	Prove PLT e Schmidt Hammer. 30-60 MPa (Indiretto da prove di laboratorio su formazione)	7-4
R2. Rock Quality Designation	Diretto da sondaggi. 20-50%	8-3
R3. Spaziatura Discontinuità	Diretto da rilievo. 200-60 mm	8
R4. Condizioni Discontinuità	Diretto da sondaggi	
a - persistenza	> 20 m	0
b - apertura	0.1-1 mm; 1-5 mm	4-1
c - rugosità	Liscia	1
d - riempimento	calcite < 5 mm	4

e - alterazione	Moderatam. alterata	3
R5. Condizioni Idrauliche	Diretto da rilievo; asciutto - umido	10

Il valore del RMR di base, ossia a prescindere dall'orientamento delle discontinuità, risulta di 45-34 appartenente alla classe III (mediocre) e alla classe IV (scadente), in accordo con indicazioni sulla stessa Formazione fliscioide (Falcioni et al., 1995).
Il GSI di più recente definizione utilizza i primi quattro parametri della classificazione RMR ed assegna un valore fisso all'influenza dell'acqua sulle discontinuità (15) secondo la seguente relazione:

$$GSI = (R1+R2+R3+R4+15)-5 = 45-34$$

La qualità dell'ammasso roccioso ottenuta è quindi confermata dai valori comuni del GSI secondo quanto riportato da Marinos e Hoek (2000): il flysch in esame è assimilabile alle tipologie B e C indicate dagli Autori per ammassi rocciosi eterogenei.



In questo caso non essendoci fronti di scavo in roccia, si può assimilare il substrato roccioso ad un mezzo continuo-equivalente: i parametri di resistenza al taglio, caratteristici dell'orizzonte più superficiale, sono desunti con l'inviluppo a rottura stabilito con il criterio empirico di Hoek-Brown (Hoek et al., 2002) adottando un valore della costante mi pari a 8 $\pm$ 3.
Il valore modale della resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa σ_c è posto pari a 30 MPa, mentre il peso di volume del materiale roccia è uguale a 26.0 kN/m^3.
I valori dei parametri ottenuti con i relativi grafici degli inviluppi a rottura (piano σ1-σ3 e τ-σ') sono riportati nella figura a lato; in un intervallo tensionale compreso tra 0.09 e 0.13 MPa, rappresentativo dell'orizzonte superficiale, possono essere adottati valori di angolo di resistenza al taglio pari a 45° - 50° e coesione intercetta di 50-60 kPa. Il modulo di deformazione è sempre elevato intorno a 1.2 GPa.

6. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE SISMICO

Per quanto attiene ai parametri simici, in accordo con la *DGR n. 216* del 17/03/2017 *"OPCM 3519/2006 - Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria"*, si precisa quanto segue:

- l'area ricade all'interno del territorio comunale di Genova, classificata in zona sismica 3;
- ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, stante il modello geologico proposto nel presente elaborato e le indagini eseguite in sito si indica, con riferimento al settore di versante una categoria di suolo di fondazione classificabile nella categoria 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);*
- categoria topografica: T2
- l'area in oggetto ricade in zona suscettibili di Instabilità C3s acclività < a 15° amplificazione stratigrafica, Zone stabili suscettibili di amplificazione locale B01 substrato lapideo stratificato e a valle in Zone stabili suscettibili di amplificazione locale -Zone B7s Sedimenti alluvionali e marini con spessori > a 3.0 m acclività < a 15° (amplificazione stratigrafica)

In funzione dell'assetto stratigrafico ed idrogeologico dell'area descritto in precedenza, si ritiene che, in ragione del fuso granulometrico dei terreni, del loro spessore e dell'assenza di falda permanente a livello del p.c., non sussistano le condizioni predisponenti al verificarsi di fenomeni di liquefazione dei terreni.

7. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Relativamente alla gestione dei materiali connessi ai movimenti terra, per cui è vigente il D.P.R. 13.06.2017 n. 120, si ricorda che è obbligo del Produttore effettuare indagini e analisi atte a supportare le valutazioni in ordine alla sussistenza dei requisiti di non contaminazione delle terre movimentate, in modo da poterne consentire il loro riutilizzo in cantiere. Nel caso in cui si intendesse riutilizzare il materiale di scavo in un altro sito, occorre predisporre una comunicazione ad ARPAL secondo le modalità indicate nel D.P.R. n. 120/2017, mentre in alternativa il materiale di risulta può essere trattato come rifiuto e conferito in idoneo sito di recupero o smaltimento ottenuto il relativo codice CERT.

8. CONCLUSIONI E GIUDIZIO DI COMPATIBILITÀ

Dalle indagini condotte si può riassumere quanto segue:

- l'intervento a progetto ha lo scopo di risolvere le criticità di carattere idrogeologico che interessano questo settore;
- l'assetto stratigrafico del comparto è caratterizzato dalla sovrapposizione di coperture detritiche e terreni rimaneggiati di spessore variabile tra 8.0 m circa e 4.0 m, muovendosi dal settore della nuova vasca di sedimentazione lungo via Femeiano, sovrastante il basamento roccioso molto fratturato e fino a disarticolato in blocchi ascrivile al Flysch M. Antola;
- la zona di piana è caratterizzata da depositi alluvionali su cui sono sovrapposti riporti di spessore complessivo variabile tra 15.0 m fino a 35 m muovendosi verso l'asse del T. Bisagno
- il suolo di fondazione nel settore di versante è classificabile nella categoria B e categoria topografica T2;
- la realizzazione dell'intervento non prevede sbancamenti tali da alterare l'attuale assetto geomorfologico e idrogeologico del comparto;

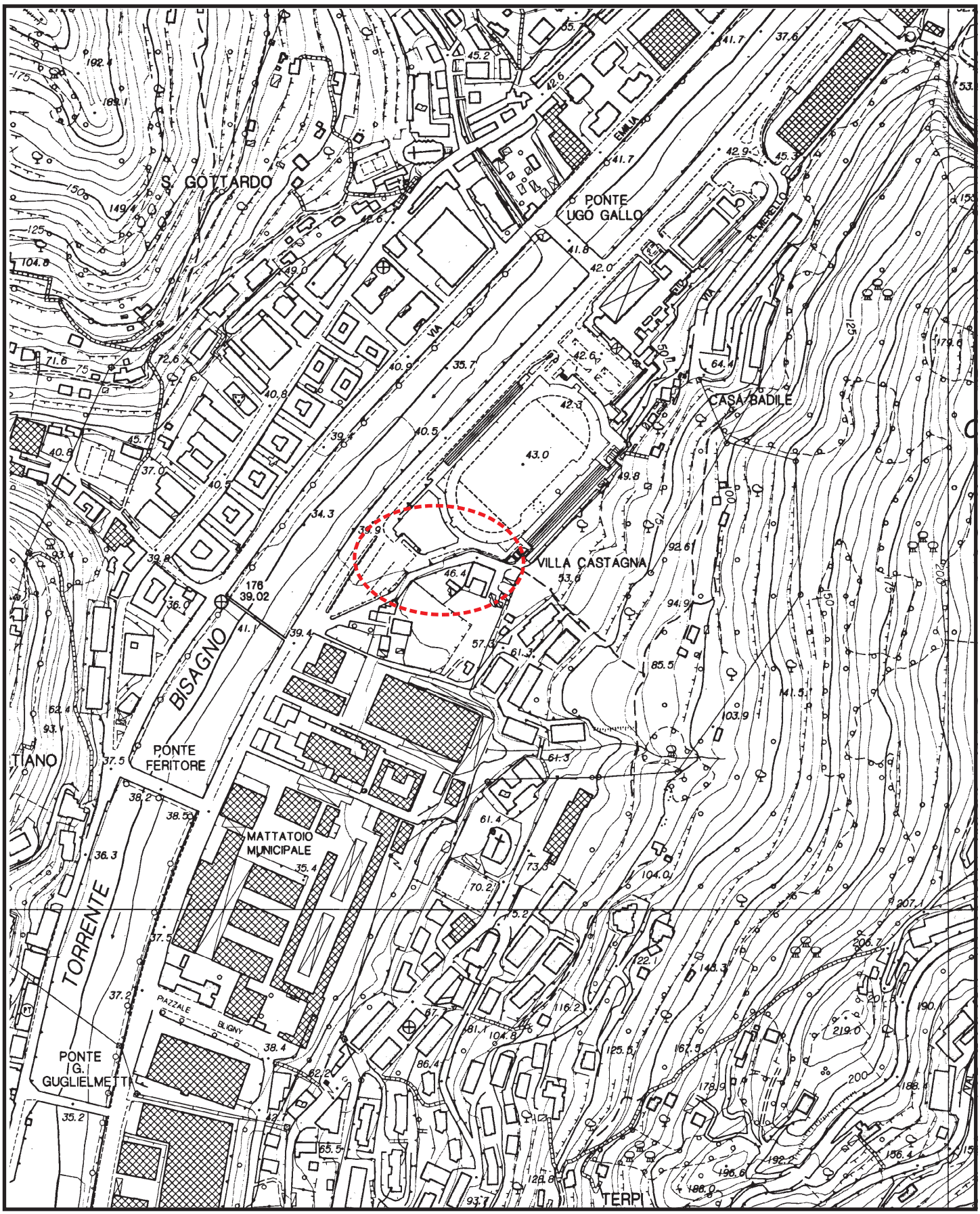
Sulla base di quanto emerso nel corso delle indagini, in considerazione della tipologia e delle finalità d'intervento e delle opere previste, il terreno esaminato è ritenuto idoneo sotto il profilo geologico ed idrogeologico ad ospitare le opere in progetto. Particolare attenzione dovrà essere posta durante le attività di scavo per non modificare la staticità dei manufatti limitrofi, con particolare riferimento al muro di confine presente lungo via Femeiano in corrispondenza della vasca ed a monte di questa.

Genova, 06 settembre 2023

Geol. Luca Sivori

ALLEGATI

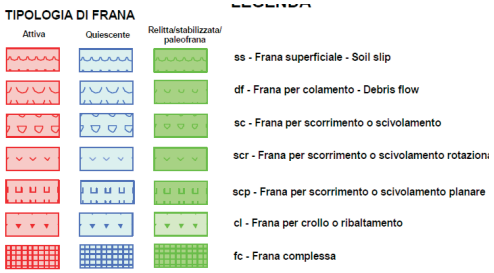
Figura 1: Inquadramento cartografico
Figura 2: Estratti Piano di Bacino
Figura 3: Estratti Piano di Bacino - Idr
Figura 4: Estratti Piano di Bacino – Idr Variante
Figura 5: Estratti PUC
Figura 6: Carta delle prospezioni
Figura 7: Prove di sismica passiva HVSR
Figura 8: Sezioni stratigrafiche



base cartografica CTR elemento n.213161 Sant'Eusebio

FIGURA 1:
INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO
scala 1:5000

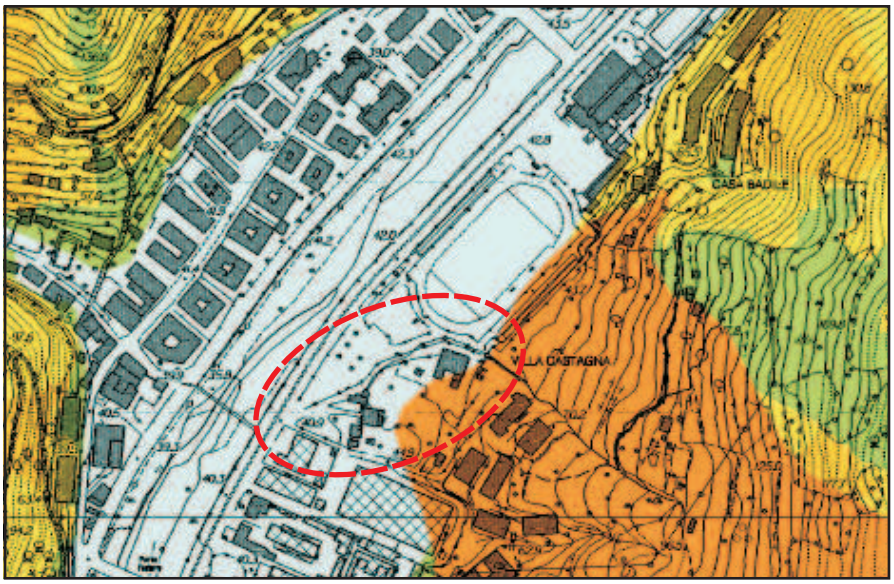




Carta della franosità:
Frana complessa in stato di attività quiescente

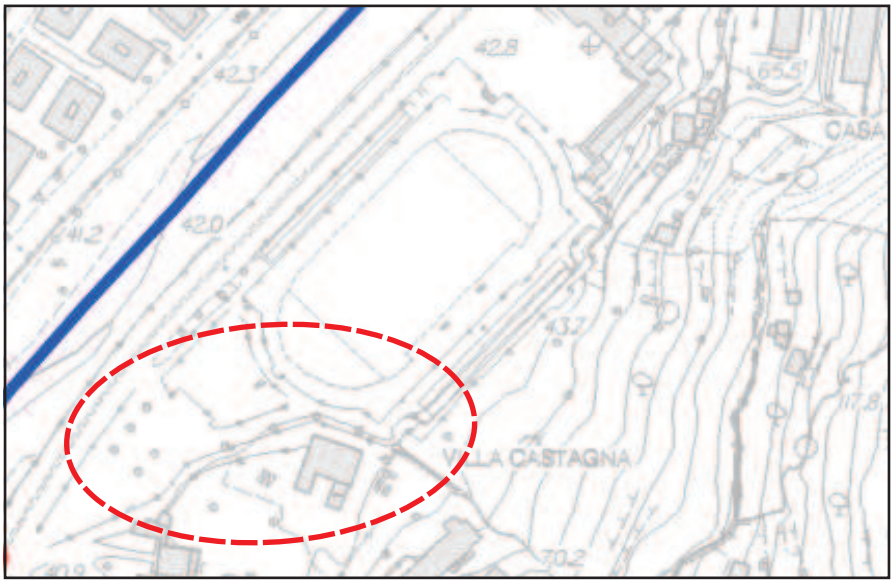


Carta del rischio geologico:
rischio lieve o trascurabile R0 e molto elevato R4

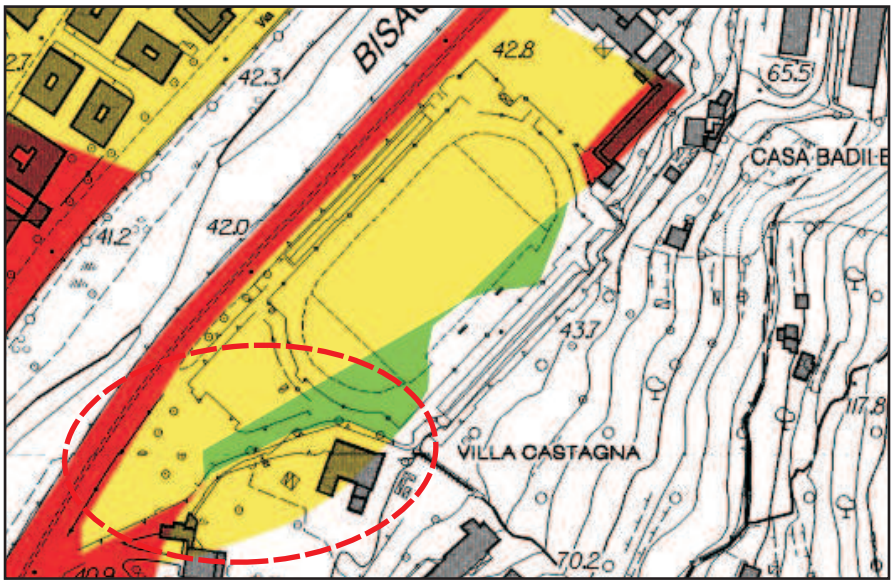


Carta della suscettività al dissesto:
Suscettività molto bassa Pg0 ed elevata Pg3a

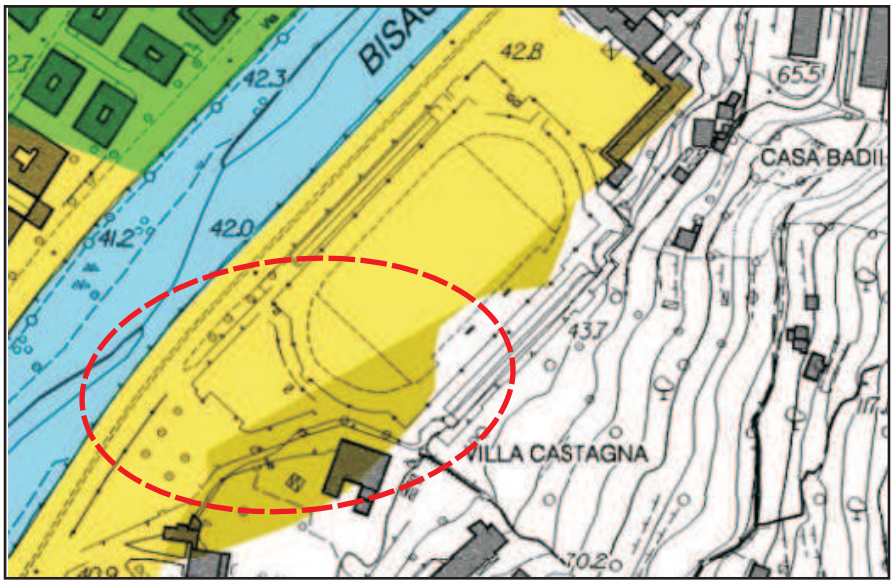
FIGURA 2:
ESTRATTI PIANO DI BACINO
non in scala



Carta del reticolo idrografico



Carta del rischio idraulico:
Rischio medio Ri2 e molto elevato RI4



Carta delle fasce di inondabilità:
Fascia B e Fascia C

FIGURA 3:
ESTRATTI PIANO DI BACINO - IDR
non in scala

PAI – Carta delle fasce di inondabilità e degli ambiti normativi

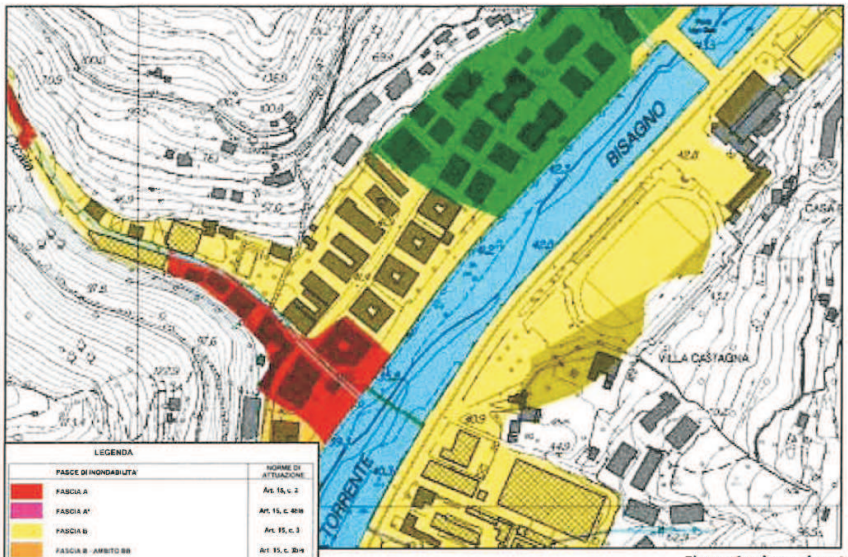


Figura 1: piano vigente

Carta delle Fasce di inondabilità
Vigenti e in Variante

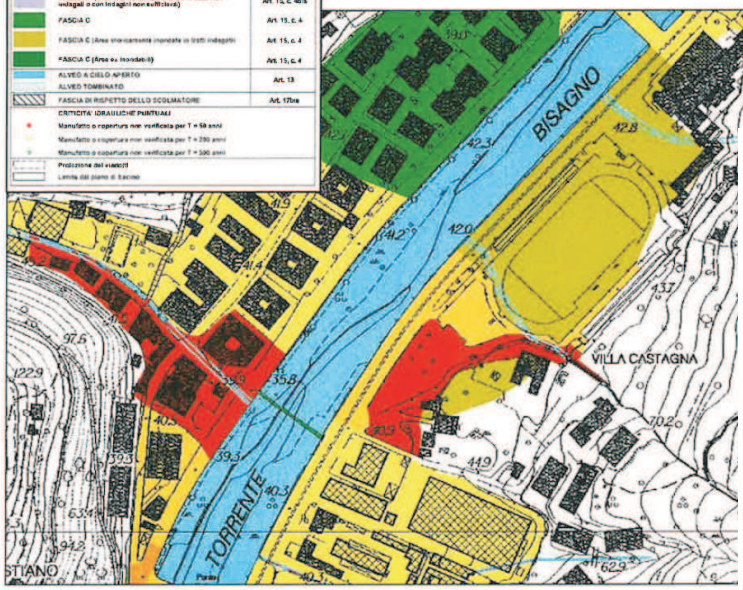


Figura 2: variante

PGRA – Alluvioni fluviali – reticolo principale

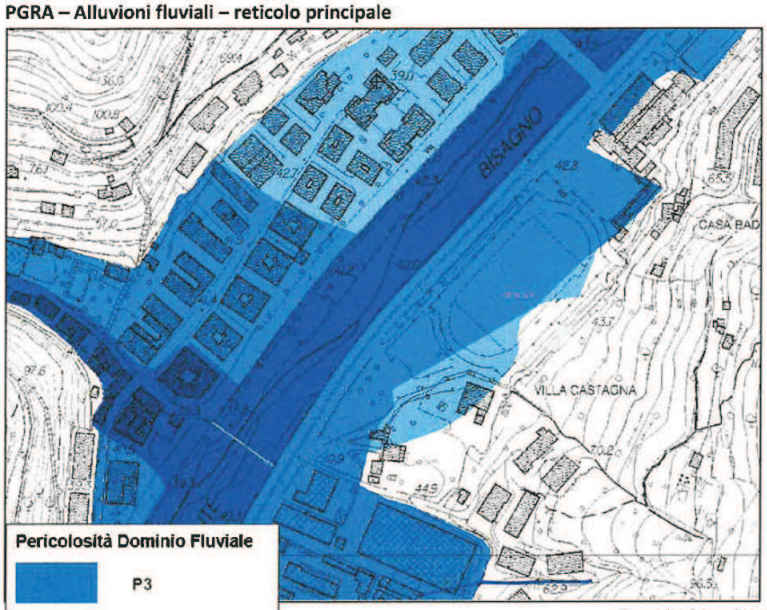


Figura 3: piano vigente

Carta reticolo principale alluvioni Fluviali
Vigenti e in Variante

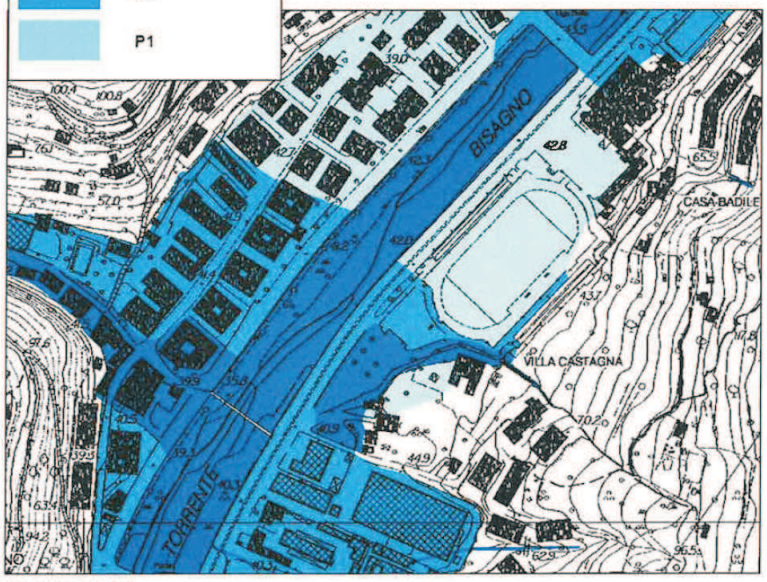
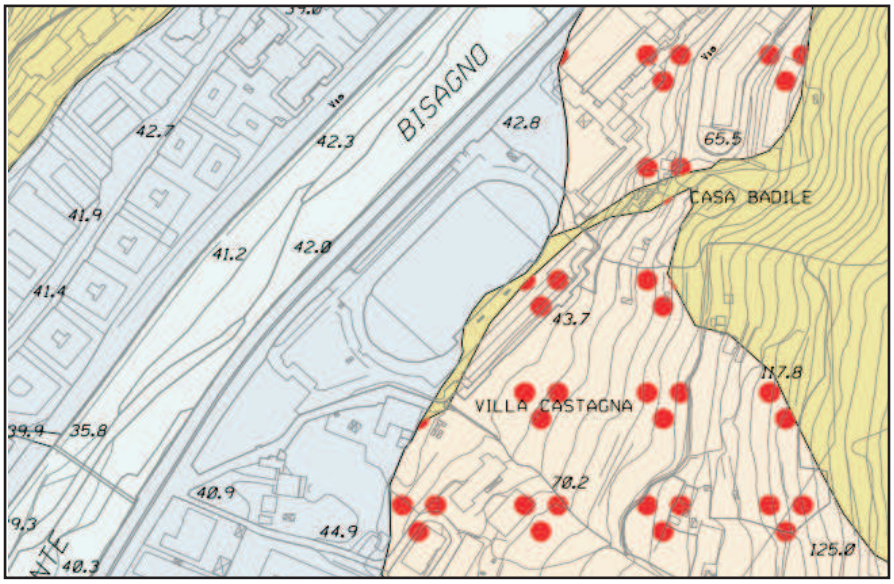


Figura 4: variante

FIGURA 4:
ESTRATTI PIANO DI BACINO - IDR
VARIANTE
non in scala



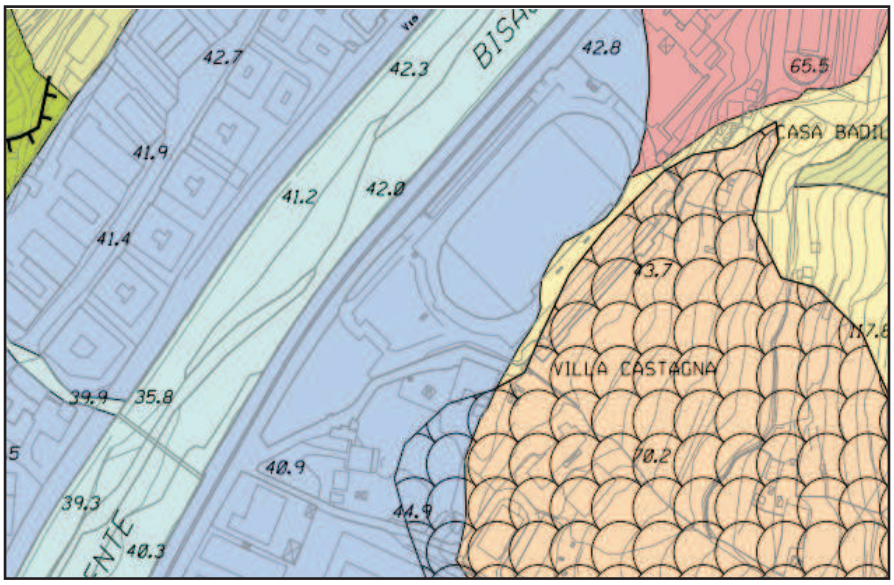
CD — Coltri eluvio–colluviali di importanza particolare

AA — Sedimenti di alveo

AM — Sedimenti alluvionali e marini
Depositi ghiaiosi e sabbiosi posti a quota piu' elevata rispetto agli alvei attuali o all'attuale livello del mare, talvolta terrazzati e/o coperti da coltri eluvio–colluviali di spessore variabile

CMA — Formazione del M. Antola
Torbiditi calcareo–marnose, talvolta siltose, calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche

Carta geologica - PUC Genova



Alvei attuali (a cielo libero e/o tombinati)

Alluvioni e/o depositi di spiaggia antichi

Coltri eluvio–colluviali e/o miste di spessore da 0,50 a 3 metri

Coltri eluvio–colluviali e/o miste di spessore da 3 a 5 metri

Coltri eluvio–colluviali e/o miste di spessore maggiore di 5 metri

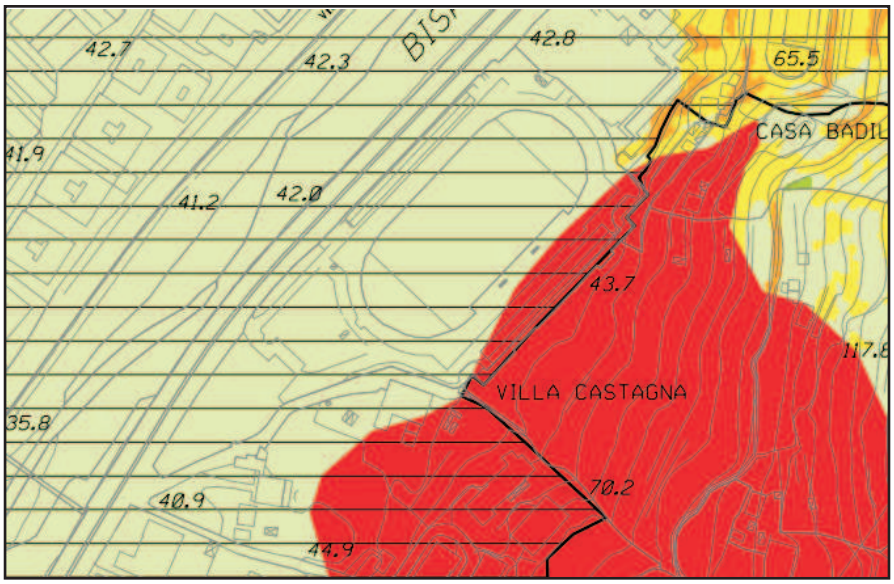
Roccia affiorante e/o subaffiorante in buone condizioni di conservazione con disposizione favorevole delle proprie strutture rispetto al pendio

Roccia affiorante e/o subaffiorante, in scadenti condizioni di conservazione, alterata e particolarmente fratturata e/o con ricorrente variabilita' giaciturale

Frane quiescenti
(talvolta soggette a possibile franosita' diffusa di tipo superficiale)

Rotture di pendio (trattino nella parte piu' acclive)

Carta geomorfologica- PUC Genova



Zona A: Aree con suscettivita' d'uso non condizionata

Zona B: Aree con suscettivita' d'uso parzialmente condizionata

Zona C: Aree con suscettivita' d'uso limitata

Zona D: Aree con suscettivita' d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche

Zona E: Aree con suscettivita' d'uso fortemente condizionata

Carta di zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territori- PUC Genova

FIGURA 5:
ESTRATTI PUC GEOLOGICO
non in scala

CARTA PROSPEZIONIE
SCALA 1:500

BISAGNO

VIA LEDAMOLI

RIO VILLA CASTAGNA

COMPLESSO SPORTIVO SCIORBA

S1

S2

S3

S4

S12

S13

S14

S15

S16

Tr2

tubazione in C.A.V. ø1000 esistente non utilizzata

collegamento in cemento con la tubazione esistente (inizio intervento).

rifacimento caditoia convogliante su scolmatore

curva plano-altimetrica a 20° in PEAD SN8 DN 1200 corrugata esternamente tipo "magnum" o simili

tratto interrato in struttura in cemento

curva plano-altimetrica a 20° in PEAD SN8 DN 1200 corrugata esternamente tipo "magnum" o simili

salto di quota esistente

collegamento interrato con tubazione in PEAD SN8 DN 1200 corrugato esternamente tipo "magnum" o simili. L totale 4 m circa

canaletta prefabbricata grigliata carrabile

nuovo tratto aereo in elementi in cav ad U con grigliato metallico carrabile. L= 33 m circa

inizio tratto a cielo aperto (fine intervento)

canaletta prefabbricata grigliata carrabile

nuovo tratto interrato con tubazione in PEAD SN8 DN 1200 corrugato esternamente tipo "magnum" o simili. L totale 170 m circa

curva plano-altimetrica a 30° in PEAD SN8 DN 1200 corrugata esternamente tipo "magnum" o simili

pozzetto prefabbricato (dim. interne 150x150)

nuovo pozzetto ripartitore in c.a. gettato in opera con ringhiera in metallo. vedi particolare

muro in pietra esistente

Cancello di accesso P.P.

PARCHEGGIO

VILLA CASTAGNA

VIA INFERIORE FAMEIANO

VIA INFERIORE FAMEIANO

LEGENDA

S2 — Sondaggio geognostico eseguito a carotaggio continuo ad asse verticale - Progetto nuova palestra Sciorba 2023

S13 — Sondaggio geognostico eseguito a carotaggio continuo ad asse verticale progetto nuova tribuna Est 1983

S15 — Sondaggio geognostico eseguito a carotaggio continuo ad asse verticale versante a monte tribuna Est 1997

Tr1 — Prospezione geofisica - stazione singola metodo HVSR

FIGURA 7:
PROVE DI SISMICA PASSIVA HVSR
non in scala

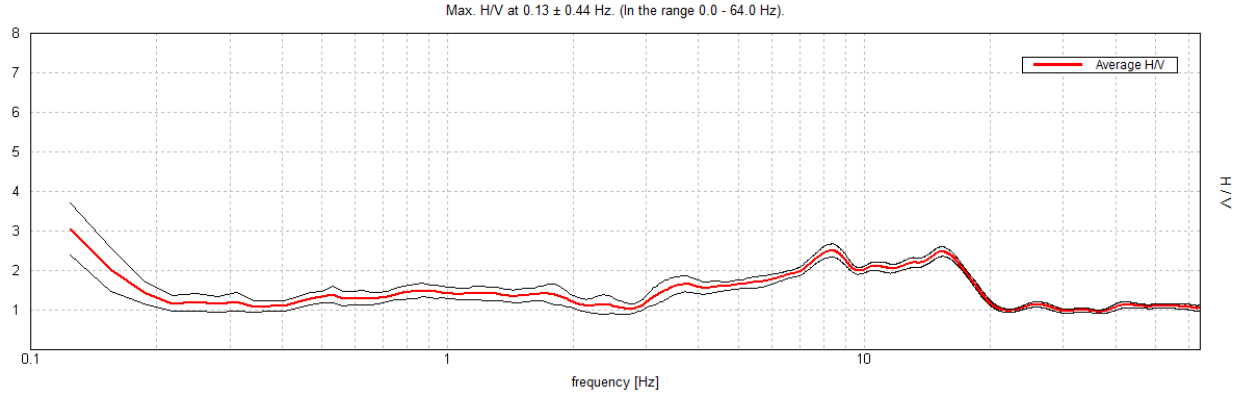
TROMINO®
www.moho.world

FEMIAIANO, VIA FEMEIANO TRACCIA 1 Imbocco

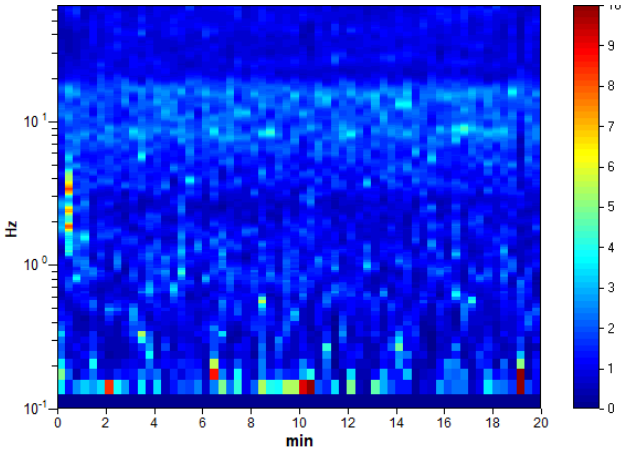
Strumento: TZB-0163/02-22
Formato dati: 32 bit
Fondo scala [mV]: 89
Inizio registrazione: 30/08/2023 08:15:16 Fine registrazione: 30/08/2023 08:35:16
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

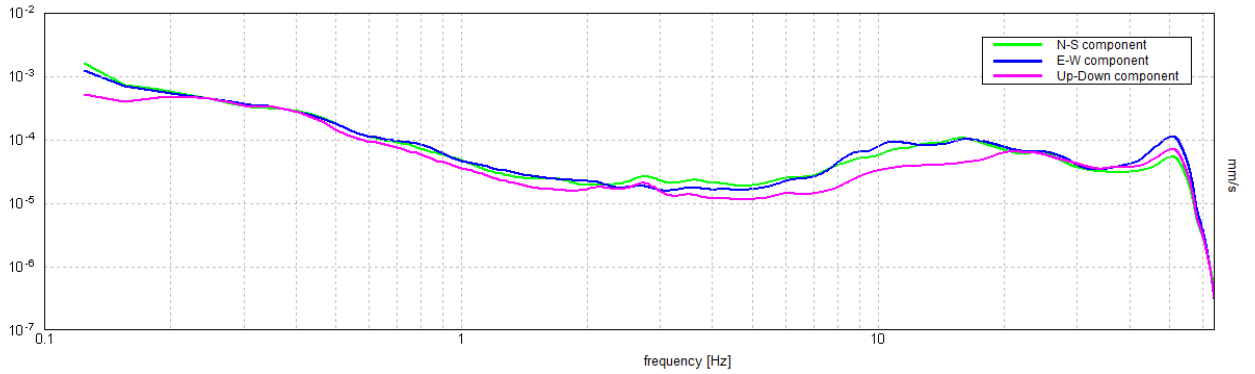
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



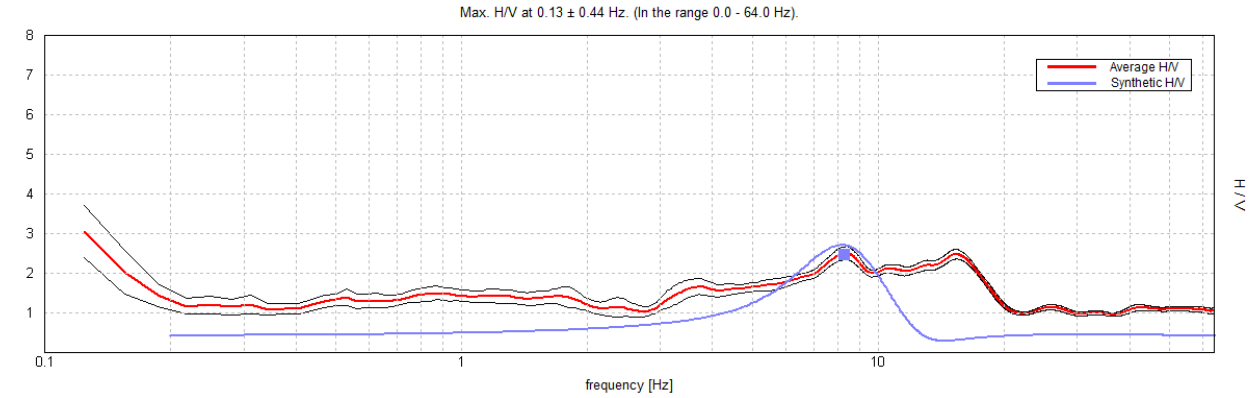
SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

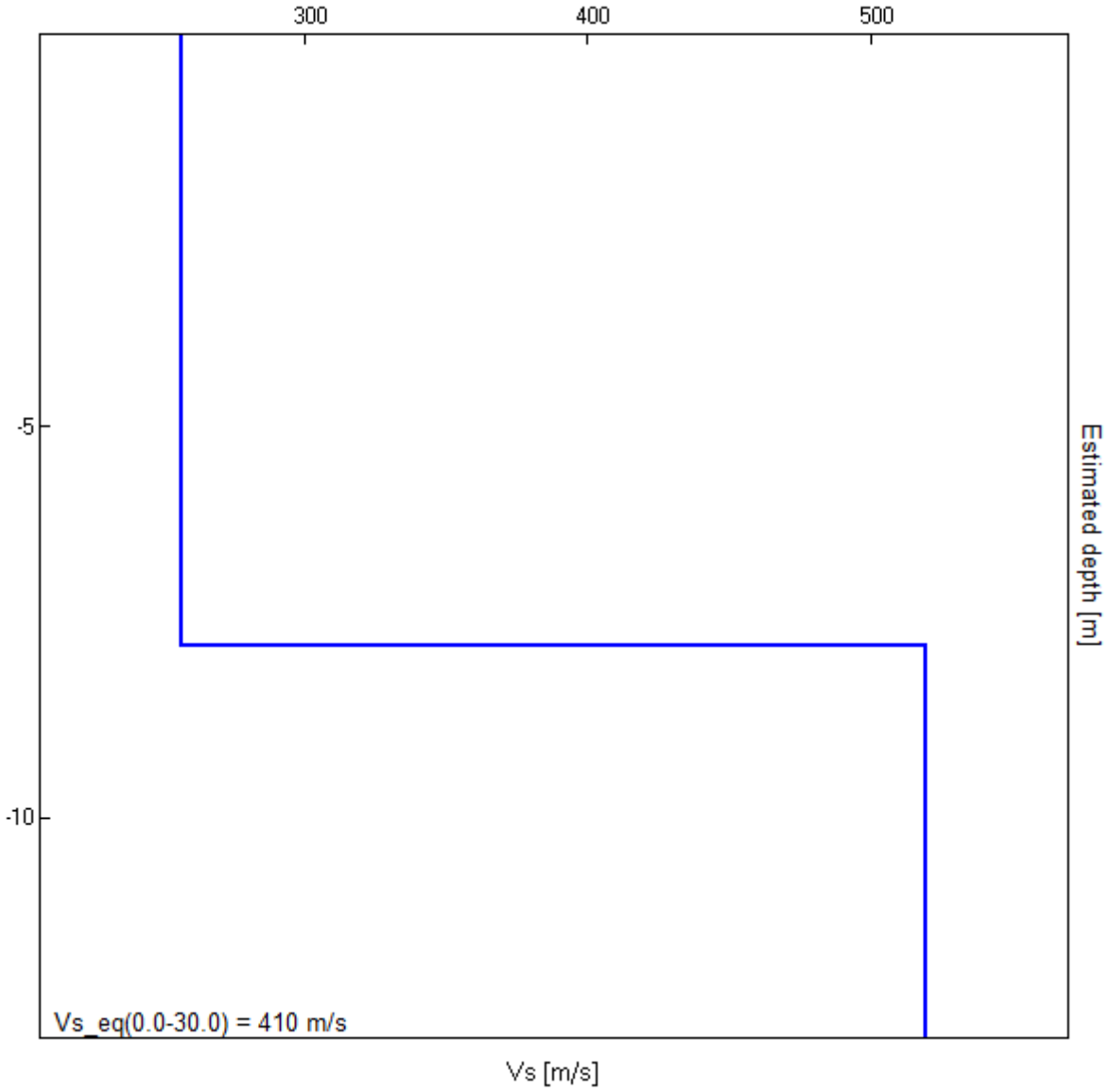


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
7.80	7.80	257	0.42
inf.	inf.	519	0.40

Vs_eq(0.0-30.0) = 410 m/s


300
400
500
-5
-10
Estimated depth [m]
Vs_eq(0.0-30.0) = 410 m/s
Vs [m/s]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.13 ± 0.44 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.13 > 0.50		NO
$n_c(f_0) > 200$	150.0 > 200		NO
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 7	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.05 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|3.48583| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.43573 < 0.03125		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.6627 < 3.0	OK	

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

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

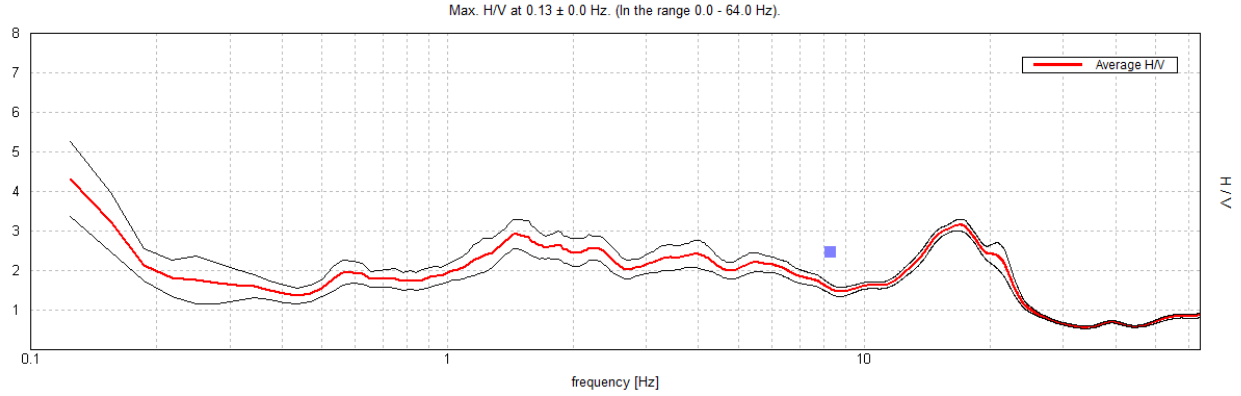
TROMINO®
www.moho.world

FEMEIANO CENTRALE, VIA FEMEIANO TRACCIA 1 Centrale

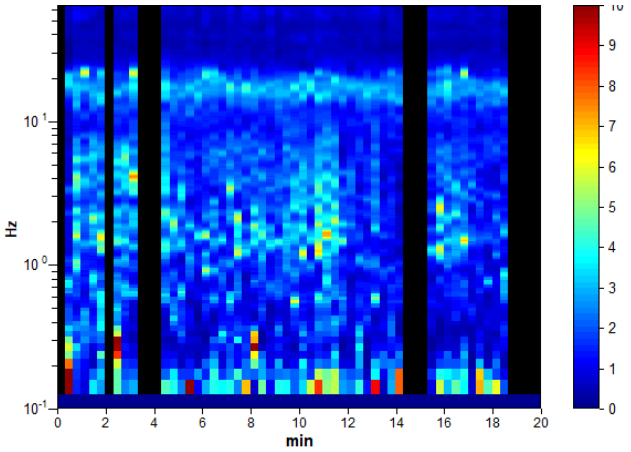
Strumento: TZB-0163/02-22
Formato dati: 32 bit
Fondo scala [mV]: 89
Inizio registrazione: 30/08/2023 07:52:07 Fine registrazione: 30/08/2023 08:12:07
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

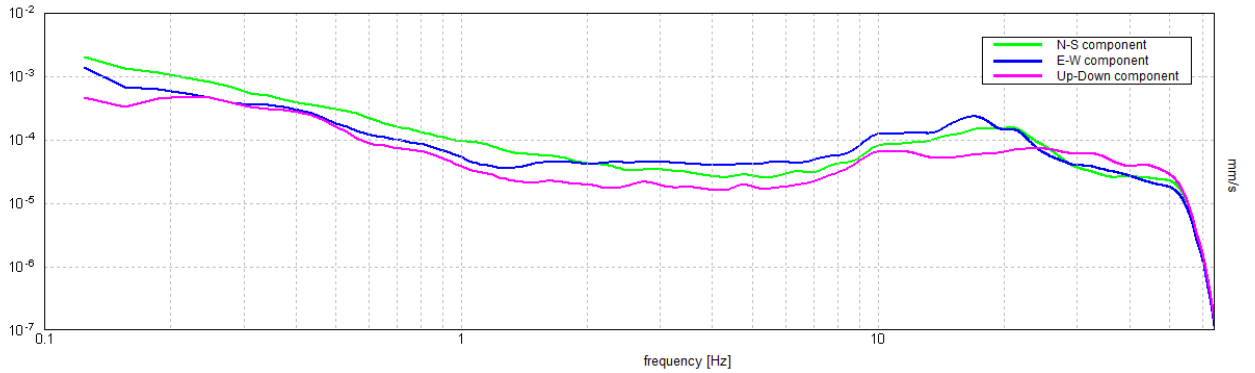
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



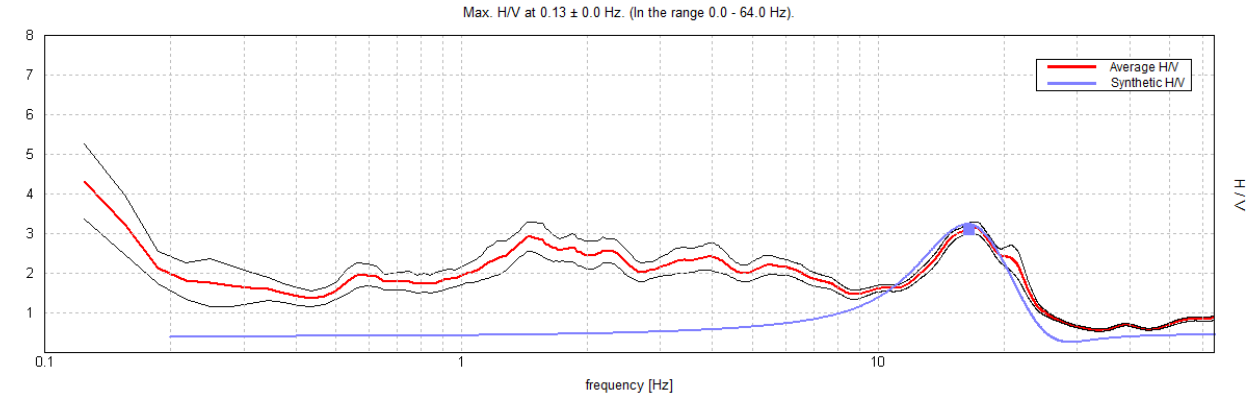
SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

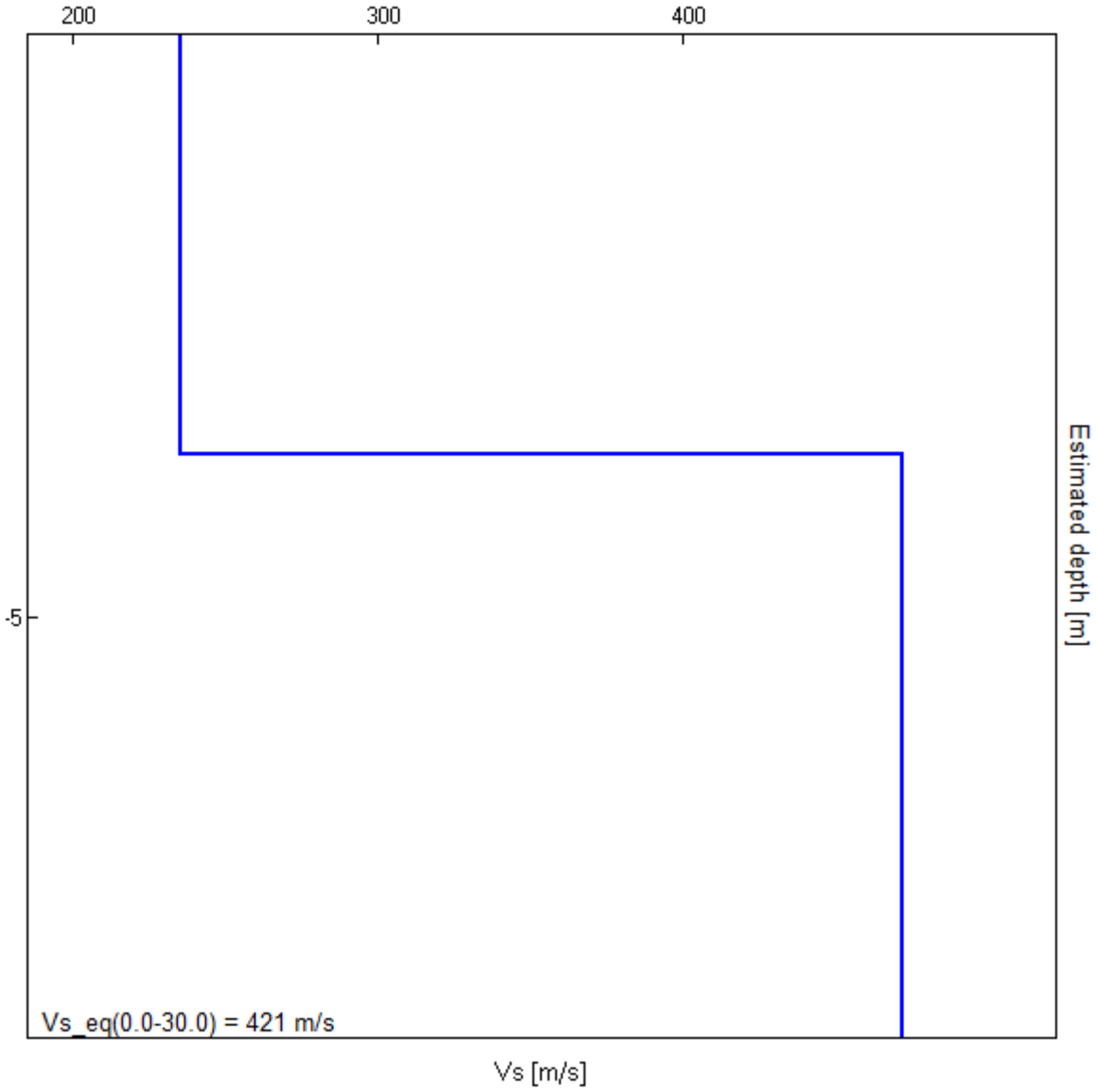


<H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.60	3.60	235	0.45
inf.	inf.	472	0.45

Vs_eq(0.0-30.0) = 421 m/s


200
300
400
5
Estimated depth [m]
Vs_eq(0.0-30.0) = 421 m/s
Vs [m/s]

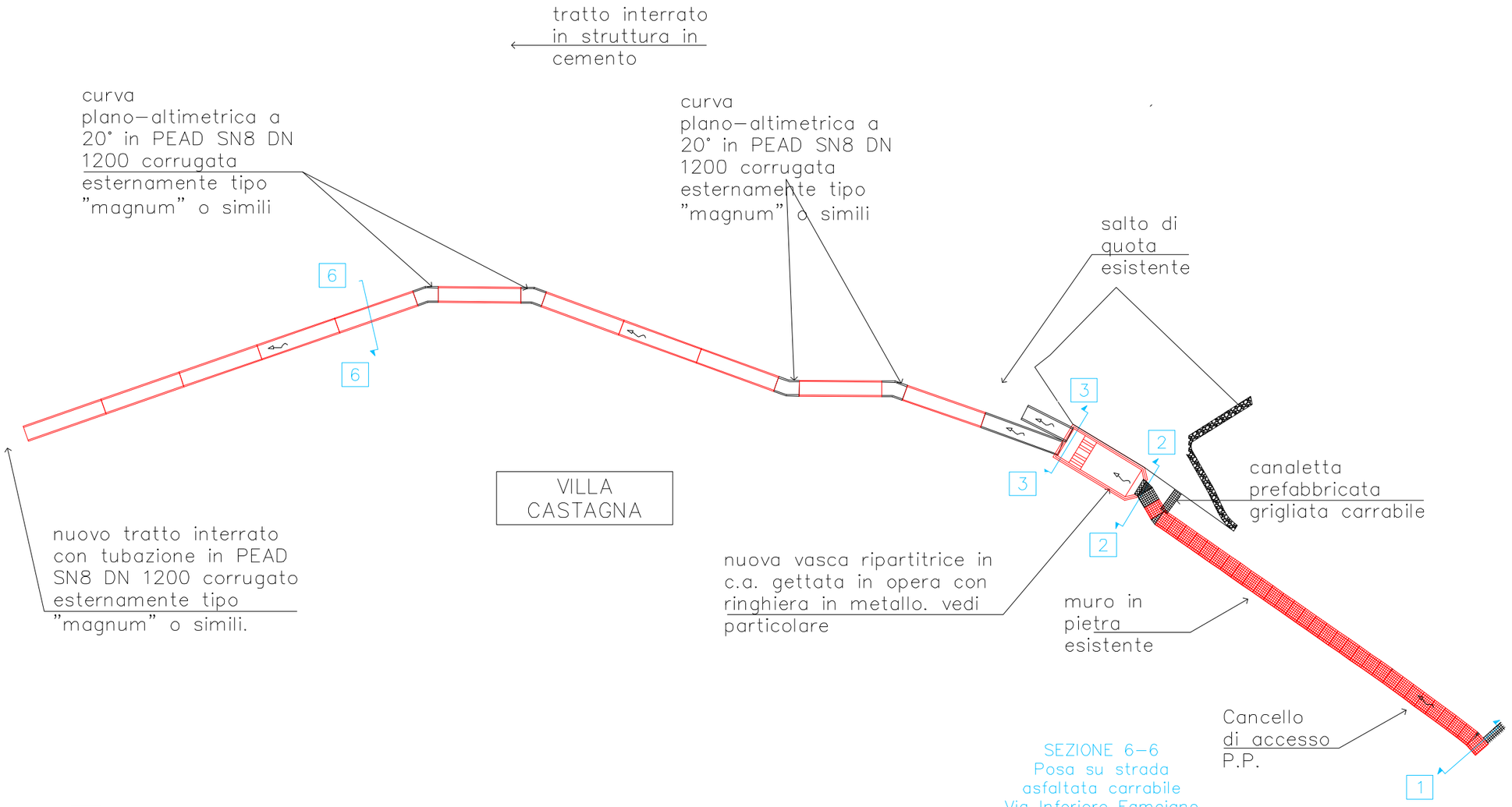
[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.13 ± 0.0 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

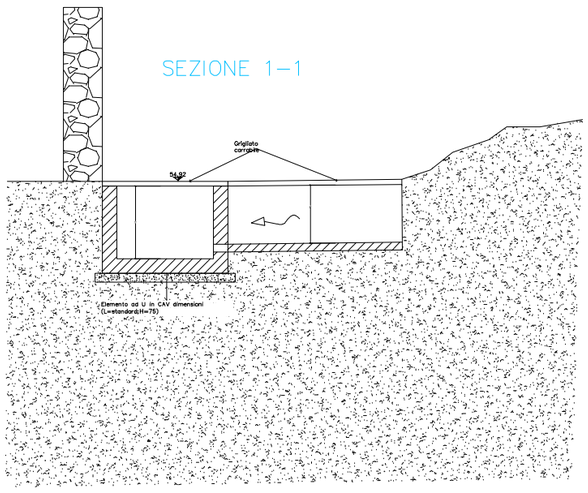
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.13 > 0.50		NO
$n_c(f_0) > 200$	120.0 > 200		NO
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**	Superato 0 volte su 7	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.32 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.0| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0 < 0.03125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.9538 < 3.0	OK	

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

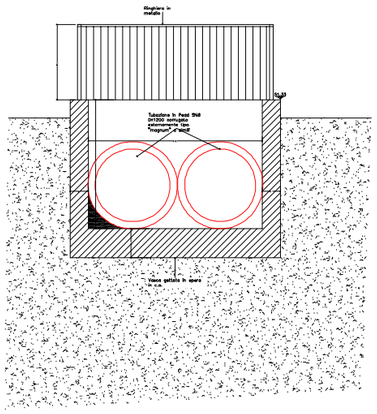
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25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



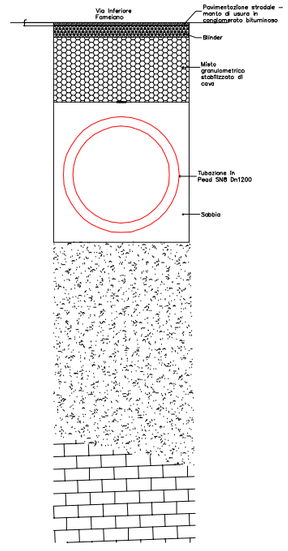
SEZIONE 1–1



SEZIONE 3–3



SEZIONE 6–6
Posa su strada asfaltata carrabile
Via Inferiore Fameiano



LEGENDA

Copertura detritica e terreno rimaneggiato costituito da ghiaia e sabbia con abbondanti frammenti lapidei in scarsa matrice fine (ghiaia argillosa con sabbia, sabbia argillosa con ghiaia e ghiaia con limo). Sono presenti orizzonti pluricentimetrici in cui la frazione argillosa risulta preponderante (argilla a bassa plasticità e argilla con sabbia)

Substrato roccioso (Calcari M. Antola) alterato e fratturato nel livello superficiale e passante a condizioni di conservazione migliori con l'aumentare della litostatica

FIGURA 8
SEZIONI STRATIGRAFICHE
scale varie