

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE TEMU'

PIANO ATTUATIVO
AMBITO DI TRASFORMAZIONE
ALBERGHIERO/TURISTICO RICETTIVO – ATA03

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: Soc. ABACO 2010 SRL

Dicembre 2017



DR. GEOLOGO
IVAN FAUSTINELLI

VIA VISO 41/A PONTE DI LEGNO (BS)

CELL. 339-4481704

E-mail: ivan_faustinelli@yahoo.it

INDICE	
1. premessa	pag. 03
2. inquadramento geografico geomorfologico	pag. 04
3. inquadramento idrografico e idrogeologico	pag. 07
4. inquadramento geologico	pag. 09
5. fattibilità geologica	pag. 10
6. microzonazione sismica	pag. 17
7. indagini geognostiche	pag. 19
8. considerazioni sismiche di dettaglio	pag. 24
9. stratigrafia e modellazione geotecnica del terreno	pag. 30
10. indicazioni geoexecutive	pag. 32
11. gestione terre e rocce da scavo	pag. 35
12. conclusioni	pag. 37

Bibliografia – quadro normativo

- Studio geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio – Comune di Temù (BS);
- Circolare Ministeriale n. 617 del 2/02/2009 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14/01/2008 – GU n. 47 del 26/02/2009, Suppl. Ord. N. 27;
- D.M. 14 gennaio 2008 – Nuove Norme tecniche per le costruzioni. - Gazz. Uff., n. 29 del 04/02/2008;
- DGR n. IX/2616 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374;
- DGR n. X/2129 del 11 luglio 2014 - Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d);
- L.R. 12 ottobre 2015 n.. 33 trasferimento competenze dalla Regione ai Comuni per la vigilanza in materia di costruzioni in zona sismica;
- D.G.R 5001/2016 Criteri di trasferimento ai comuni.;
- D.P.R. 13 giugno 2017 , n. 120: regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo;
- Associazione geotecnica italiana – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – giugno 1977;
- Lancellotta R. - Geotecnica - ed. Zanichelli, 1987;
- Cestari F. – Prove geotecniche in sito – ed. Flaccovio, 2013.

1. Premessa

Su commissione della Soc. ABACO 2010 srl è stata eseguita la seguente perizia di tipo geologico ad integrazione del progetto che prevede la costruzione di un nuovo fabbricato ad uso turistico ricettivo, da realizzarsi in via Val d'Avio, all'interno dell'ATA 03, nel territorio Comunale di Temù (BS).

Il progetto in esame prevede la costruzione di un nuovo fabbricato disposto complessivamente su cinque piani: di cui uno interrato e quattro fuori terra; tra il piano interrato ed il piano terra è prevista la realizzazione di un cavedio avente altezza di 1.0 metri. Il piano interrato presenterà una superficie di circa 1540 m².

L'indagine, volta alla valutazione della fattibilità geologica dell'intervento, è stata condotta: in primis mediante una fase preliminare di raccolta dati ed informazioni di carattere geologico-tecnico disponibili presso il Comune di Temù ed in letteratura; in seguito sono stati effettuati dei sopralluoghi sul campo, per un intorno significativo rispetto all'area interessata dal progetto.

Per quanto riguarda la definizione e la caratterizzazione geotecnica dei depositi presenti in sito è stata effettuata una specifica campagna di indagini geognostiche.

In particolare sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. ed un'indagine di sismica passiva a stazione singola.

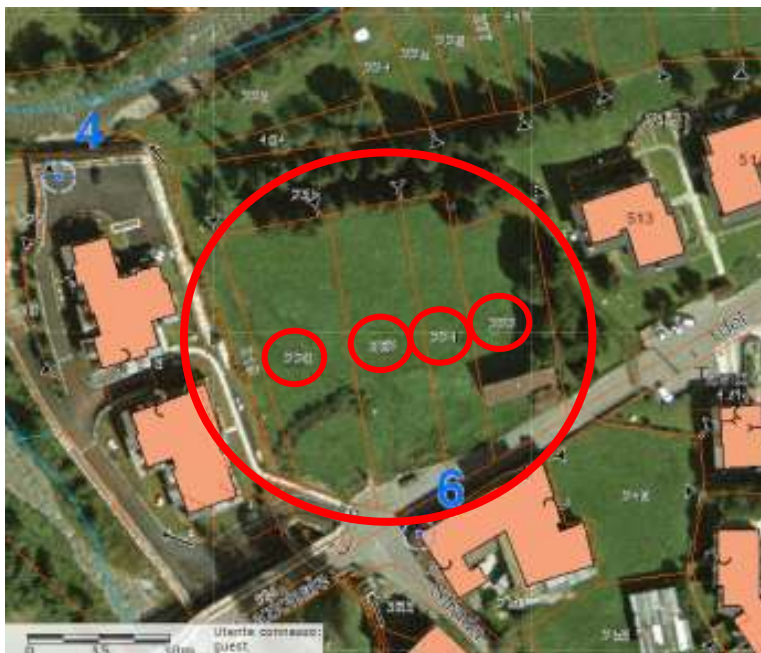
Scopo della presente relazione e metodologia d'indagine:

- inquadramento dell'area di intervento da un punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico al fine di individuare e valutare la natura dei depositi e l'eventuale presenza di forme geomorfologiche attive o potenzialmente riattivabili;
- determinazione e studio delle problematiche da approfondire, specificate dalla carta di fattibilità geologica allegata al Piano di Governo del Territorio;
- considerazioni circa la microzonazione sismica dell'area;
- definizione dei valori caratteristici dei depositi;
- indicazioni geoesecutive da adottare in fase di avanzamento degli scavi e realizzazione delle fondazioni;
- gestione delle terre e rocce da scavo secondo la normativa vigente.

2. Inquadramento geografico e geomorfologico

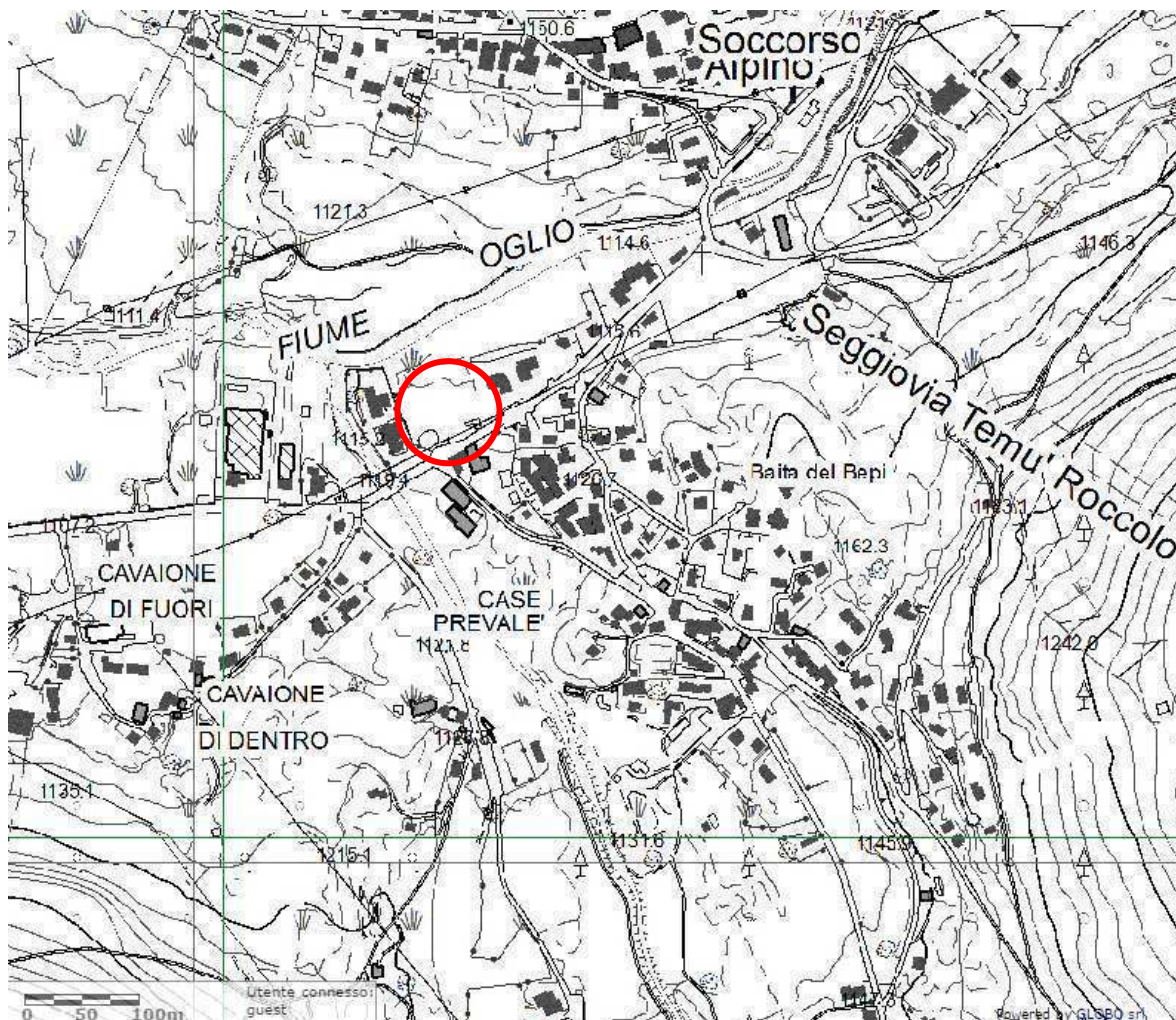


L'area in esame è ubicata in Via Val d'Avio, nella parte meridionale del centro abitato di Temù.



Interessa i mappali N° 220, 221, 222 e 382 del foglio N° 25 N.C.T.R. del Comune di Temù.

Nella Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 è rinvenibile nella sezione D2e5, ad una quota compresa all'incirca tra 1120 e 1125 m.s.l.m. (vedi immagine seguente).



Dal un punto di vista geomorfologico l'area interessata dal progetto in esame, è ubicata in una zona subpianeggiante, localizzata in corrispondenza del raccordo tra il fondovalle ed il versante orografico sinistro della Valle Camonica, all'altezza della confluenza della Val d'Avio all'interno della Valle Camonica. Quest'ultima, in questo tratto, assume un andamento circa W NW – E SE ed è caratterizzata da ripidi versanti che degradano in un ampio fondovalle. Lungo il versante destro della Vallata sono ubicati i centri abitati di Temù, a cavallo della statale n° 42 del Tonale e della Mendola, e più a monte, al di sopra della strada quello di Canè.

Il versante sinistro, alla base del quale insiste l'area in esame, degrada con pendenze costantemente elevate dal soprastante Monte Casola (2307.0 m.s.l.m.) ed è quasi

totalmente colonizzato da boschi di conifere. Il principale cambio di pendenza, tra il fondovalle ed il ripido versante, si riscontra all'incirca a quota 1200 m.s.l.m..

Tale versante, in concomitanza con l'area in esame presenta un'orientazione prevalente verso nord nord-ovest, variabile localmente.

La distesa subpianeggiante che occupa il fondovalle presenta una larghezza variabile localmente in funzione della resistenza ai processi di degradazione (principalmente fluvio – glaciale) verificatisi negli anni; in questo tratto è di circa 200 metri.

Attualmente tale area risulta in parte adibita a pascolo.

La morfologia attuale del paesaggio limitrofo rispetto all'area in esame, come del resto gran parte del territorio del Comune di Temù, è il risultato combinato dell'azione fluviale e glaciale, ovviamente condizionata dall'assetto strutturale e dal tipo di formazione rocciosa interessata.

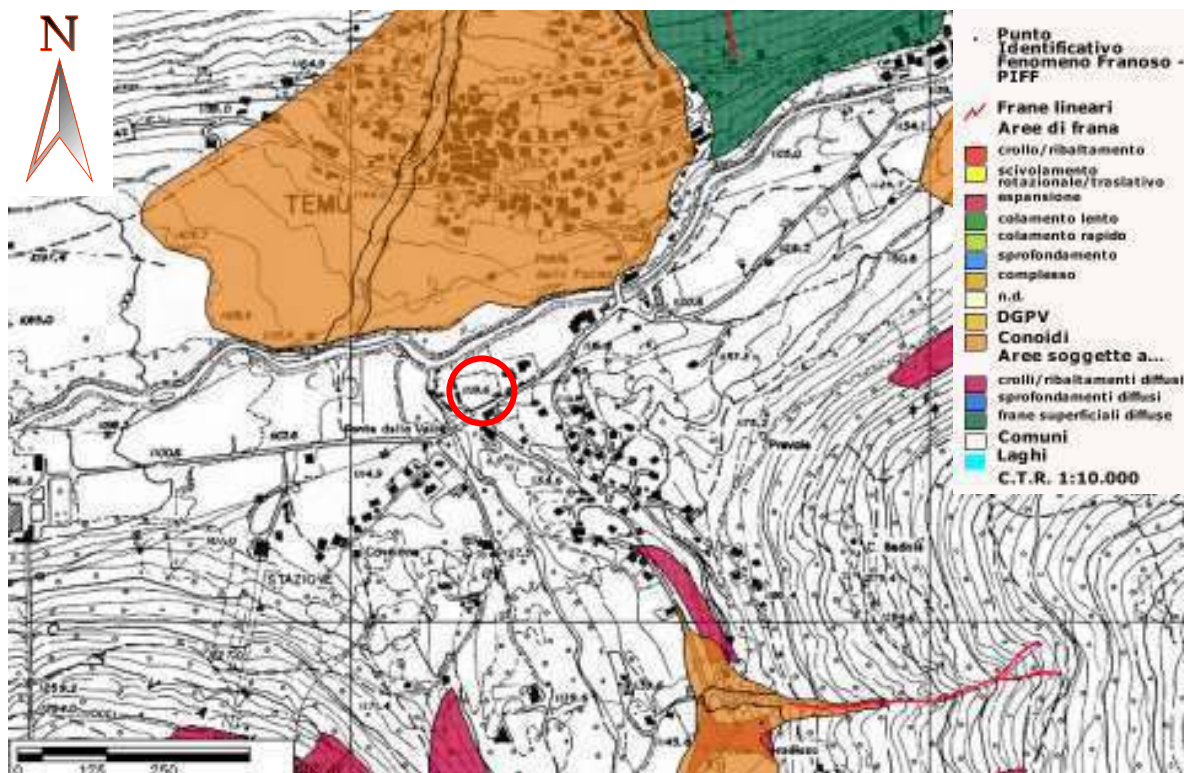
In particolare nella zona interessata dal progetto in esame sono presenti principalmente depositi alluvionali del Fiume Oglio, misti ed interdigerati a depositi morenici risalenti alle fasi wurmiane e post-wurmiane.

Pertanto i terreni sono costituiti da depositi molto eterogenei caratterizzati dalla presenza di uno scheletro lapideo ghiaioso che prevale sulla matrice fine limo-sabbiosa.

Di seguito è riportato un estratto della carta geomorfologica tratta da Provincia di Brescia: datawarehouse geografico. In particolare si può notare la presenza di depositi alluvionali (puntinato verde) e di cordoni morenici (lingue color blu).



Si riporta inoltre uno stralcio della carta dei dissesti (tratta da Progetto IFFI: Inventario Fenomeni Franosi in Italia), dalla quale si può osservare come in un intorno significativo rispetto alla zona oggetto del presente studio, non sia presente alcun fenomeno gravitativo attivo in atto.



3. Inquadramento idrografico ed idrogeologico

Dal punto di vista idrografico la principale manifestazione in area è rappresentata dal Fiume Oglio, che scorre lungo il fondovalle della Valle Camonica. La distanza minima frapposta tra l'area in esame ed il Fiume Oglio è di circa 45 metri lineari (misurati in linea d'aria). Inoltre ad una distanza di circa 50 metri ad est rispetto al fabbricato in progetto, scorre il Torrente Avio, proveniente dalla Valle omonima ed affluente di sinistra del Fiume Oglio.

Il fiume Oglio, che scorre lungo quest'area subpianeggiante, presenta un corso irregolare: divaga dai piedi di un versante all'altro e nel tratto localizzato in corrispondenza dell'area in esame compie una serie di curve. In questo tratto gli argini del Fiume sono pressoché inesistenti: sono costituiti da una scarpata naturale avente altezza di pochi decimetri.



Il materasso di depositi alluvionali che colonizza il fondovalle, considerata l'elevata permeabilità (medio-alta per porosità) di tali depositi, è sicuramente sede di un'importante circolazione idrica sotterranea. Probabilmente sottoforma di un acquifero libero all'interno dello strato ghiaioso sabbioso rilevato durante le indagini, ma non si esclude la possibile presenza più in profondità di altri acquiferi (anche confinati o semiconfinati).

Durante l'esecuzione delle indagini è stato possibile accertare come i terreni indagati, fino alla profondità massima raggiunta dalle prove penetrometriche (3.3 metri da p.c. nell'intorno della prova P03 e 2.7 metri da p.c. nell'intorno della prova P02), fossero completamente asciutti.

Oltre a non conoscere la profondità del livello dinamico non si conosce nemmeno l'oscillazione stagionale della falda, ma si presume possa essere dell'ordine di massimo 1-2 metri. Considerato che la quota di fondo scavo è di circa 1.0-1.5 metri (nell'intorno dei punti di indagine P02 e P03) è improbabile che la falda possa raggiungere tale livello, ma non è comunque possibile escludere perentoriamente questa ipotesi.

Nelle successive fasi progettuali o durante l'esecuzione degli scavi si consiglia di approfondire la profondità dell'indagine al fine di acquisire maggiori informazioni a riguardo.

Lungo la porzione di scavo verso monte, dove la scarpata raggiungerà un'altezza di circa 3.5 metri da p.c. potranno verificarsi delle fuoriuscite di acqua isolate, sottoforma di venute a carattere locale.

4. Inquadramento geologico

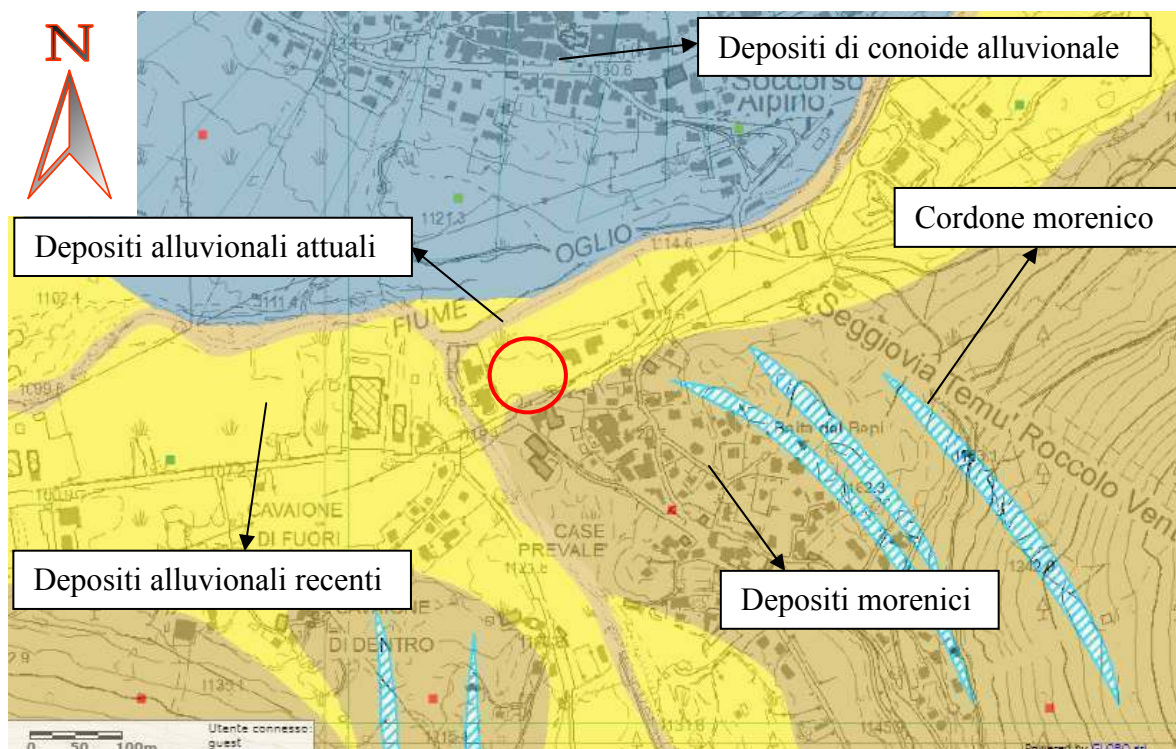
Il quadro geologico del settore superiore della Valle Camonica, nel tratto ricadente nel Comune di Temù, è caratterizzato dalla presenza dell'importante linea tettonica regionale denominata linea Insubrica (che nel tratto in esame prende il nome di Linea del Tonale): la Linea del Tonale è costituita da un denso fascio di superfici di movimento subparallele, presentanti una forte inclinazione verso nord e talora subverticali, che delimitano una zona ampia anche qualche centinaio di metri in cui le rocce hanno subito delle trasformazioni mineralogico-composizionali, in ragione dell'entità dei movimenti relativi indotti dai processi tettonici e dell'originaria litologia.

A Nord di essa troviamo i terreni del dominio Pennidico e Austroalpino rispettivamente nel settore occidentale ed orientale. A meridione il dominio Subalpino. All'interno del dominio Sudalpino inoltre, a meridione della Linea del Tonale, in un arco di tempo compreso tra 30 e 32 milioni di anni si è verificata la grande manifestazione intrusiva dell'Adamello costituita da rocce Tonalitiche – Granodioritiche. Il limite tra le rocce metamorfiche appartenenti al basamento cristallino e le rocce magmatiche intrusive (costituite per lo più da granodioriti), all'interno della Val d'Avio è localizzabile a monte della zona di Malga Caldea. Le unità del basamento cristallino presente nell'alta Valle Camonica sono costituite da litotipi metamorfici, con prevalenza di micascisti e paragneiss ai quali si intercalano localmente gneiss, quarziti e localmente calcari e marmi.

Nel complesso il substrato roccioso si presenta da fratturato a mediamente fratturato. L'intensa fratturazione non è da intendere come indice di elevata permeabilità: nei litotipi metamorfici le fratture tendono a serrarsi a piccola profondità, per effetto dell'alterazione dei minerali di origine metamorfica in minerali argillosi ed i percorsi delle acque di infiltrazione seguono i lineamenti tettonici lungo tragitti relativamente superficiali.

L'unità Austroalpina, affiorante nella zona in esame, è identificabile nella "zona di radice" del sistema Tonale-Grosina, compreso tra la Linea Insubrica e la Linea di Pejo e nella Falda Campo-Ortles, che si estende dalla Valtellina al Passo del Tonale.

All'interno dell'area in esame non sono stati rilevati affioramenti litoidi (presenti lungo i versanti della Vallata), ma si può desumere dalla collocazione geografica che il substrato sia costituito da rocce metamorfiche appartenenti al basamento cristallino austroalpino: si tratta principalmente di micascisti, filladi e scisti filladici.

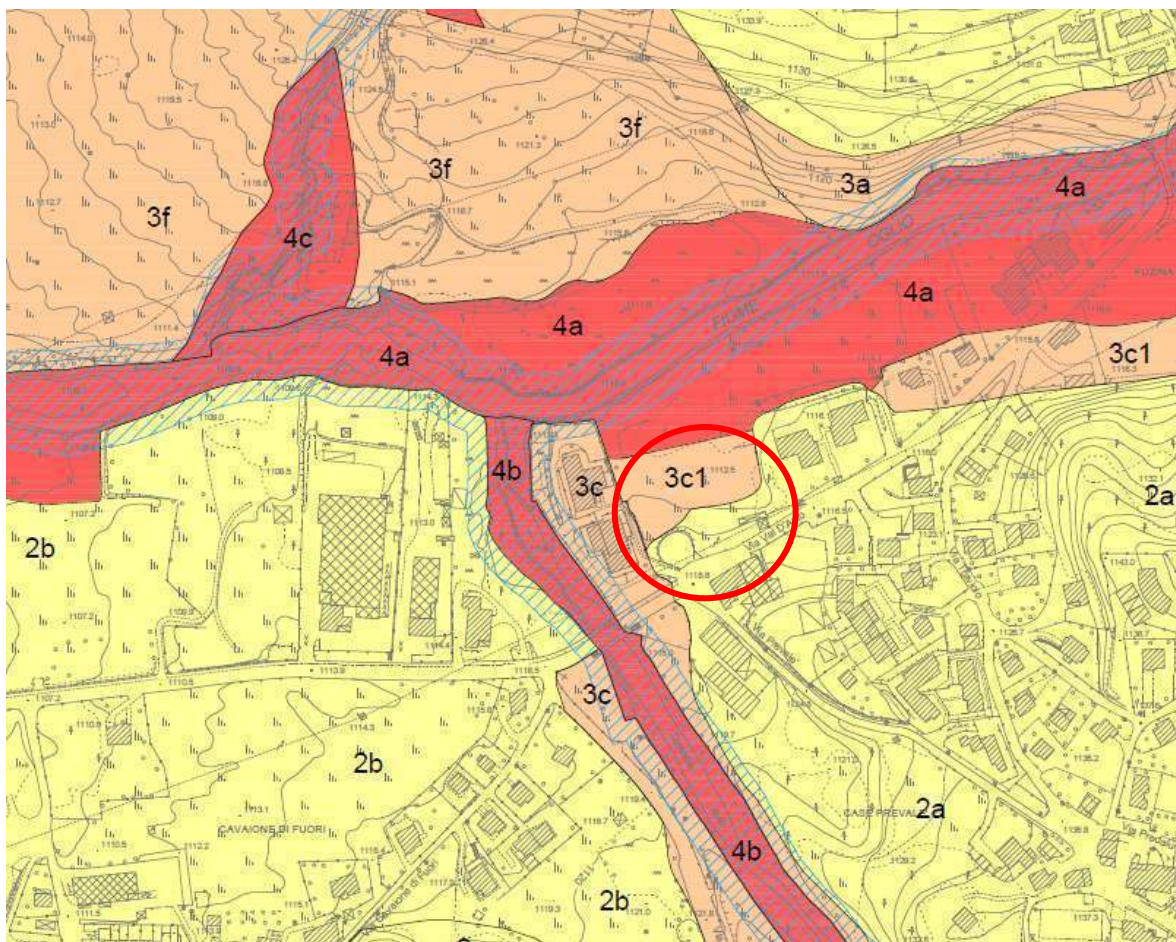


A contatto con il substrato roccioso metamorfico sono presenti dei depositi alluvionali del Fiume Oglio, misti ed interdigitati a depositi morenici: si tratta in prevalenza di depositi eterogranulari costituiti da ghiaie e sabbie in matrice fine limo-sabbiosa, con presenza di numerosi blocchi di dimensioni centimetriche, decimetriche e metriche.

In superficie si rileva la presenza di una coltre di depositi superficiali derivanti dall'alterazione dei suddetti depositi sciolti. In questa tipologia di materiali, a granulometria fine generalmente la frazione limoso-argillosa prevale sullo scheletro granulare.

5. Fattibilità geologica

Il settore di interesse è ubicato parte all'interno della classe di fattibilità 2a: "Fattibilità con modeste limitazioni" e parte all'interno della classe di fattibilità 3c1: "Fattibilità con consistenti limitazioni", vedi immagine seguente tratta da: Carta della fattibilità geologica allegata al PGT comunale.



La classe 2 comprende le zone nelle quali sono state rilevate puntuali e/o ridotte condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico.

Tali limitazioni sono da imputare alla presenza di:

- **Classe 2a: Aree con versanti da debolmente a mediamente acclivi. Aree dei conoidi principali a pericolosità molto bassa (H1) = Aree Cn del PAI. Aree di frana stabilizzata = Aree Fs del PAI.**

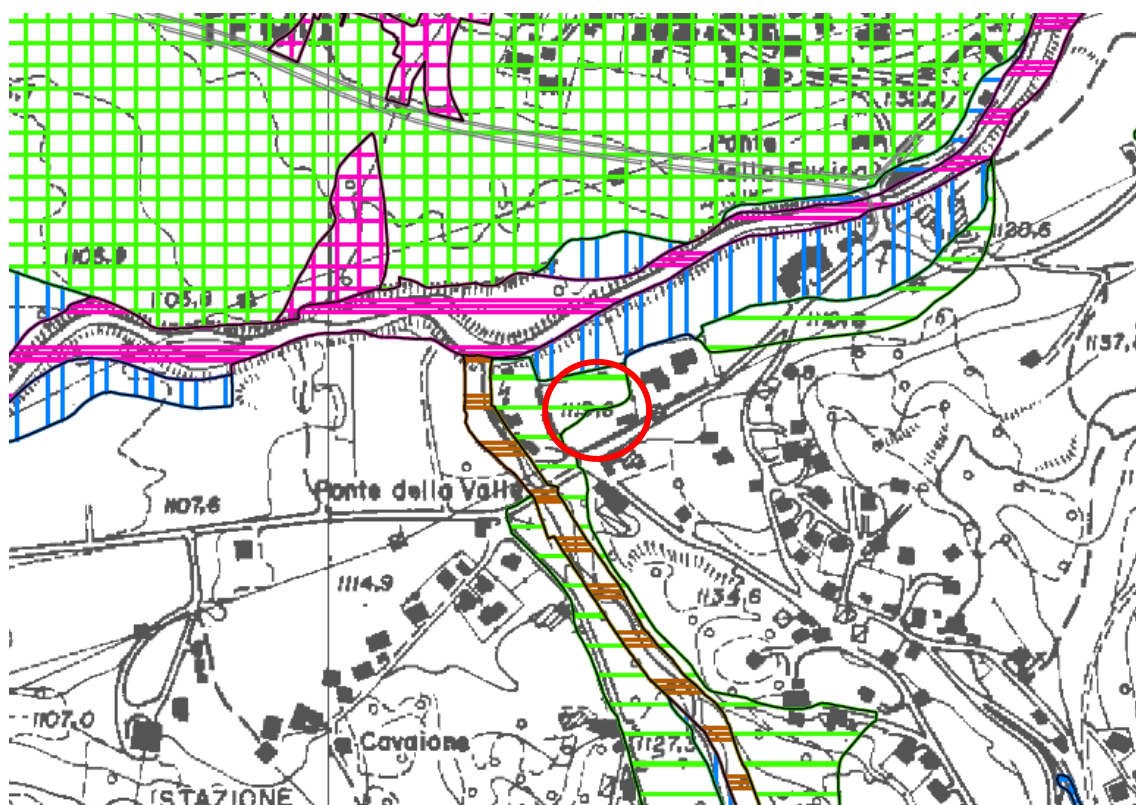
La classe 3 comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno.

L'utilizzo di queste zone è pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggior conoscenza delle problematiche relative ai corsi d'acqua o agli aspetti geologico tecnici.

Tali limitazioni sono da imputare alla presenza di:

- **Classe 3c1: Aree allagate per piene catastrofiche del Fiume Oglio = Aree Em del PAI.**

Di seguito si riporta uno stralcio della carta del dissesto con legenda uniformata PAI (parte dello studio geologico del Comune di Temù) dalla quale si evince come la zona nord dell'area in esame, all'interno della sezione esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, sia classificata come **Em: Area a pericolosità media o moderata** (retino con tratteggio orizzontale color verde).



Nello specifico la classe 3c1 interessa i settori di fondovalle del Fiume Oglio considerati raggiungibili dalle acque di esondazione per eventi di piena catastrofiche ed a seguito dell'ostruzione dell'alveo come conseguenza di apporti solidi dai corsi d'acqua laterali.

Come prevedono le norme, gli interventi da realizzarsi all'interno di queste aree devono essere corredati da uno studio idraulico che verifichi la compatibilità tra il fenomeno di esondazione e le opere in progetto.

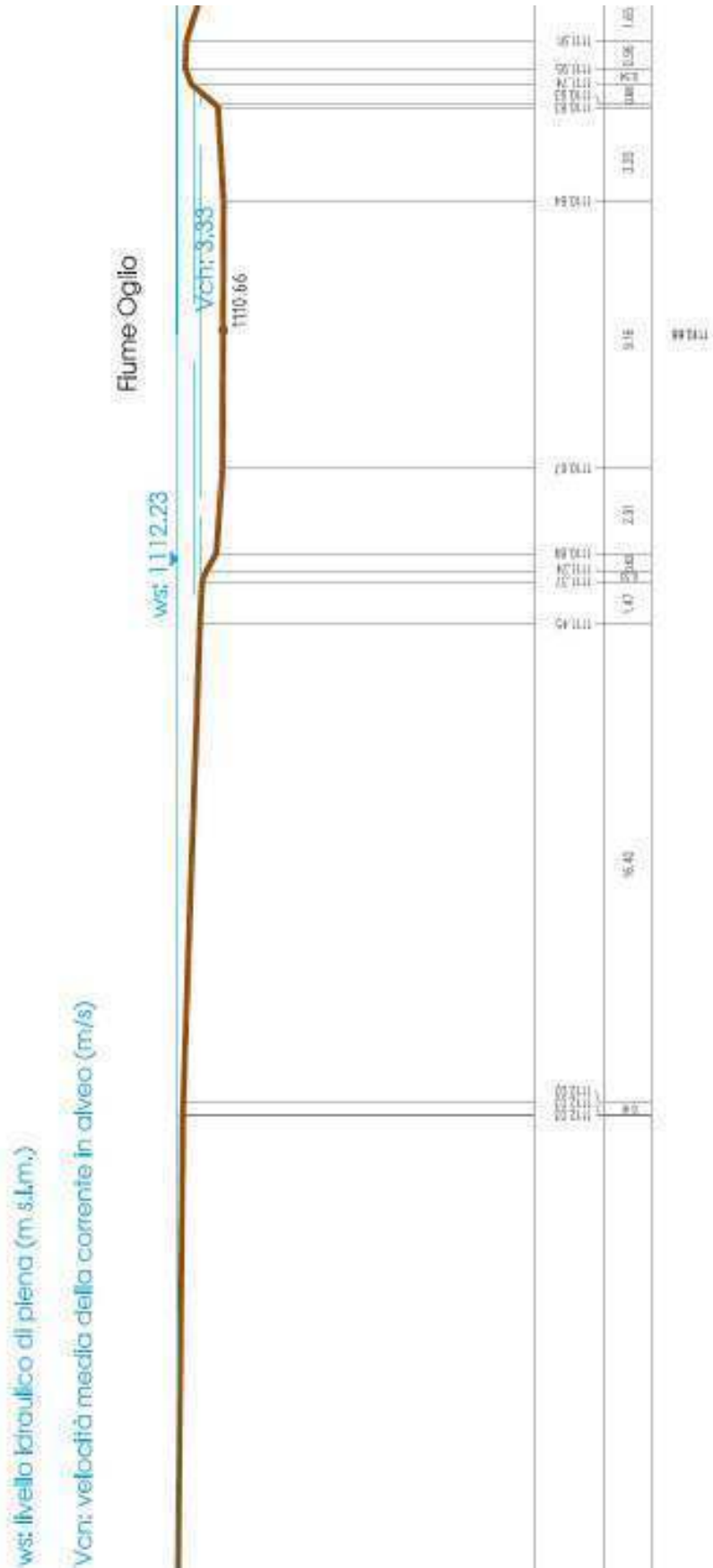
Dovranno inoltre essere definite sia le opere da eseguire per la difesa, la protezione e la tutela del corso d'acqua, sia le opere per la difesa delle aree ad esso adiacenti e degli interventi in progetto, senza che queste comportino un aggravio del fenomeno di esondazione.

Per quanto riguarda lo studio idraulico non è stato necessario redarne uno ex novo, in quanto disponibile presso il Comune di Temù lo studio commissionato dall'Amministrazione Comunale che ha previsto: "Verifiche idrauliche e ripermetrazione della pericolosità del rischio idraulico nell'ambito del progetto di ampliamento ponte "Della Fucina" lungo il Fiume Oglio". Tale studio, realizzato dallo Studio Associato Geo.Te.C. Geologia Tecnica Camuna comprende anche il tratto interessato dalle opere in progetto.

In particolare, osservando l'allegato 2 "Planimetria con ubicazione sezioni ed elementi morfologici", si può notare come le sezioni 01 e 02 siano localizzate ai due lati della nuova struttura in progetto.



Nella pagina seguente è riportato un estratto della sezione 01, che mostra la quota di **ws**: **livello idraulico di piena: quota assoluta 1112,23 m.slm.**



Preso atto della quota del livello idraulico di piena è stato necessario adeguare di conseguenza l'intervento in esame, progettando delle specifiche opere di protezione e definendo il valore del franco idraulico.

Per quanto riguarda le opere di protezione è stato stabilito di realizzare al piede della nuova struttura una scogliera in massi ciclopici, così come rappresentato all'interno delle tavole di progetto.

Per quanto riguarda il franco idraulico, in ambito nazionale italiano così come in quello internazionale non esiste un criterio generale adottato per la stima di tale valore. Di seguito si riportano alcune norme di settore per la sua determinazione:

Le "Norme Tecniche per le Costruzioni", aggiornate dal D.M. del 24 gennaio 2008, recano le istruzioni per l'applicazione del franco nei ponti (sia stradali che ferroviari), il quale dovrà essere aggiunto alla massima quota idrometrica relativa ad un evento di piena bicentenario, tenendo conto sia del trasporto solido "di fondo" sia del trasporto di materiale flottante. Tuttavia nessuna indicazione è fornita per la determinazione analitica del franco idraulico. Nelle "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali", come indicazione dei criteri per il franco minimo da applicarsi, si fa riferimento al livello idrico alla piena di progetto e alla tipologia dell'opera d'arte, da considerarsi nel contesto ambientale inteso in senso ampio. Nel caso di intersezione con corsi d'acqua arginati, una prescrizione prevede che la quota di sottotrave dell'impalcato sia maggiore o uguale alla quota della sommità arginale, rimandando implicitamente a quest'ultima la determinazione dell'altezza della luce libera da assumersi in fase di progetto.

L'ANAS, per il dimensionamento degli attraversamenti, indica un legame funzionale tra la sicurezza idraulica e quella dei trasporti e, nel rimandare alle citate Legge quadro sulle costruzioni, auspica una valutazione della compatibilità idraulica della struttura di attraversamento espressa in termini di analisi costibenefici piuttosto che di semplice applicazione di coefficienti di sicurezza. L'attuale indirizzo della Direzione Centrale Progettazione è diversificato in funzione delle sezioni tipo stradali, rimanendo comunque allineato verso i massimi richiesti dalle norme: Per le infrastrutture di caratteristiche autostradali, classificate come Tipo A nel D.M. 05/11/2001, il franco minimo del ponte è assunto pari al massimo valore tra 1 metro sul livello idrico e l'altezza cinetica della corrente, con riferimento ad un evento di piena avente tempo di ritorno di 500 anni, per i corsi d'acqua principali, e di 200 anni, per i corsi d'acqua secondari. Per le infrastrutture extraurbane principali, classificate come Tipo B nel D.M. 05/11/2001, il franco minimo del ponte è assunto pari al massimo valore tra 1 metro sul livello idrico e l'altezza cinetica della corrente, con riferimento ad un evento di piena avente tempo di ritorno di 200 anni. Sui corsi d'acqua principali si richiede comunque che il livello di massima piena corrispondente ad un evento con tempo di ritorno di 500 anni non raggiunga la quota di intradosso dell'opera. Per le infrastrutture extraurbane secondarie, classificate come Tipo C nel D.M. 05/11/2001, il franco minimo del ponte è assunto pari al massimo valore tra 1 metro sul livello idrico e l'altezza cinetica della corrente, con riferimento ad un evento di piena avente tempo di ritorno di 200 anni.

L'Autorità di Bacino del Po, nel formulare le direttive per la riduzione del rischio idraulico stabilisce "l'accettabilità del rischio idraulico" considerando un franco minimo non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e, comunque, non inferiore a 1.00 m. Per quanto riguarda le opere

di protezione, l'applicazione di tale indicazione, da considerarsi in riferimento alla piena di progetto, viene però confrontata con il franco effettivo registrato nel "Catasto delle Arginature", documentazione redatta dall'Autorità di Bacino che riporta sia i massimi livelli delle piene osservate che la misura dell'entità del franco idraulico rispetto alla quota di piena. Per le infrastrutture di attraversamento, sempre l'Autorità di Bacino del Po, considera il citato criterio per esprimere la compatibilità idraulica, aggiungendo che il valore del franco deve essere assicurato per almeno $2/3$ della larghezza della luce libera. Nel caso di corsi d'acqua arginati, il franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di sommità del rilevato di accesso al ponte (piano viabile) deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1.00 m.

Traendo spunto da quanto sopraesposto, sarebbe possibile adottare un franco idraulico pari a 1.0 metri, ma considerando la presenza di una scogliera in massi ciclopici, pochi metri a valle rispetto al fabbricato in progetto, che potrebbe fungere da sbarramento nei confronti delle acque di piena lungo la sponda sinistra del Fiume e quindi provocare un ulteriore innalzamento del livello idraulico di piena è stato stabilito di aumentare di 0,5 metri il valore del franco idraulico portandolo quindi a 1,5 metri.

E' stato quindi consigliato di impostare l'edificio ad una quota assoluta di **1113,73 m.slm.**



6. Pericolosità sismica locale

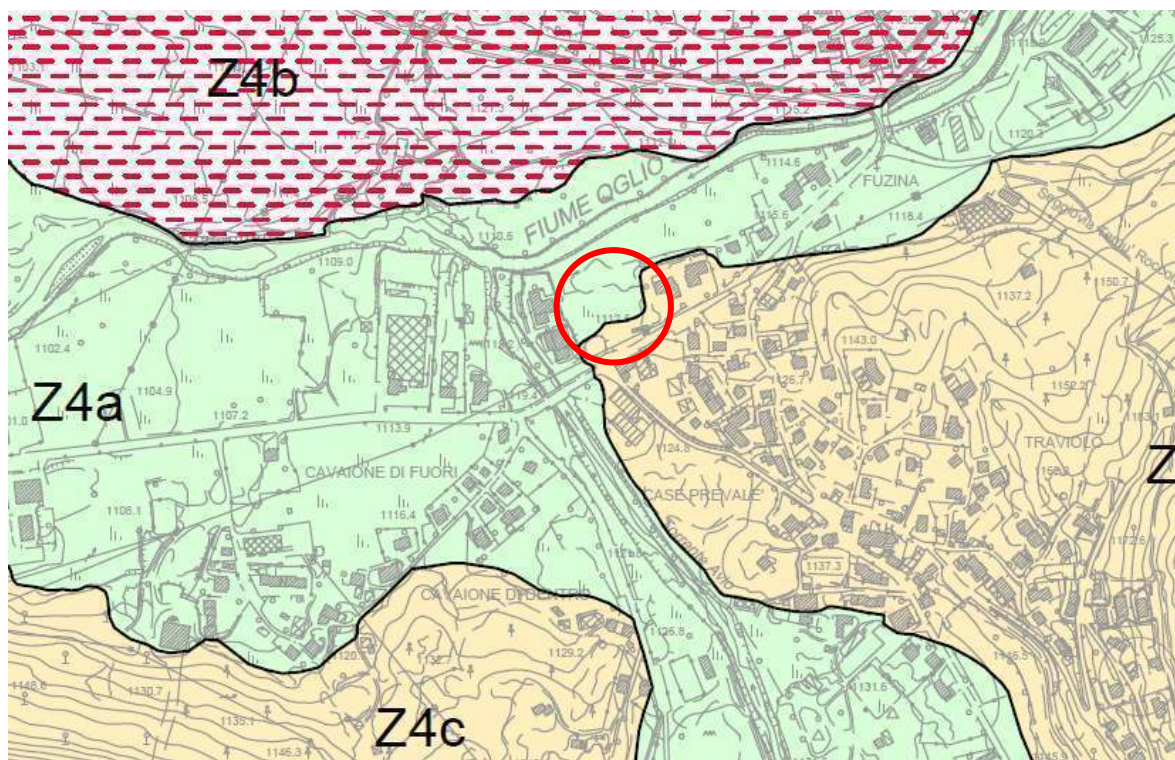
Tutti i comuni Italiani sono suddivisi in quattro categorie sismiche (Macrozonazione sismica). A seguito del nuovo D.g.r. 11 luglio 2014 – n. X/2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia”, il comune di Temù è classificato in zona sismica 3.

Tale suddivisione tuttavia, non tiene in considerazione i possibili effetti di amplificazione dovuti al passaggio del moto sismico attraverso la copertura sedimentaria superficiale e può quindi risultare inadatta a rappresentare situazioni locali che per caratteristiche peculiari possono presentare gradi di pericolosità assai differenti.

Il moto sismico di ingresso al sito può subire importanti modifiche a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali del sito in esame. Queste ultime indicano l'insieme delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi superficiali e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. L'insieme delle modifiche che il moto sismico di ingresso al sito subisce, in termini di ampiezza, contenuto in frequenza e durata, per effetto delle condizioni locali, è indicato globalmente con il termine di effetti di sito o risposta sismica locale. Di seguito è riportata la classificazione di pericolosità sismica locale come indicata nell'allegato 5 della DGR 8/1566 del 22/12/2005: “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art 57 comma 1 della L.R. 11/03/2005 N° 12”.

SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o di cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-Colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Esaminando la Carta di Pericolosità Sismica Locale, redatta dal Dott. Geologo Simona Albini e disponibile presso il Comune di Temù (immagine riportata di seguito), si evince come l'area oggetto del presente studio risulti oggetto di amplificazione litologica in quanto appartenente parte alla classe Z4c classificata come "Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche) e parte alla classe Z4a classificata come "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)".



Il D.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", asserisce come il secondo livello di approfondimento sia obbligatorio per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della tabella 1 dell'allegato 5) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica (vedi tabella riportata nella pagina seguente).

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Il progetto in esame dovrà essere pertanto oggetto del secondo livello di approfondimento, che prevede la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (zone Z3 e Z4), di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere conto degli effetti sismici. I risultati del secondo livello sono riportati nei paragrafi seguenti.

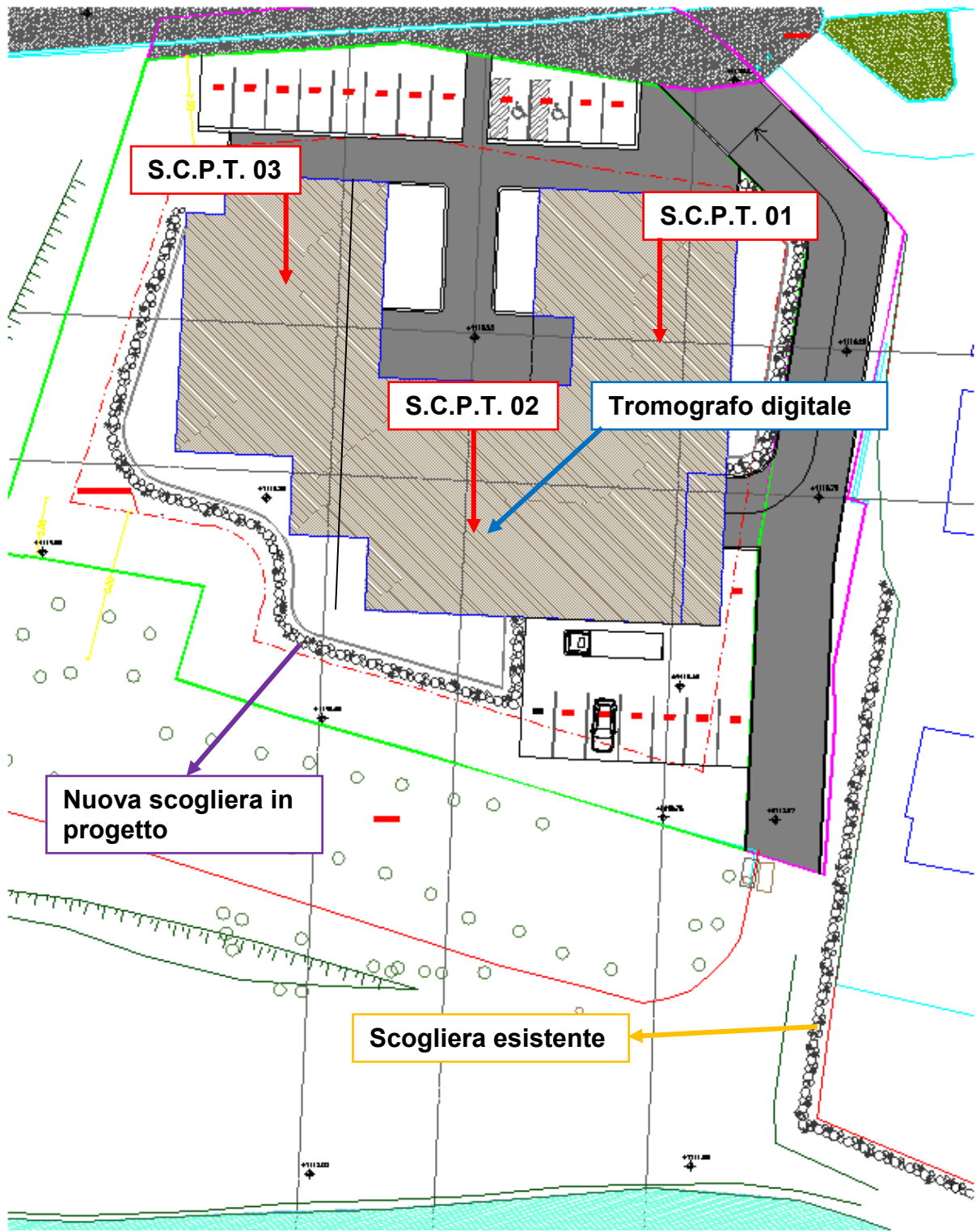
7. Indagini geognostiche

7.1.1. Dati generali

L'obiettivo che l'indagine geognostica si prefiggeva era quello di indagare la stratigrafia del sottosuolo, rilevare l'eventuale presenza di acqua all'interno dei depositi, analizzare il grado di addensamento dei depositi stessi al fine di assegnare loro dei parametri geotecnici indispensabili per la formulazione di un attendibile modello geotecnico ed infine ricavare dei dati riguardanti la velocità di propagazione delle onde sismiche nei terreni.

La campagna di indagini geognostiche per la definizione dei valori caratteristici dei depositi è stata pianificata pertanto mediante l'esecuzione di prove penetrometriche S.C.P.T., e di un'indagine di sismica passiva. In data 09 Maggio 2017 sono state eseguite tre prove penetrometriche ed un'indagine di sismica passiva a stazione singola mediante l'utilizzo di un tromografo digitale.

Di seguito si riporta l'ubicazione dei punti di indagine.



7.1.2. Prova Penetrometrica Dinamica Continua

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

Le informazioni che la prova fornisce sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione (N_{DP}) vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Nelle indagini eseguite si è fatto uso di un **penetrometro dinamico super pesante (DPSH)** "Pagani" (TG 63/200 mod.) a sganciamento automatico che presenta le seguenti caratteristiche:

PESO MASSA BATTENTE	$M = 73,50 \text{ kg}$
ALTEZZA CADUTA LIBERA	$H = 0,75 \text{ m}$
PESO SISTEMA BATTUTA	$M_s = 0,63 \text{ kg}$
DIAMETRO PUNTA CONICA	$D = 51,00 \text{ mm}$
AREA BASE PUNTA CONICA	$A = 20,43 \text{ cm}^2$
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	$La = 1,20 \text{ m}$
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30 \text{ m}$

In particolare sono state eseguite tre prove penetrometriche. La tabella sottostante riporta le profondità raggiunte da ogni verticale di indagine, riferite all'attuale piano di campagna.

Prova	Profondità da piano campagna (m)
SCPT 01	-3.00
SCPT 02	-2.70
SCPT 03	-3.30

I diagrammi delle prove sono riportati in allegato a fine testo.



Prova P 01



Prova P 02



Prova P 03

7.1.2.1. Interpretazione dei risultati prove penetrometriche

Il metodo di interpretazione adottato è quello che si basa sulle correlazione tra N_{DP} e N_{SPT} e quindi utilizzando tutte le relazioni note per la prova SPT.

I valori dei numeri di colpi rilevati, vengono utilizzati per estrapolare i parametri geotecnici del terreno da abachi e tabelle presenti in letteratura. Questo è possibile per il fatto che la prova è completamente standardizzata e pertanto si possono fare delle correlazioni con altri terreni che presentano le medesime caratteristiche.

Le correlazioni menzionate si basano su studi effettuati nel Piemonte e Lombardia (A. Tisconi, SGI, F. Cestari, ecc.) e sull'esperienza dello scrivente.

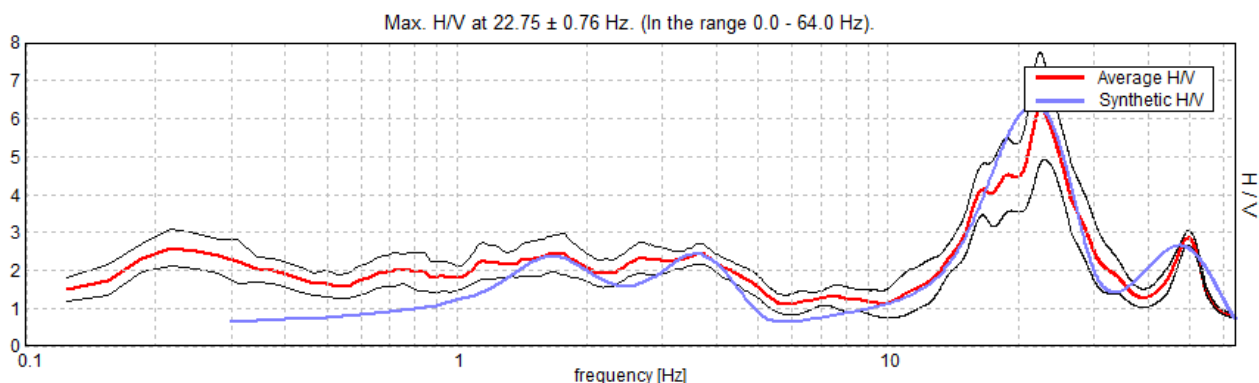
Per la stima dei parametri geotecnici da N_{SPT} si fa riferimento ai seguenti autori:

	Parametro	Autori
(N_1)₆₀	N_{SPT} corretto per gli effetti di efficienza e della pressione geostatica	Liao & Whitman Skempton
Dr	Densità relativa	Terzaghi-Peck; Gibbs-Hotz; Cubrinovski e Ishihara; Skempton
ϕ'	Angolo di attrito efficace	Terzaghi e Peck; Schmertmann; Sowers; De Mello-Mitchell; Wolff
E	Modulo di deformazione	Menzenbach e Malcev; Farrent
c'	Coesione drenata	Mesre et Al

7.1.3. Indagine sismica

All'interno dell'area in esame e più precisamente ad una distanza di circa 1.0 metri rispetto alla prova P02 (vedi graficamente all'interno dell'immagine riportata nella pagine precedenti) è stata eseguita un'indagine di sismica passiva a stazione singola mediante l'utilizzo di un tromografo digitale (tromino). Tale indagine permette di estrapolare il valore di V_{s30} ovvero la velocità di propagazione delle onde superficiali orizzontali nei primi trenta metri. Ne è risultato un valore pari a **342 m/s**, considerando i primi 30 metri dal piano di campagna, mentre un valore di **375 m/s** se si considerano i primi 30 metri dalla quota di imposta delle fondazioni (considerando cautelativamente una profondità di circa -1.0 metri da p.c.).

Di seguito l'elaborazione della ricostruzione della curva nel grafico di conversione delle curve HVSR o H/V, ossia il rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e quelle verticali della stazione di misura.



8. Considerazioni sismiche di dettaglio

Come anticipato in precedenza il progetto in esame dovrà essere sottoposto al 2° livello di approfondimento che si applica a tutti gli scenari qualitativi soggetti ad amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4), ricadenti zone sismiche 2 e 3.

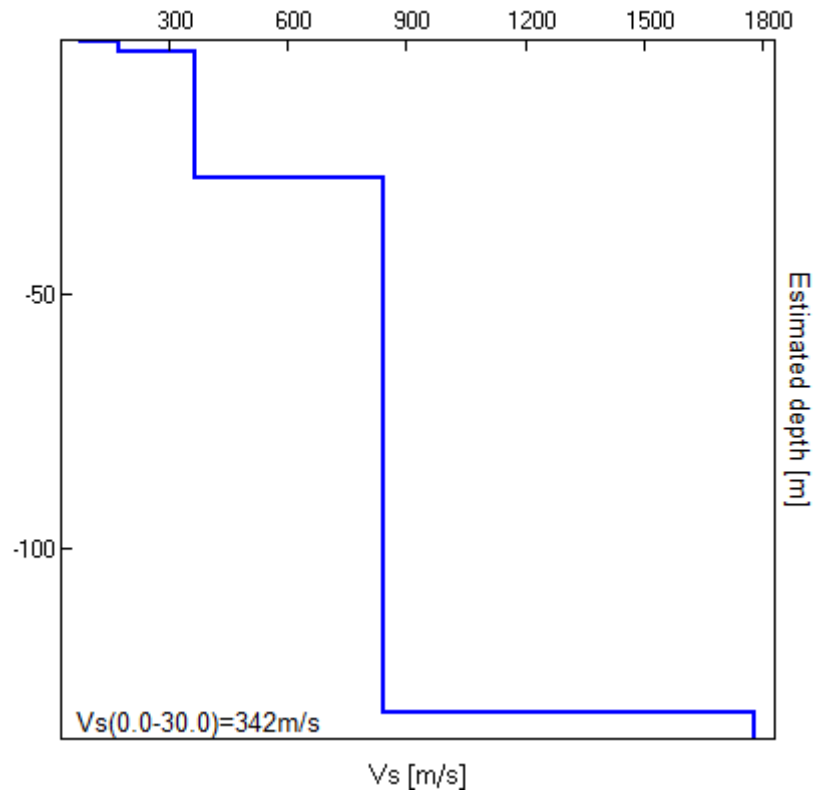
La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa). Come spiegato in precedenza, il modello geologico del sito e la valutazione dei valori di Vs sono stati forniti da una campagna di indagini geognostiche comprensiva di due prove penetrometriche dinamiche e di un'indagine di sismica passiva a stazione singola mediante l'utilizzo di un tromografo digitale.

Questo metodo presenta un livello di attendibilità alto in quanto consente una buona individuazione delle caratteristiche geofisiche degli strati più superficiali.

Di seguito si riporta una tabella con evidenziati i dati riferiti alla verticale rispetto al punto di indagine e nella pagina seguente un diagramma Vs / profondità.

I risultati completi dell'indagine sismica sono riportati in allegato a fine testo.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.44	0.44	76	0.40
2.24	1.80	172	0.35
27.24	25.00	366	0.29
132.24	105.00	840	0.20
inf.	inf.	1780	0.15



La procedura impone di individuare la scheda di riferimento e successivamente di verificarne la validità in base all'andamento dei valori di V_s con la profondità.

E' stata pertanto utilizzata la scheda di valutazione riferita alla litologia sabbiosa (riportata nella pagina seguente), ed al suo interno, nel grafico di correlazione T/Fa, è stata utilizzata la curva 3 (colore blu).

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

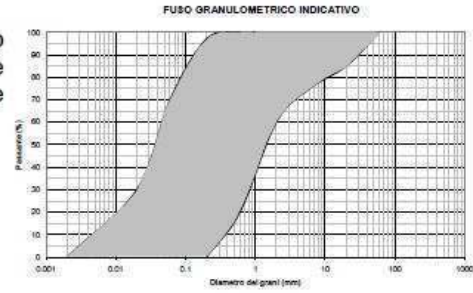
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

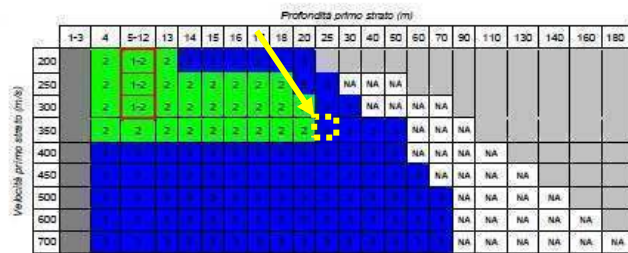
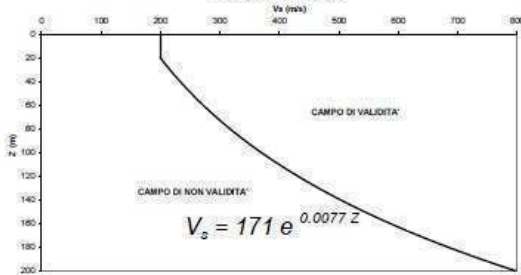
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:

- Comportamento granulare
- Struttura granulo-sostenuta
- Clasti con $D_{max} > 20$ cm inferiori al 15%
- Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
- Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

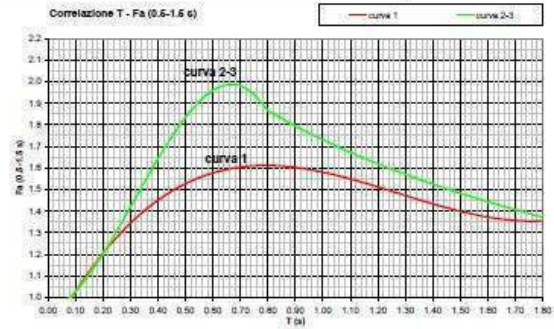
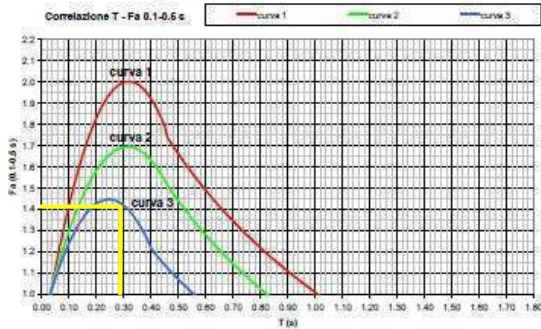


ANDAMENTO DELLE V_s CON LA PROFONDITA' LITOLOGIA SABBIOSA



ove la sigla NA indica $Fa = 1$

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media V_s minore o uguale a 300 m/s poggiate su strato con velocità maggiore di 500 m/s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $Fa_{0.1-0.6} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.6} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $Fa_{0.1-0.6} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $Fa_{0.1-0.6} = -8.55 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.60$ $Fa_{0.1-0.6} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.60$ $Fa_{0.1-0.6} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.6} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $Fa_{0.1-0.6} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $Fa_{0.1-0.6} = 1.00$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $Fa_{0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$	$T > 1.80$ $Fa_{0.5-1.5} = 1.00$
2	$0.08 \leq T \leq 0.60$ $Fa_{0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$	$0.60 < T \leq 1.80$ $Fa_{0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

Il valore di F_a scelto è compreso nell'intervallo di periodo tra 0,1 e 0,5 sec. riferito a strutture edilizie relativamente basse, regolari e rigide come le strutture edilizie in esame. Successivamente è stato determinato il valore del periodo proprio del sito T . Come indicato dal DGR 2616 del 2011 (art. 2.2.2. Effetti litologici) tale dato viene calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s, mediante l'utilizzo della seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i -esimo del modello.

Ipotizzando una profondità del piano di posa delle fondazioni pari a 4.0 metri da p.c. è risultato un valore del periodo proprio del sito **$T = 0,294$ s.**

Il valore del fattore di amplificazione derivato dal grafico formula proposta nell'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s risulta **$F_a = 1,425$.**

I valori soglia per il Comune di Temù nell'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s sono i seguenti (*Analisi_sismica_soglie_lomb_dgr 7374_2008*):

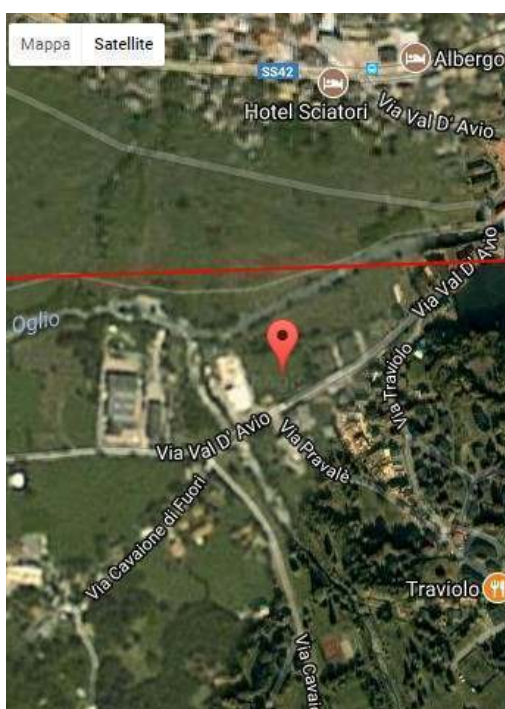
Comune	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Temù	1,4	1,8	2,1	1,9

Il valore di F_a calcolato è di poco superiore rispetto al valore soglia riportato nella banca dati relativo al Comune di Temù (che per la categoria tipo B, nell'intervallo da 0.5 e 1.5 s presenta un valore soglia pari a 1,4) e considerando una variabilità di +0.1 di tale valore prevista dal DGR 2616 del 2011, la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla norma.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni definiscono la categoria di sottosuolo sulla base dei valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.

A seguito dell'indagine sismica effettuata è possibile attribuire al terreno interessato dal progetto la **Categoria tipo B** (Eurocodice 8: OPCM 3274 e 3316 del 2003 e D.M.14/01/08 Cap. 03, Tabella 3.2.II), che comprende:

“**Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ KPa nei terreni a grana fina).**”



*Ubicazione area con individuazione dei 4
punti della maglia di riferimento*

Le caratteristiche della superficie topografica (Tabella 3.2.IV Capitolo 3 Norme tecniche per le costruzioni) rientrano nella categoria **T2**: “**Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$** ”.

Dati generali relativi al fabbricato in progetto

Latitudine (Coordinate WGS84): 46,245559

Longitudine (Coordinate WGS84): 10,46845

Tipo opera: 2

Vita nominale: 50 anni

Classe d'uso: II

Periodo di riferimento: 50 anni

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

Stato Limite	Tr	Ag	Fo	Tc	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax
Operatività (SLO)	30	0,024	2,572	0,180	1,20	1,55	1,20	0,007	0,003	0,337
Danno (SLD)	50	0,029	2,613	0,197	1,20	1,52	1,20	0,008	0,004	0,414
Salvaguardia della vita (SLV)	475	0,057	2,744	0,297	1,20	1,40	1,20	0,016	0,008	0,802
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,068	2,825	0,315	1,20	1,39	1,20	0,020	0,010	0,962

Tr: tempo di ritorno;

ag: accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tc: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Ss: amplificazione stratigrafica;

Cc: coefficiente funzione della categoria;

St: amplificazione topografica;

Kh- Kv: coefficienti sismici orizzontale e verticale;

Amax: accelerazione massima attesa al sito (m/s^2).

La categoria del sottosuolo, la categoria topografica, il tipo d'opera e la classe d'uso sono state ipotizzate dal sottoscritto; il tipo d'opera e la classe d'uso saranno successivamente definiti dal progettista e dallo strutturista.

Suscettibilità alla liquefazione dei terreni di fondazione

Ai sensi della Legge 64/74, del D.M. 19/6/1984 e dell'attuale D.M. 14/01/2008, in aree classificate sismiche deve essere valutata la possibilità che insorgano fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione in seguito alle vibrazioni prodotte dalle scosse telluriche.

I fenomeni di liquefazione possono verificarsi in particolari condizioni, come quelle indotte da un sisma di Magnitudo elevata, in terreni a granulometria fine (prevalentemente

sabbiosi), allo stato sciolto o poco addensato, in falda oppure interessati dalla oscillazione della falda stessa.

I terreni di fondazione oggetto della presente indagine, come dimostrano i dati rilevati, si presentano grossolani (principalmente ghiaiosi), con matrice fine (limo-argillosa) e prevalentemente asciutti. Inoltre, la conoscenza della zona consente di escludere l'ipotesi di importanti orizzonti marcatamente sabbiosi o limosi di spessore significativo in falda, potenzialmente soggetti a fenomeni di liquefazione. A seguito di tali considerazioni non si ritiene necessaria l'esecuzione della verifica alla liquefazione.

9. Stratigrafia e modellazione geotecnica del terreno

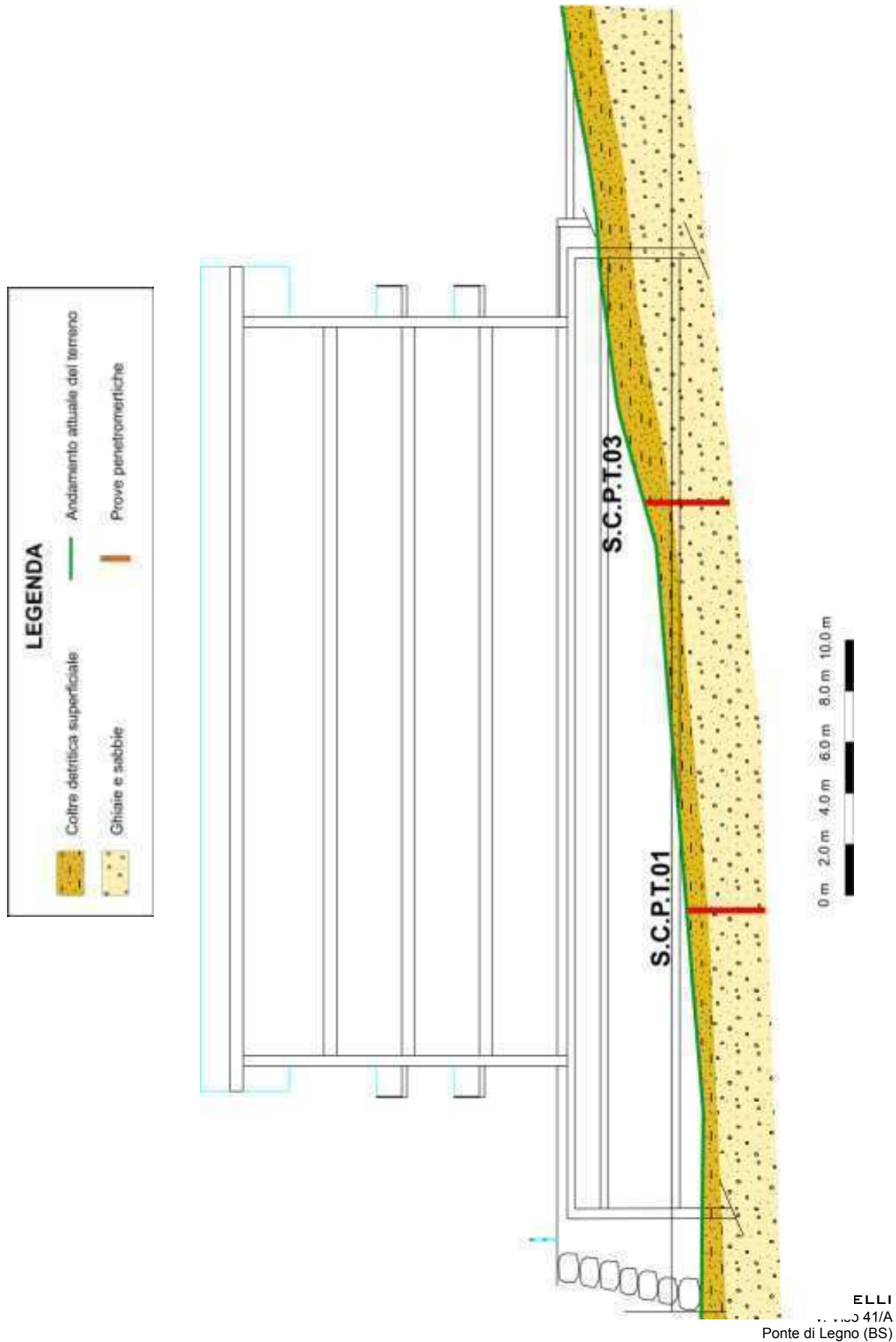
Il modello stratigrafico e geotecnico del terreno è stato ipotizzato principalmente analizzando i risultati della specifica campagna di indagini geognostiche effettuata ed inoltre tenendo conto del rilievo geologico dell'area e dell'esperienza del sottoscritto, maturata a seguito dell'esecuzione di numerose altre indagini in cantieri limitrofi.

In tutte le verticali di indagine è stato possibile riscontrare la presenza di uno strato costituito da una coltre di depositi superficiali per una profondità compresa all'incirca tra 0,6 metri da p.c. (intorno prova P02) e 1,2 metri da p.c. (intorno prova P03) e più in profondità la presenza di depositi alluvionali misti ed interdigitati a depositi morenici, ben addensati.

Si può pertanto ipotizzare la seguente stratigrafia:

- **strato (A):** costituito da una coltre di depositi superficiali. Si tratta di depositi terrigeni d'alterazione superficiale costituiti da sabbie immerse in una abbondante matrice limo-argillosa. Tale strato presenta uno spessore di circa 0,6-1,2 metri dall'attuale piano di campagna. Le caratteristiche geotecniche di queste tipologia di depositi sono da mediocri a scadenti.
- **strato (B):** è costituito da depositi alluvionali misti ed interdigitati a depositi morenici. Essi sono costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limo-argillosa con presenza di numerosi blocchi di dimensioni centimetriche e decimetriche e trovanti granitici di dimensioni metriche. Tale strato presenta un discreto-buono grado di addensamento che aumenta proporzionalmente alla profondità e che conferisce allo strato stesso delle buone proprietà dal punto di vista geotecnico.

Di seguito si riporta una sezione stratigrafica rappresentativa, elaborata su sezione B-B di progetto.



Di seguito i valori caratteristici dei depositi (f_k) intorno prova P03:

Strato	Z (m)	Natura	ϕ°	c' KPa	γ nat t/mc	Densità relativa %	E Modulo di deformazione MPa
A	da 0.0 a - 1.2	Coltre di depositi superficiali	26.0	0-5	1.70	20	7.0
B	da -1.2 a - 3.3	Ghiaie e sabbie ben addensate	33.0	5-15	1.90	70	30.0

Il valore della coesione, al fine di agire in modo cautelativo, verrà considerato nullo nel calcolo delle resistenze, mentre potrà essere utilizzato per l'analisi di stabilità dei fronte di scavo.

10. Indicazioni geoesecutive

Analizzando le sezioni di progetto si evince come le scarpate di scavo possano raggiungere altezze massime dell'ordine di circa 3.5 metri.

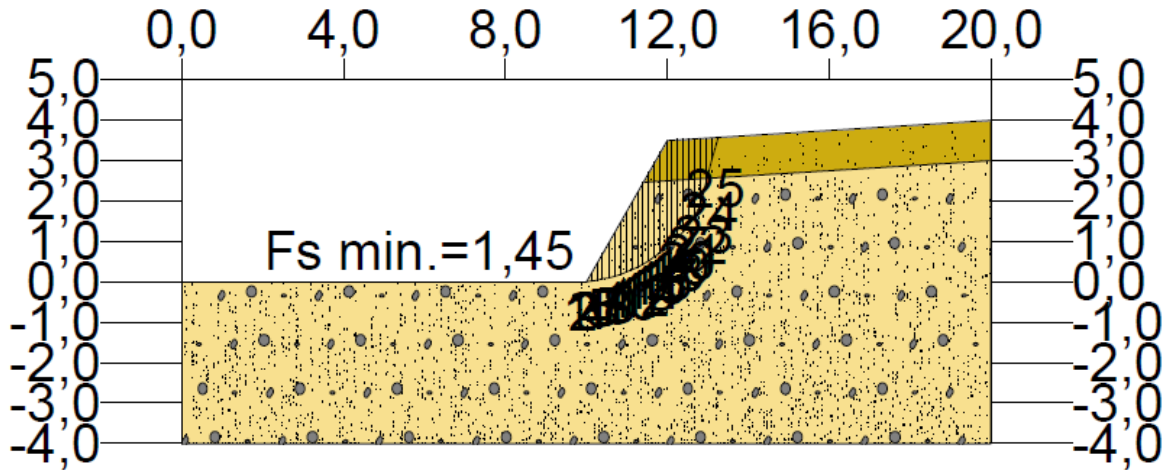
E' stata eseguita un'analisi di stabilità del pendio considerando di profilare la scarpata con pendenza di 60° (vedi sezione di calcolo riportata nella pagina seguente).

L'analisi di stabilità, eseguita con il metodo dell'equilibrio limite, ha mostrato come i coefficienti di sicurezza minimi calcolati (considerando vari autori: Fellenius, Bishop semplificato, Jambu semplificato) siano inferiori rispetto al valore fornito dalla norma.

Tale analisi va interpretata con dovuta cautela in quanto:

- considera un mezzo omogeneo a differenza dei terreni che generalmente non possiedono questa caratteristica (in particolare i terreni in esame, che come spiegato in precedenza sono caratterizzati da una elevata eterogeneità);
- il modello di calcolo è bidimensionale mentre la scarpata tridimensionale;
- i parametri geotecnici sono elaborati da indagini a carattere puntuale (interessano una piccolissima porzione dei terreni interessati dallo scavo);

- nel modello non è stata inserita la presenza di acqua che invece, come spiegato in modo dettagliato in precedenza, si potrebbe manifestare sia lungo le scarpate che sul fondo dello scavo.



Di seguito si riportano delle tabelle che mostrano alcuni dettagli sulla superficie con coefficiente di sicurezza minimo ed i coefficienti di sicurezza calcolati.

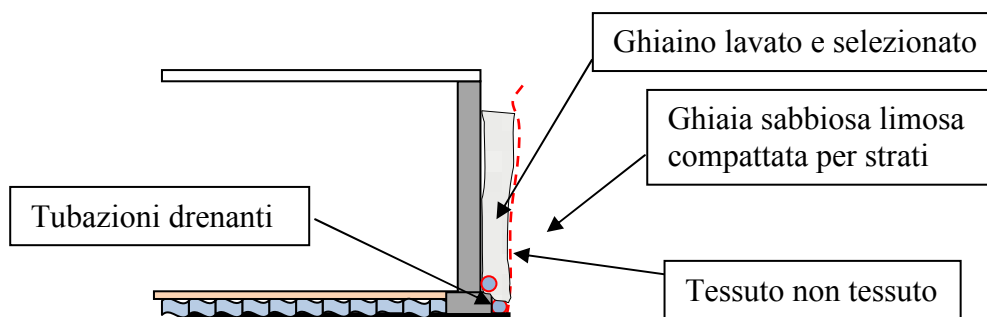
Comittante:		Località:		Data:											
Rilasciato:															
Analisi di stabilità: ripiegamento delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo															
Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concavo	X base (m)	Y base (m)	Lunghez. za (m)	altezza zona*	Volume (mc)	Pendenza	Altezza falda (m)	Carichi W	Carichi T	Fs (*)	Criticità (m)	du (m)
31	1,451	Fellenius		0,667	0	0,14	0	0	0	0	0	0	27,5	0,08	0
				0,838	0	0,14	3,1	0,001	0	0	0	0	27,5	0,05	0
				9,981	0,008	0,14	7,2	0,014	0	0	0	0	27,5	0,05	0
				10,124	0,028	0,14	8,8	0,043	51,18	0	0	0	27,5	0,05	0
				10,266	0,048	0,14	10,1	0,075	127,98	0	0	0	27,5	0,05	0
				10,408	0,073	0,14	12,6	0,107	179,15	0	0	0	27,5	0,05	0
				10,55	0,105	0,15	15,4	0,137	230,33	0	0	0	27,5	0,05	0
				10,692	0,144	0,15	17,1	0,166	281,52	0	0	0	27,5	0,05	0
				10,835	0,188	0,15	20,1	0,195	332,7	0	0	0	27,5	0,05	0
				10,977	0,24	0,15	22,8	0,222	383,88	0	0	0	27,5	0,05	0
				11,119	0,299	0,15	26	0,249	435,07	0	0	0	27,5	0,05	0
				11,261	0,363	0,16	28	0,274	486,25	0	0	0	27,5	0,05	0
				11,403	0,430	0,16	30,1	0,299	537,43	0	0	0	27,5	0,05	0
				11,545	0,521	0,17	32,1	0,322	588,62	0	0	0	27,5	0,05	0
				11,688	0,61	0,17	34,2	0,343	639,8	0	0	0	27,5	0,05	0
				11,83	0,714	0,18	36,3	0,363	690,9	0	0	0	27,5	0,05	0
				11,972	0,828	0,18	41,1	0,388	742,08	0	0	0	27,5	0,05	0
				12,114	0,95	0,19	45,1	0,354	793,26	0	0	0	27,5	0,05	0
				12,256	1,093	0,2	47,5	0,334	844,44	0	0	0	27,5	0,05	0
				12,399	1,248	0,21	51,5	0,312	895,62	0	0	0	27,5	0,05	0
				12,541	1,427	0,23	55,9	0,285	946,8	0	0	0	27,5	0,05	0
				12,683	1,637	0,25	61,9	0,253	997,98	0	0	0	27,5	0,05	0
				12,825	1,903	0,3	75,7	0,195	1049,16	0	0	0	21,3	0,04	0
				12,967	2,462	0,58	75,7	0,117	1050,34	0	0	0	21,3	0,04	0
				13,109	3,02	0,58	75,7	0,038	1051,52	0	0	0	21,3	0,04	0
				13,252	3,578	0,58	75,7	0,008	1052,7	0	0	0	21,3	0,04	0

Committente:											
Località:						Data:					
Riferimenti:											
Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza											
N.	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer	Kc
1	10,19	0,33	15,31	3,71	1,74	1,799	1,713				
2	8,29	0	12,07	3,5							
3	9,01	0	14,21	3,64	1,573	1,638	1,553				
4	9,56	0	13,32	3,58							
5	9,19	0	12,92	3,56							
6	9,82	0	14,21	3,64							
7	9,54	0	13,65	3,6							
8	10,93	1,63	14,35	3,65	2,426	2,473	2,389				
9	8,4	0	14,76	3,67	1,766	1,828	1,745				
10	8,19	0	14,28	3,64							
11	8,88	0	12,48	3,53							
12	8,4	0	15,92	3,74							
13	10,1	0,18	15,18	3,7	1,662	1,723	1,637				
14	9,27	0	14,92	3,68	1,608	1,663	1,589				
15	10,96	1,68	13,47	3,59	2,085	2,149	2,024				
16	8,26	0	13,34	3,58							
17	9,33	0	13,29	3,58							
18	8,14	0	12	3,5							
19	9,43	0	14,53	3,66							
20	9,94	0	13,52	3,6	1,452	1,511	1,459				
21	9,42	0	13,99	3,62	1,503	1,564	1,491				
22	10,47	0,81	12,05	3,5	2,35	2,218	2,841				
23	10,72	1,26	15,48	3,72	2,34	2,389	2,297				
24	9,72	0	15,39	3,71							
25	10,11	0,2	13,49	3,59	1,502	1,559	1,511				
26	9,7	0	15,54	3,72							
27	10,81	1,43	12,64	3,54	2,007	2,044	2,088				
28	10,69	1,22	12,44	3,53	2,041	2,02	2,253				
29	8,57	0	14,91	3,68							
30	10,39	0,68	15,13	3,7	1,87	1,926	1,84				
31	9,7	0	13,25	3,58	1,451	1,512	1,459				
32	10,65	1,13	14,07	3,63	1,906	1,967	1,868				
33	10,9	1,57	14,87	3,68	2,508	2,552	2,466				
34	8,81	0	14,71	3,67	1,66	1,718	1,639				
35	9,98	0	14,04	3,63	1,49	1,55	1,486				
36	9,79	0	14,8	3,68							
37	10,54	0,95	15,88	3,74	2,21	2,258	2,179				
38	8,01	0	13,06	3,57							
39	9,44	0	15,76	3,73	1,716	1,766	1,695				
40	10,28	0,49	14,54	3,66	1,676	1,739	1,65				

Si consiglia la presenza del geologo durante l'esecuzione degli scavi al fine di verificare le assunzioni ipotizzate all'interno del presente elaborato.

Si raccomanda, per quanto possibile, di limitare l'estensione delle superfici impermeabilizzate, in quanto inibiscono l'infiltrazione idrica nel sottosuolo.

Sarà importante prevedere infine un sistema di canalizzazione delle acque di ruscellamento superficiale e di predisporre un adeguato sistema di drenaggio alle spalle dei muri perimetrali, come da schema seguente.



Dal momento in cui, come spiegato nei paragrafi precedenti, non è possibile escludere categoricamente la possibilità che la falda possa raggiungere le fondazioni del fabbricato, nelle successive fasi progettuali o durante l'esecuzione degli scavi, si consiglia di approfondire la profondità dell'indagine al fine di acquisire maggiori informazioni a riguardo. Sarà possibile di conseguenza valutare l'eventualità di impermeabilizzare le fondazioni. In questo caso non si dovranno utilizzare materiali che possano contaminare la falda stessa.

11. Gestione terre e rocce da scavo

Il sito di scavo produrrà terre e rocce da scavo che dovranno essere gestite in ottemperanza al D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120: Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

L'opera in esame viene classificata come "Cantieri di piccole dimensioni", in quanto il volume di scavo è inferiore a seimila metri cubi.

Le terre e rocce da scavo potranno essere utilizzate come sottoprodotti nel caso in cui soddisfino i seguenti requisiti:

- a) sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- b) il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o della dichiarazione di cui all'articolo 21, e si realizza: 1) nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali

oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali; 2) in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;

c) sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) soddisfano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal D.P.R. 13 giugno 2017 , n. 120.

La sussistenza di tali condizioni, deve essere attestata dal produttore tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, con la trasmissione, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, del modulo di cui all'allegato 6 del D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente. Nella dichiarazione il produttore indica le quantità di terre e rocce da scavo destinate all'utilizzo come sottoprodotti, l'eventuale sito di deposito intermedio, il sito di destinazione, gli estremi delle autorizzazioni per la realizzazione delle opere e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione delle terre e rocce da scavo, salvo il caso in cui l'opera nella quale le terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti sono destinate ad essere utilizzate, preveda un termine di esecuzione superiore. Inoltre il produttore deve dimostrare, qualora siano destinate a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, che non siano superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione, e che le terre e rocce da scavo non costituiscono fonte diretta o indiretta di contaminazione per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale. I tempi previsti per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti possono essere prorogati una sola volta e per la durata massima di sei mesi, in presenza di circostanze sopravvenute, impreviste o imprevedibili. A tal fine il produttore, prima della data di scadenza del termine di utilizzo indicato nella dichiarazione, comunica al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, il nuovo termine di utilizzo, motivando le ragioni della proroga.

E' prevista la possibilità di effettuare il deposito intermedio delle terre e rocce da scavo sia nel sito di produzione, che nel sito di destinazione o in altro sito a condizione che siano rispettati i una serie di requisiti.

Per le terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti il trasporto fuori dal sito di produzione è accompagnato dalla documentazione indicata nell'apposito allegato (allegato 7 del D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120).

Tale documentazione deve essere predisposta in triplice copia, una per il proponente o per il produttore, una per il trasportatore e una per il destinatario, anche se del sito intermedio, ed è conservata dai predetti soggetti per tre anni e resa disponibile, in qualunque momento, all'autorità di controllo. Qualora il proponente e l'esecutore sono soggetti diversi, una quarta copia della documentazione deve essere conservata dall'esecutore.

L'utilizzo delle terre e rocce da scavo in conformità alla dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà è attestato all'autorità competente mediante la dichiarazione di avvenuto utilizzo. Tale dichiarazione, redatta ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, è resa dall'esecutore o dal produttore con la trasmissione, anche solo in via telematica, del modulo di cui all'allegato 8 (del D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120) all'autorità e all'Agenzia di protezione ambientale competenti per il sito di destinazione, al comune del sito di produzione e al comune del sito di destinazione. La dichiarazione è conservata per cinque anni dall'esecutore o dal produttore ed è resa disponibile all'autorità di controllo. La dichiarazione di avvenuto utilizzo deve essere resa ai suddetti soggetti, entro il termine di validità della dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà; l'omessa dichiarazione di avvenuto utilizzo entro tale termine comporta la cessazione, con effetto immediato, della qualifica delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto. Il deposito intermedio delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti, non costituisce utilizzo.

12. Conclusioni

Su commissione della Soc. ABACO 2010 srl è stata eseguita la seguente perizia di tipo geologico ad integrazione del progetto che prevede la costruzione di un nuovo fabbricato ad uso turistico ricettivo, da realizzarsi in via Val d'Avio, all'interno dell'ATA 03, nel territorio Comunale di Temù (BS).

Il settore di interesse è ubicato parte all'interno della classe di fattibilità 2a: "Fattibilità con modeste limitazioni" e parte all'interno della classe di fattibilità 3c1: "Fattibilità con consistenti limitazioni". Tali limitazioni sono imputabili alla presenza di: Aree allagate per piene catastrofiche del Fiume Oglio = Aree Em del PAI (Classe 3c1).

A seguito di una serie di considerazioni di natura idraulica è stato consigliato di impostare l'edificio ad una quota assoluta di 1113,73 m.slm.

L'indagine geognostica ha previsto l'esecuzione di tre prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T ed un'indagine di sismica passiva a stazione singola mediante utilizzo di tromografo digitale.

In tutte le verticali di indagine è stato possibile riscontrare la presenza di uno strato costituito da una coltre di depositi superficiali per una profondità di circa 1.0-1.2 metri da p.c. e più in profondità la presenza di depositi alluvionali misti ed interdigitati a depositi morenici ben addensati.

All'interno del paragrafo 9 sono riportati i valori caratteristici dei terreni che potranno essere utilizzati per il dimensionamento delle opere.

Nel paragrafo indicazioni geoesecutive sono riportate delle importanti indicazioni e prescrizioni che riguardano l'esecuzione delle opere di scavo.

Prima dell'inizio delle opere in CA si consiglia di indagare la porzione di terreno sottostante le fondazioni per una profondità di almeno 3-5 metri, al fine di verificare la continuità dello strato B e di acquisire maggiori informazioni circa la circolazione idrica sotterranea.

Nel caso in cui durante l'avanzamento degli scavi si riscontrassero degli elementi difforni rispetto a quanto espresso all'interno del presente elaborato dovrà essere tempestivamente avvisato il geologo.

In ottemperanza alle indicazioni riportate all'interno del presente elaborato si può certificare la compatibilità del progetto in esame dal punto di vista geologico.

Resto a Vostra disposizione per ogni dubbio e/o chiarimento circa il lavoro svolto.

Il Geologo

Ivan Faustinelli

Ponte di Legno

Dicembre 2017

Allegati a fine testo:

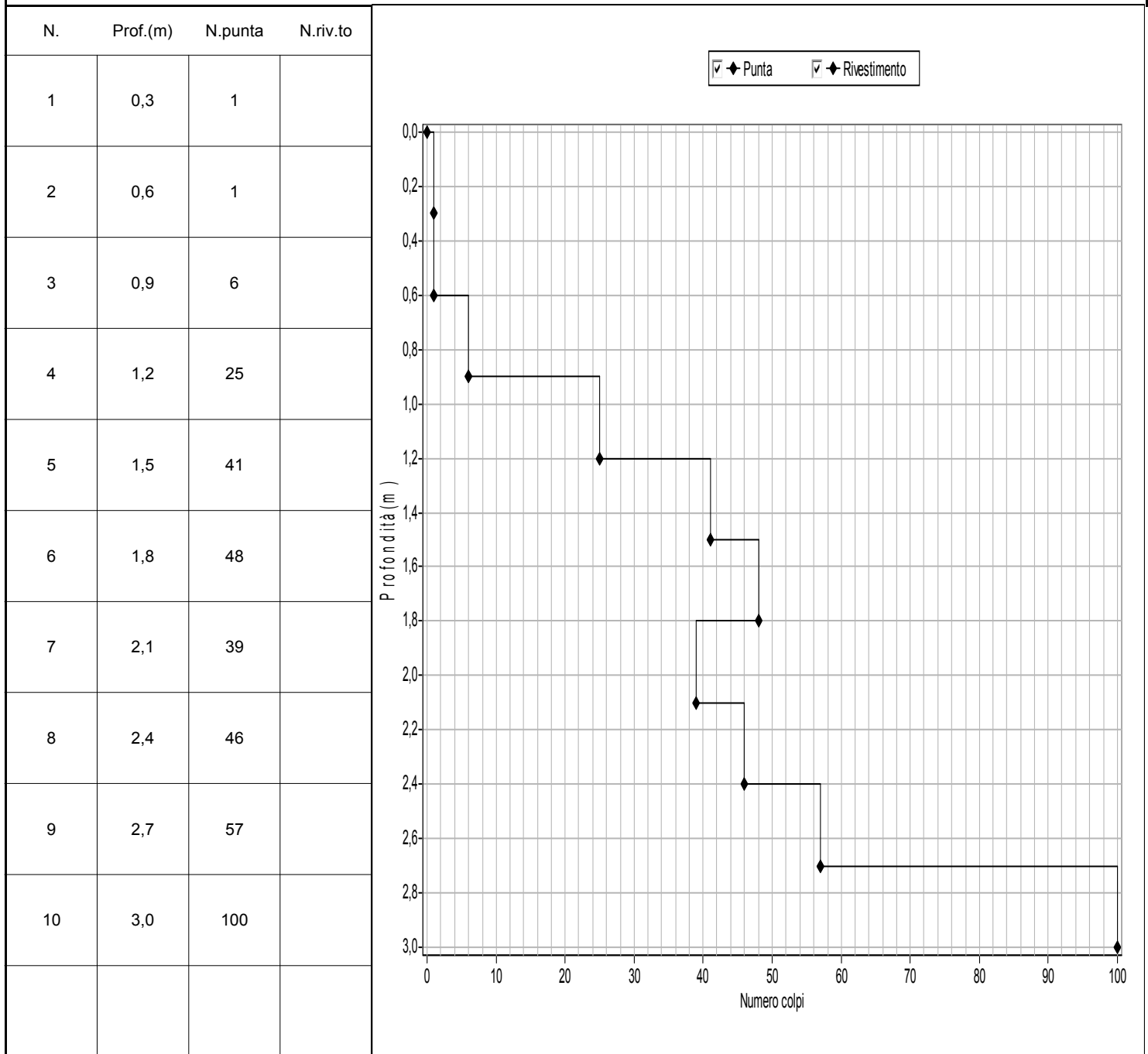
- Diagrammi prove penetrometriche;
- Risultati completi indagine sismica.



Via P. Marcolini 27
25060 Tavernole sul Mella
BS

Committente:	Soc. ABACO srl		
Località:	Via Val d'Avio		Quota s.l.m.(m):
Data inizio cantiere:	09 Maggio 2017	Data fine cantiere:	Sigla: Prova 1
Attrezzatura:			
Coordinate geografiche:			

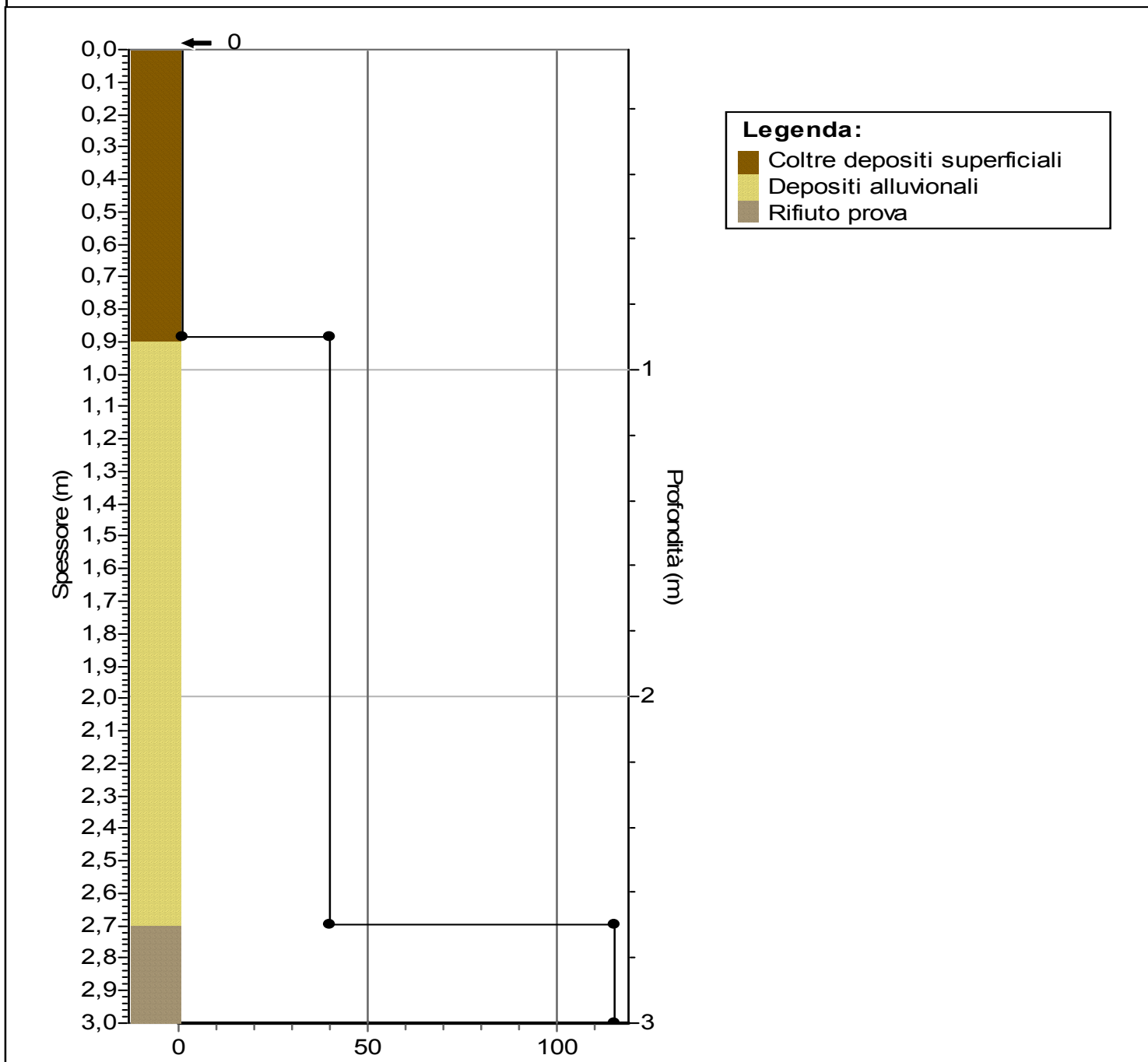
TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



Via P. Marcolini 27
25060 Tavernole sul Mella
BS

Committente:	Soc. ABACO srl		
Località:	Via Val d'Avio	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	09 Maggio 2017	Data fine cantiere:	
		Sigla:	Prova 1
Attrezzatura:			
Coordinate geografiche:			

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA

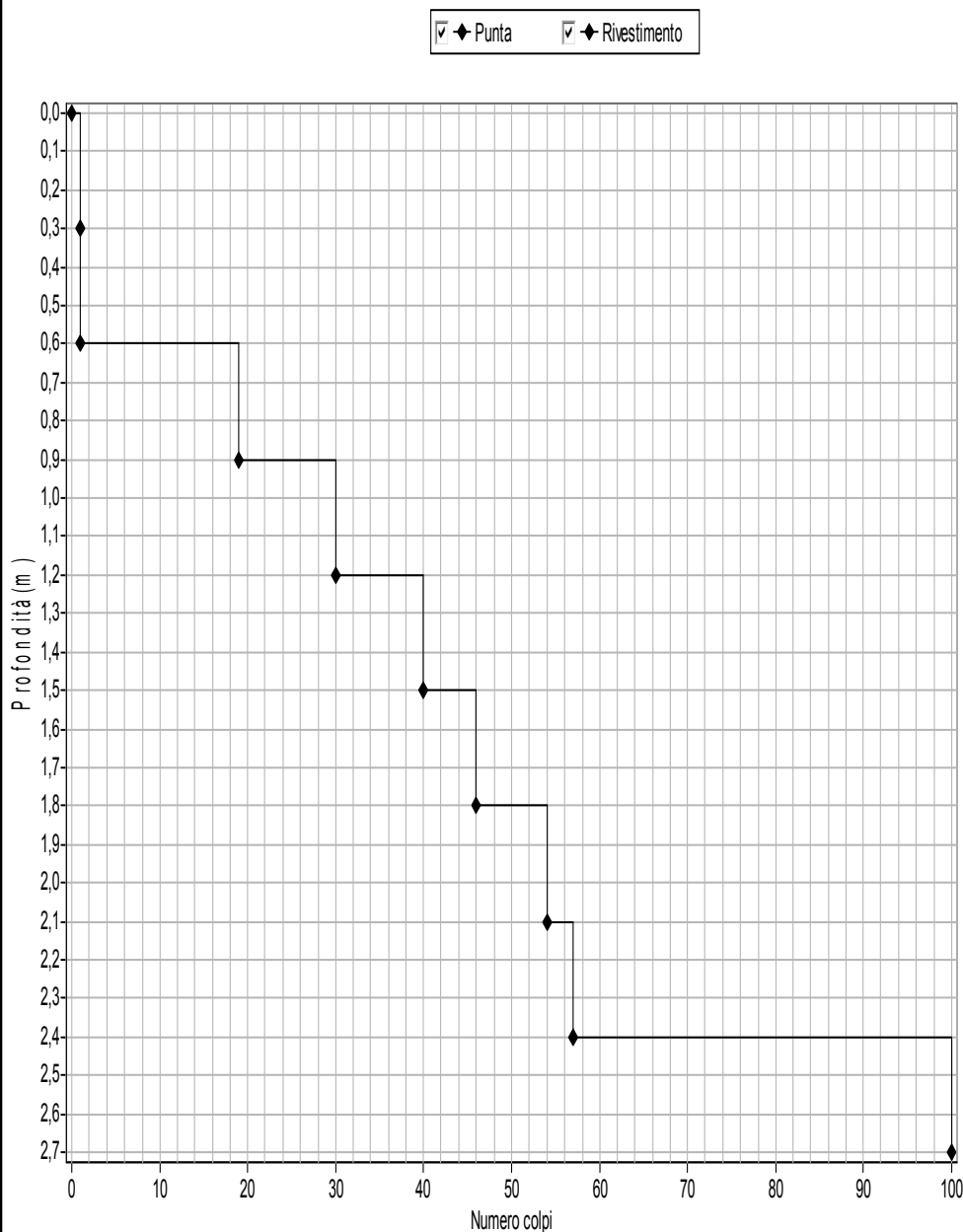


Via P. Marcolini 27
25060 Tavernole sul Mella
BS

Committente:	Soc. ABACO srl		
Località:	Via Val d'Avio		Quota s.l.m.(m):
Data inizio cantiere:	09 Maggio 2017	Data fine cantiere:	Sigla: Prova 2
Attrezzatura:			
Coordinate geografiche:			

TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

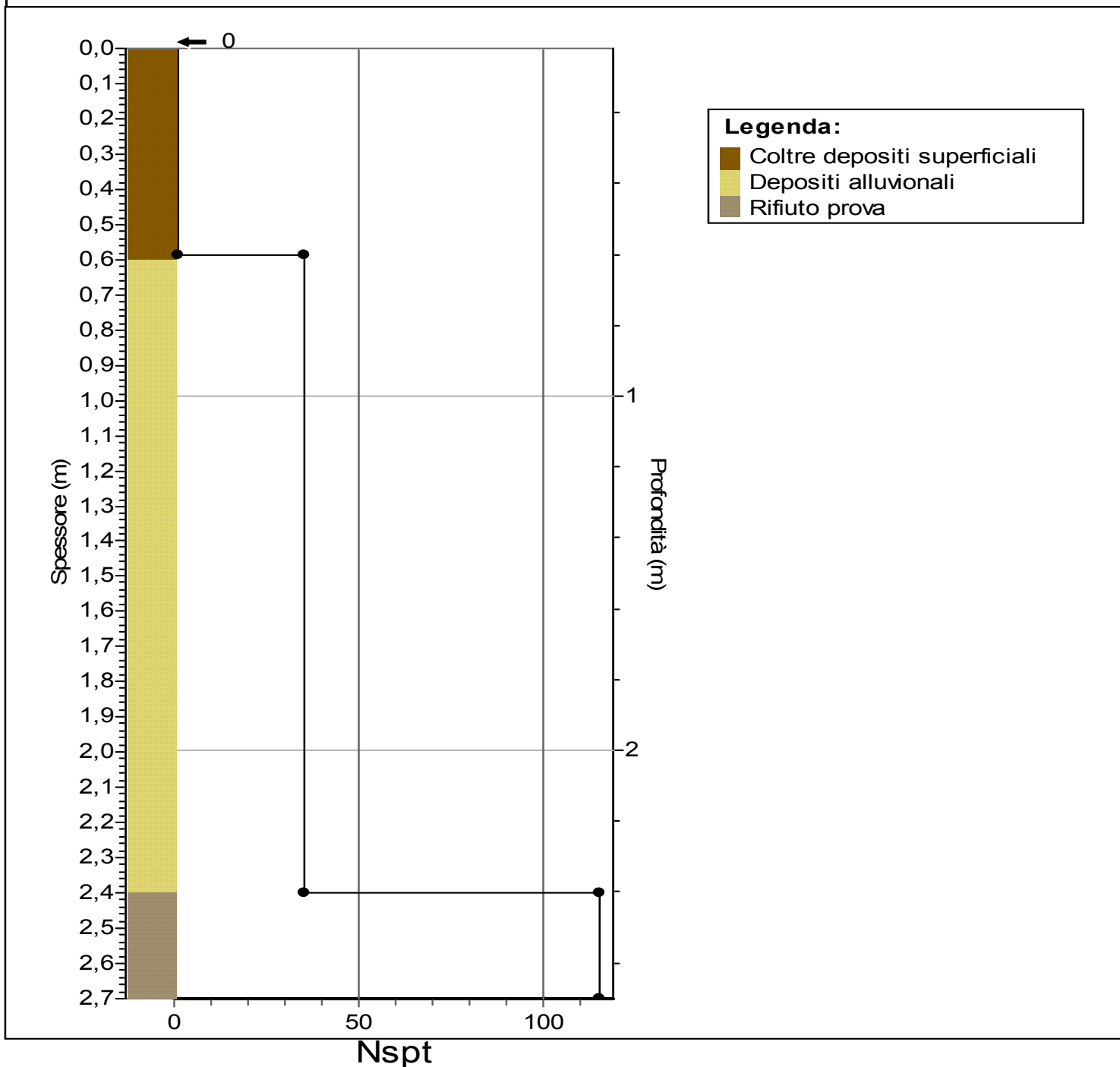
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,30	1	
2	0,60	1	
3	0,90	19	
4	1,20	30	
5	1,50	40	
6	1,80	46	
7	2,10	54	
8	2,40	57	
9	2,70	100	



Via P. Marcolini 27
25060 Tavernole sul Mella
BS

Committente:	Soc. ABACO srl		
Località:	Via Val d'Avio	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	09 Maggio 2017	Data fine cantiere:	
Attrezzatura:		Sigla:	Prova 2
Coordinate geografiche:			

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA

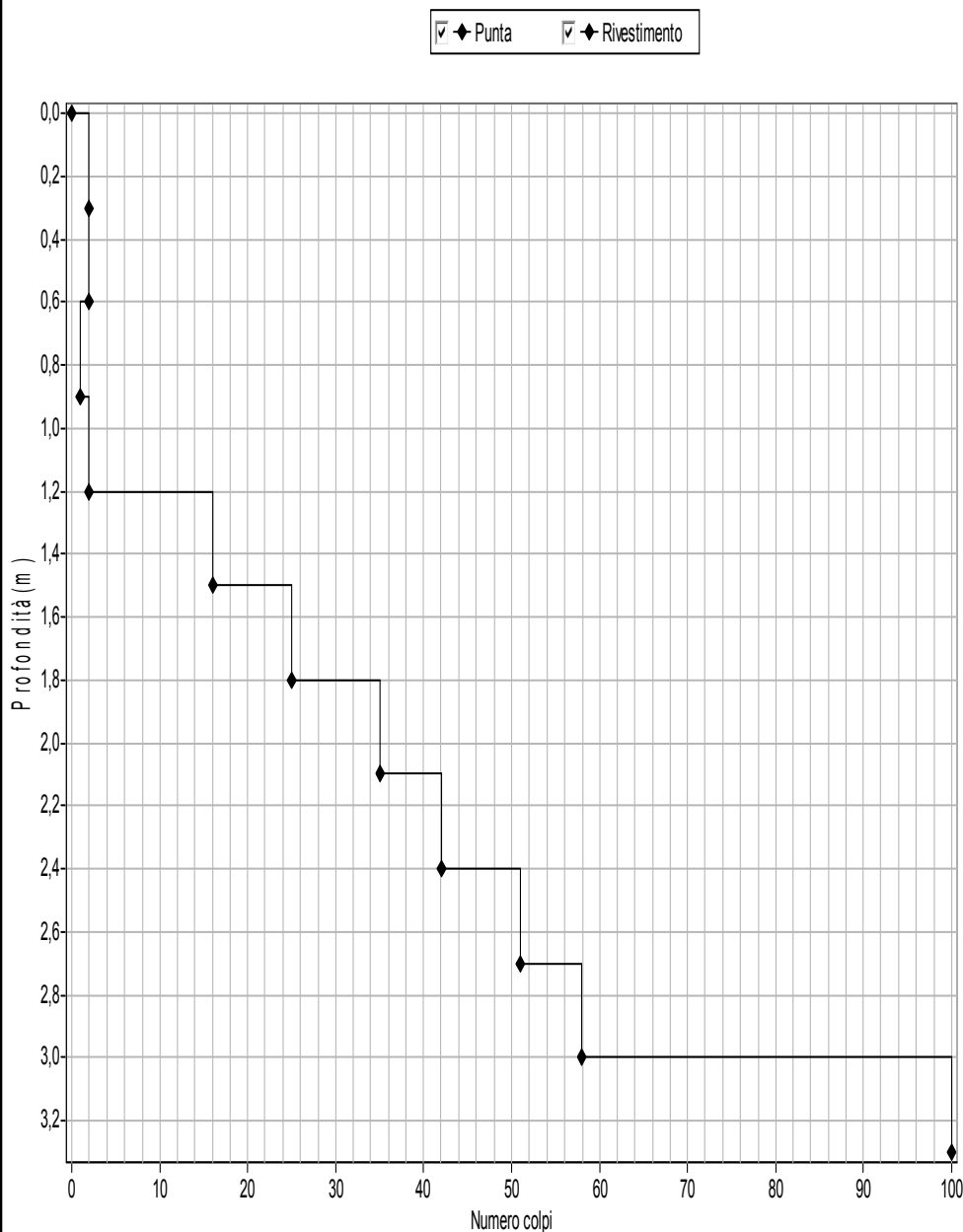


Via P. Marcolini 27
25060 Tavernole sul Mella
BS

Committente:	Soc. ABACO srl		
Località:	Via Val d'Avio	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	09 Maggio 2017	Data fine cantiere:	
Attrezzatura:			
Coordinate geografiche:			

TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

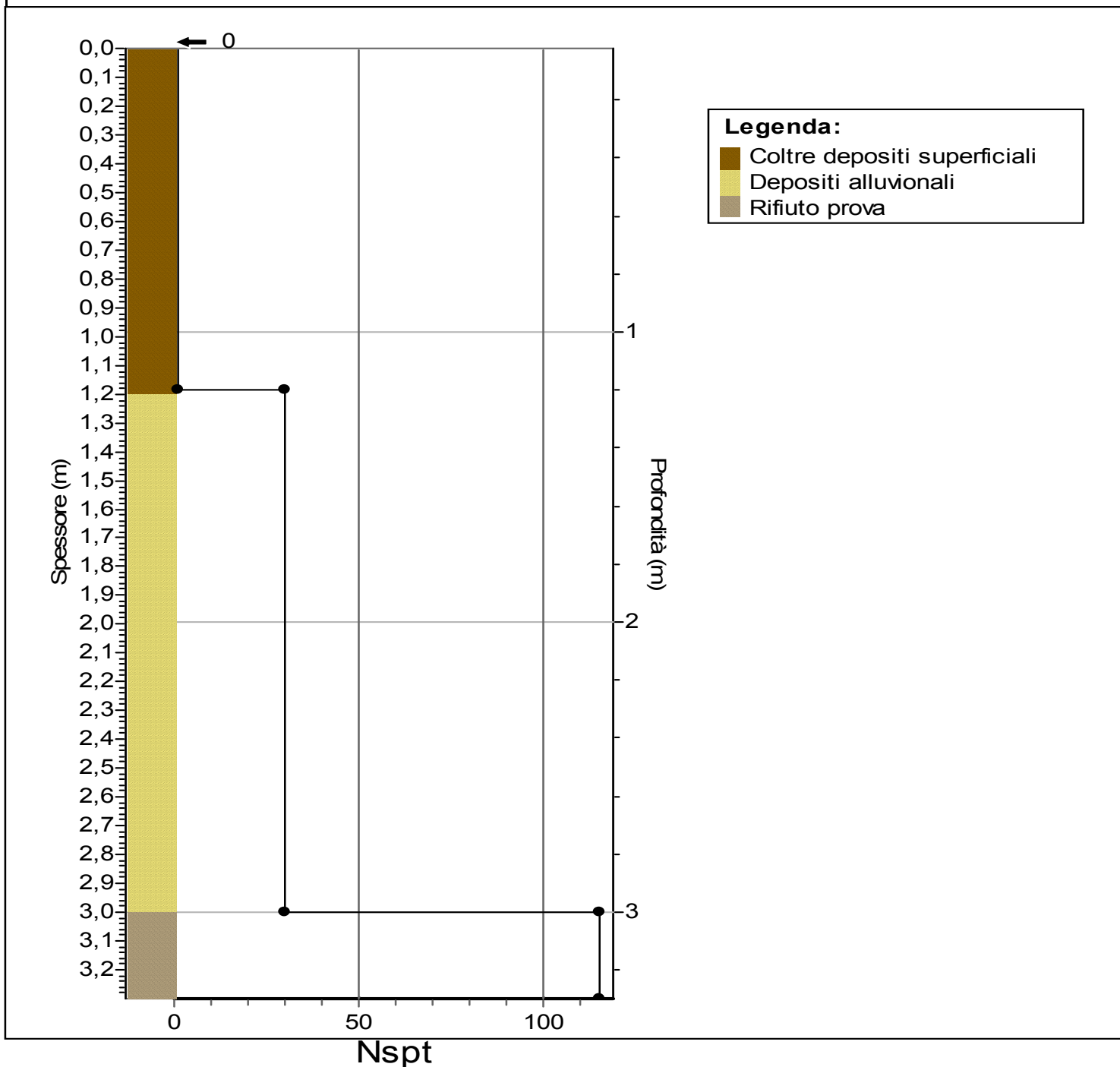
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,30	2	
2	0,60	2	
3	0,90	1	
4	1,20	2	
5	1,50	16	
6	1,80	25	
7	2,10	35	
8	2,40	42	
9	2,70	51	
10	3,00	58	
11	3,30	100	



Via P. Marcolini 27
25060 Tavernole sul Mella
BS

Committente:	Soc. ABACO srl		
Località:	Via Val d'Avio	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	09 Maggio 2017	Data fine cantiere:	
		Sigla:	Prova 3
Attrezzatura:			
Coordinate geografiche:			

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA



TEMU', ATA 03

Strumento: TEN-0007/01-07

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/05/17 11:39:07 Fine registrazione: 09/05/17 11:49:08

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h10'00".

Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

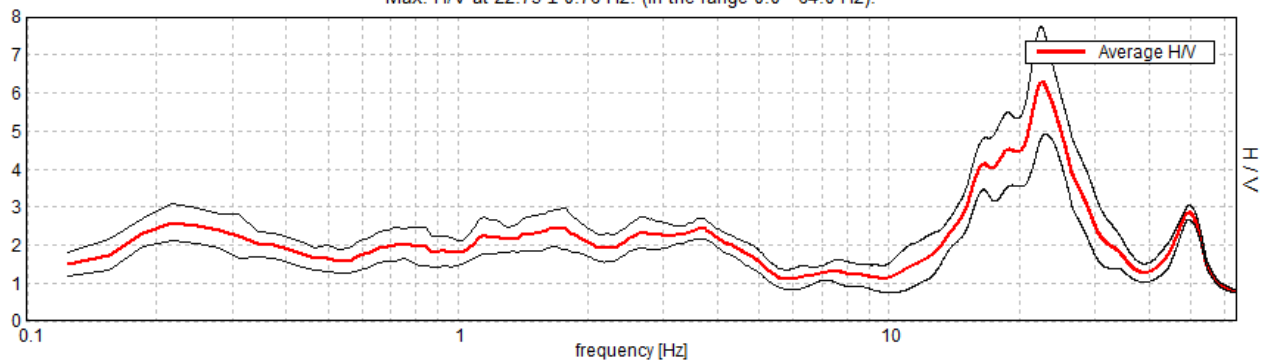
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

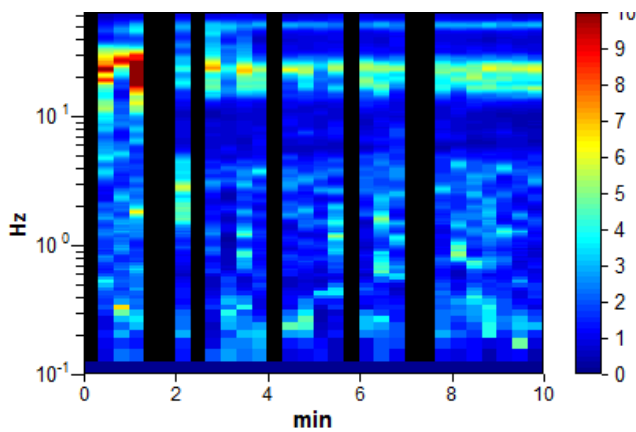
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

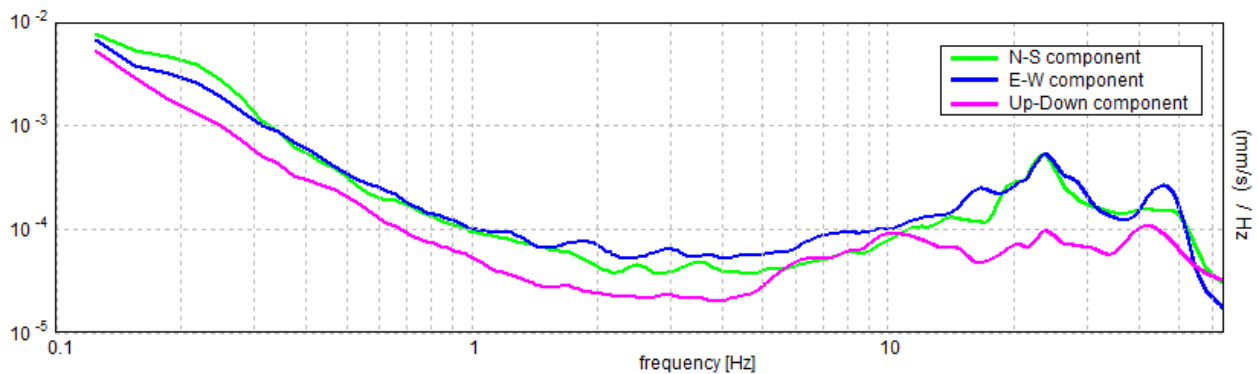
Max. H/V at 22.75 ± 0.76 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V

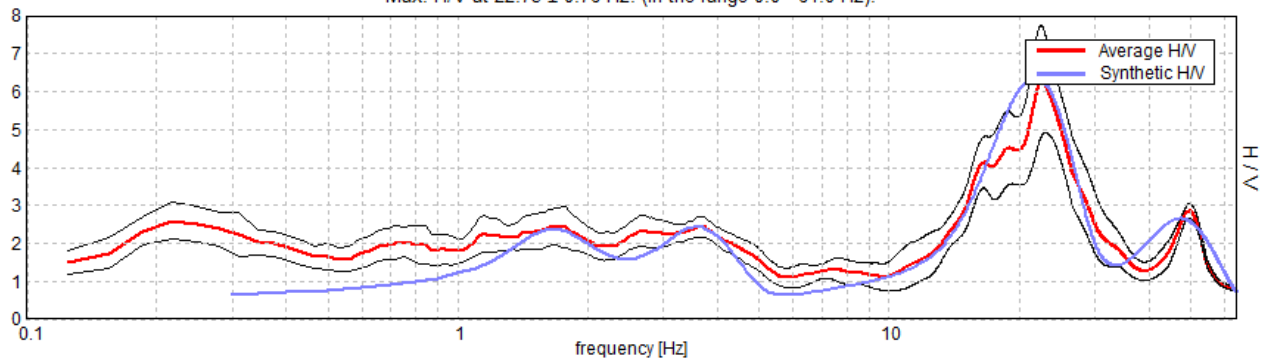


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



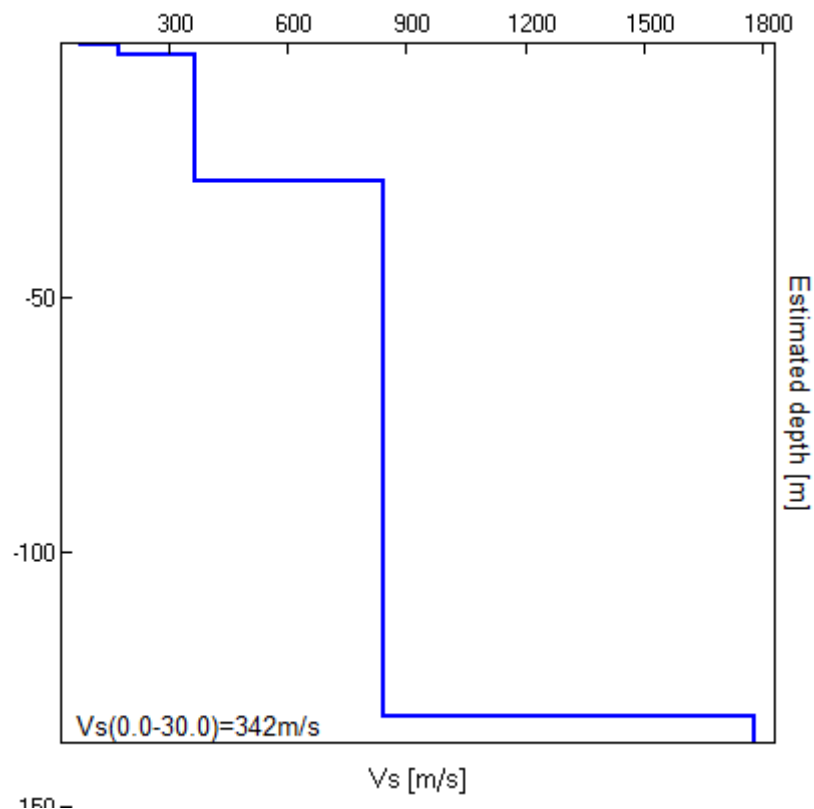
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 22.75 ± 0.76 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.44	0.44	76	0.40
2.24	1.80	172	0.35
27.24	25.00	366	0.29
132.24	105.00	840	0.20
inf.	inf.	1780	0.15

$V_s(0.0-30.0)=342\text{m/s}$



[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 22.75 ± 0.76 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$22.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10010.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1093	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	15.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.29 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0334 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.75991 < 1.1375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.398 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20