

COMUNE DI CASTIGLIONE FALLETTO

**REALIZZAZIONE DI NUOVI SERBATOI PER
POTENZIAMENTO STOCCAGGIO ESISTENTE**

Novembre 2022



COMMITENZA
TECNOEDIL S.P.A.
Gruppo Egea
Via vivaro n.2 - 12050 Alba (CN)

**Costa &
ASSOCIATI**
INGEGNERIA
ARCHITETTURA



A1170

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**
Fabrizio Costa
Dott. Ing. Fabrizio Costa

PROGETTAZIONE
ing. Fabrizio Costa

Corso Bra, 48/3 - 12051 Alba (CN)
tel/fax 0173.361880 info@studiocosta.eu

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTO

descrizione elaborato:

RT 04

RELAZIONE GEOLOGICA

ed. rev. descrizione

redatto controllato approvato data

commessa:

codice lavoro:

fase:

PROVINCIA
DI
CUNEO

COMUNE
DI
CASTIGLIONE FALLETTO

**REALIZZAZIONE DI SERBATOI PER
POTENZIAMENTO STOCCAGGIO ESISTENTE**

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA

(caratterizzazione e modellazione geologica
del sito – p.to 6.2.1 NTC 2018)

RELAZIONE GEOTECNICA

(indagini, caratterizzazione e modellazione
geotecnica del sito – p.to 6.2.2 NTC 2018)

**L.R. 45/1989 - Circolare n.3/AMB del
31/08/2018**

COMMITENTE:



Tecnoedil S.p.A.

Sede legale: Via Vivaro, 2 - 12051 ALBA (CN)

Sede amministrativa: Corso Nino Bixio, 8 – 12051 ALBA (CN)

| | | | |
|-----|-----------------|-------------|--|
| A | OTTOBRE 2022 | Emissione | STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA Michele ACTIS-GIORGETTO C.so Bra 48/3 – 12051 - Alba (CN) – Tel 0173-34557 Fax 0173-366014 Professionista Incaricato: Dott. Geol. Michele Actis-Giorgetto |
| rev | data | descrizione | preparato |

Documento

M-L-2022-10-21-A



RG

INDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | INQUADRAMENTO URBANISTICO | 5 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO | 8 |
| 4 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO..... | 10 |
| 4.1 | Inquadramento idrogeologico..... | 11 |
| 5 | INDAGINE GEOGNOSTICA | 12 |
| 6 | ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO..... | 17 |
| 7 | MODELLAZIONE GEOTECNICA: PROPRIETÀ FISICO MECCANICHE DEI TERRENI..... | 18 |
| 8 | CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA..... | 19 |
| 9 | CONSIDERAZIONI E RACCOMANDAZIONI TECNICHE..... | 24 |
| | ALLEGATO: REPORT INDAGINE GEOFISICA HVSR | 27 |
| | ALLEGATO: SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA | 28 |

1 PREMESSA

Il presente studio è stato realizzato a supporto ed indirizzo del Progetto per la “Realizzazione di serbatoi per potenziamento stoccaggio esistente” da realizzarsi nei pressi di loc. Parusso, nel Comune di Castiglione Falletto (CN).

In particolare, come si evince dagli elaborati progettuali ad opera dell’ing. F. Costa, è costituito realizzazione di n°2 nuove vasche di accumulo idrico a scopo idropotabile, come ampliamento della vasca esistente, per aumento della capacità di stoccaggio.

In figura 1-1 è rappresentata l’area al taglio della cartografia BDTRE. In figura 1-2 è rappresentata l’area su stralcio di immagine satellitare GoogleSatellite®.

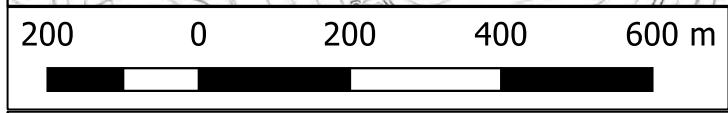
Lo studio è stato realizzato in ottemperanza e secondo quanto previsto dalle seguenti normative:

- D.M. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate ...";
- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- NTA dello strumento urbanistico vigente;
- L.R. 45/89, circolare P.G.R. n° 3/AMB del 31/8/2018.

In particolare la presente relazione compendia al suo interno i contenuti dei seguenti elaborati così come definiti dall’Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018 e dalle relative Istruzioni emanate con circolare 21 Gennaio 2019 n° 7 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:

- Relazione Geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito di cui al punto 6.2.1;
- Relazione Geotecnica di cui al punto 6.2.2. NTC 2018 con contenuti limitati alla descrizione e risultanze delle indagini geotecniche condotte, alla descrizione e risultanze delle eventuali indagini di tipo geofisico propedeutiche alla definizione dell’azione sismica di progetto (categoria di sottosuolo e condizioni topografiche di cui al p.to 3.2.2 NTC 2018) e alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni sulla base della quale, se condivisa, il progettista strutturale potrà definire i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Si precisa infatti che la presente relazione comprende solo parte dei contenuti di cui al punto 6.2.2 NTC 2018 e non comprende i contenuti di cui ai punti dal 6.2.3 al 6.2.6 e seguenti delle



UBICAZIONE SU CARTOGRAFIA BDTRE

Legenda


 Area di studio

| | | | |
|--|------------------|------------------------|---------------------------|
| Titolo del lavoro | | | |
| REALIZZAZIONE DI SERBATOI PER POTENZIAMENTO STOCCAGGIO ESISTENTE - RG | | | |
| Committente | Codice lavoro | Base topografica | Scala di rappresentazione |
| Tecnoedil S.p.A. | M-L-2022-10-21-A | BDTRE - wms | 1:10.000 |
| Sito | Data | Scala base topografica | |
| Castiglione Falletto (CN) | Ottobre 2022 | 1:10.000 | Figura 1-1 |



UBICAZIONE SU FOTO AEREA*

Legenda

 Area di studio

| | | | |
|---|------------------|------------------------|---------------------------|
| Titolo del lavoro | | | |
| REALIZZAZIONE DI SERBATOI PER POTENZIAMENTO STOCCAGGIO ESISTENTE - RG | | | |
| Committente | Codice lavoro | Base topografica | Scala di rappresentazione |
| Tecnoedil S.p.A. | M-L-2022-10-21-A | Google Maps | 1:2.000 |
| Sito | Data | Scala base topografica | |
| Castiglione Falletto (CN) | Ottobre 2022 | | Figura 1-2 |

NTC 2018 (ed in particolare il punto 6.2.4 inerente le “verifiche della sicurezza e delle prestazioni”) ovvero “le analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere” la cui esecuzione e responsabilità progettuale rimane in capo al progettista strutturale delle opere; tali punti dovranno essere oggetto d’esame all’interno di apposita relazione geotecnico-strutturale predisposta dal progettista strutturale nell’ambito della progettazione geotecnico-strutturale delle opere in progetto.

Per gli obiettivi dello studio sono stati esperiti sopralluoghi in situ e si sono consultati i dati bibliografici a disposizione; in particolare si sono consultate:

- la documentazione geologica allegata al PRGC del Comune di Castiglione Falletto;
- il Foglio 81 “Ceva” della Carta Geologica d’Italia (C.G.I.) alla scala 1:100’000;
- le carte tematiche prodotte dal C.S.I. Piemonte e dalla Banca Dati Geologica Regionale (BDGeo100);
- l’allegato 2 al Piano Assetto Idrogeologico (PAI);
- il Piano Territoriale Provinciale della Provincia di Cuneo (PTP);
- l’inventario fenomeni franosi d’Italia (IFFI), il Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFraP), la Rete Regionale di Controllo sui Movimenti Franosi (ReRCoMF).

Si è quindi effettuata un’indagine geognostica mediante la realizzazione di n°2 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH), e una caratterizzazione sismica del sottosuolo mediante un’indagine HVSr.

2 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Secondo la “Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell’Idoneità all’Utilizzazione urbanistica” del PRGC vigente, l’area in esame ricade in Classe II,c al limite con la classe IIIa definite come:

Classe II,c:

“Porzioni di territorio collinari nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologia possono essere agevolmente superate attraverso l’adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme tecniche di attuazione ispirate al D.M. 11/03/1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell’ambito del singolo lotto edificatorio o nell’intorno significativo”.

Le norme di attuazione di PRGC indicano per tale classe:

“Nell’ambito della Classe II saranno sempre possibili interventi di nuova edificazione e di ampliamento con verifiche locali di profondità, giacitura e stato di conservazione del substrato di fondazione. Ogni nuova opera d’arte impegnativa (es. P.E.C., edifici pubblici, ecc...) dovrà essere preceduta da adeguate ed approfondite verifiche ed analisi.”

Classe IIIa:

“Porzioni di territorio inedificate, ma con possibile presenza di edifici sparsi, ritenute potenzialmente dissestabili (aree ad incerta stabilità, aree caratterizzate da fattori morfologici e geotecnici penalizzanti).”

Le norme di attuazione di PRGC indicano per tale classe:

“Nelle aree individuate dal P.R.G.C. in Classe III-A gli interventi edilizi ammessi, riferiti all’esistente, sono i seguenti: manutenzione dell’esistente, restauro, ristrutturazione, cambi di destinazione d’uso, adeguamenti igienico-funzionali che consentano una più razionale fruizione degli edifici esistenti quali la realizzazione di ulteriori locali, il recupero di preesistenti locali inutilizzati, pertinenze quali box, ricovero attrezzi, ecc....”

Prescrizioni per gli interventi in Classe III-A: Le ristrutturazioni, gli ampliamenti ed i cambi di destinazione d’uso saranno condizionati all’esecuzione di studi di compatibilità geomorfologica comprensivi di indagini geologiche e geotecniche mirate a definire localmente le condizioni di pericolosità e di rischio ed a prescrivere, se ritenuto necessario, gli accorgimenti tecnici atti alla loro mitigazione. Nuovi edifici per attività agricole e residenze rurali dovranno risultare non diversamente localizzabili nell’ambito dell’azienda agricola e la loro fattibilità verificata ed accertata da opportune indagini geologiche, idrogeologiche e, se necessario, geognostiche dirette di dettaglio, in ottemperanza a quanto previsto dalla Circolare 16/URE-1989 e dal D.M. 11.03.88.”

Si evidenzia inoltre che il settore in esame risulta interessato dal Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/24 ed è pertanto soggetto ai disposti della L.R. 45/89; la superficie d'intervento è < 5'000 mq e i volumi di scavo e riporto sono < 2'500 mc. L'autorizzazione è quindi comunale.

L'area in esame ricade all'interno della "Core Zone" dei "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe, Roero e Monferrato" – Patrimonio UNESCO – DGR 30/09/2013 n. 64 – 6436 – art. 33 NTA PPR., in particolare nella zona "La Langa del Barolo".

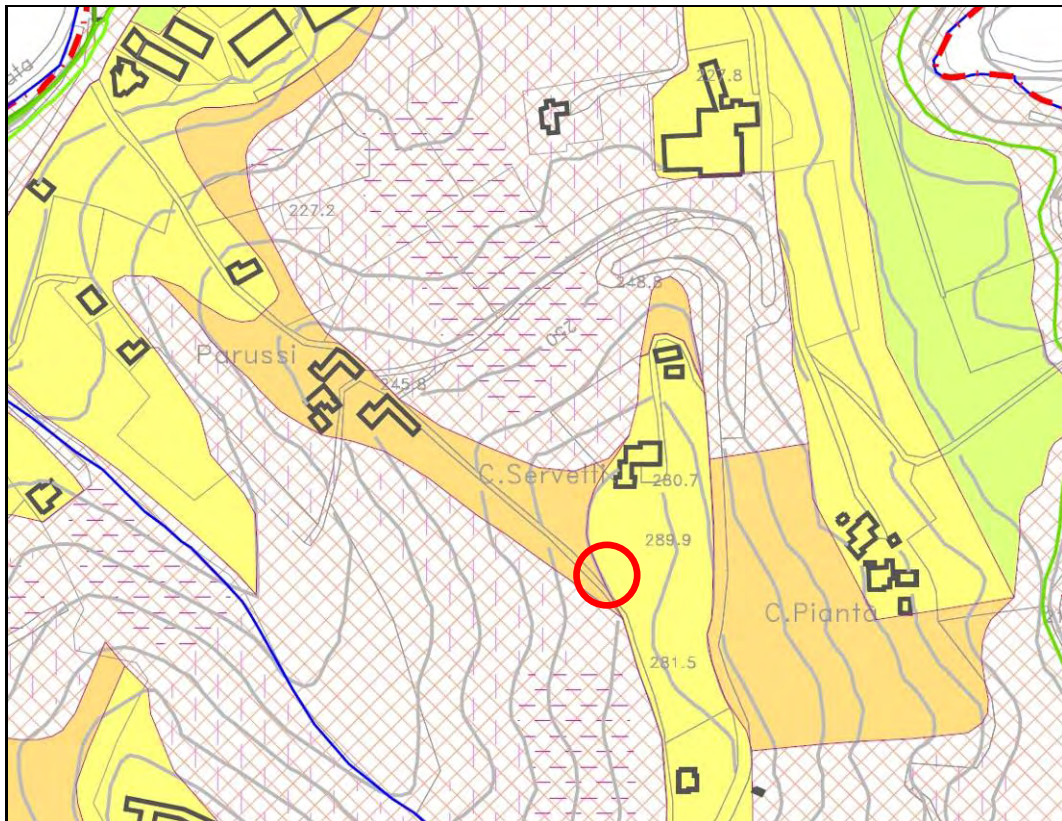


Figura 2-1: estratto Carta di Sintesi del PRG vigente.

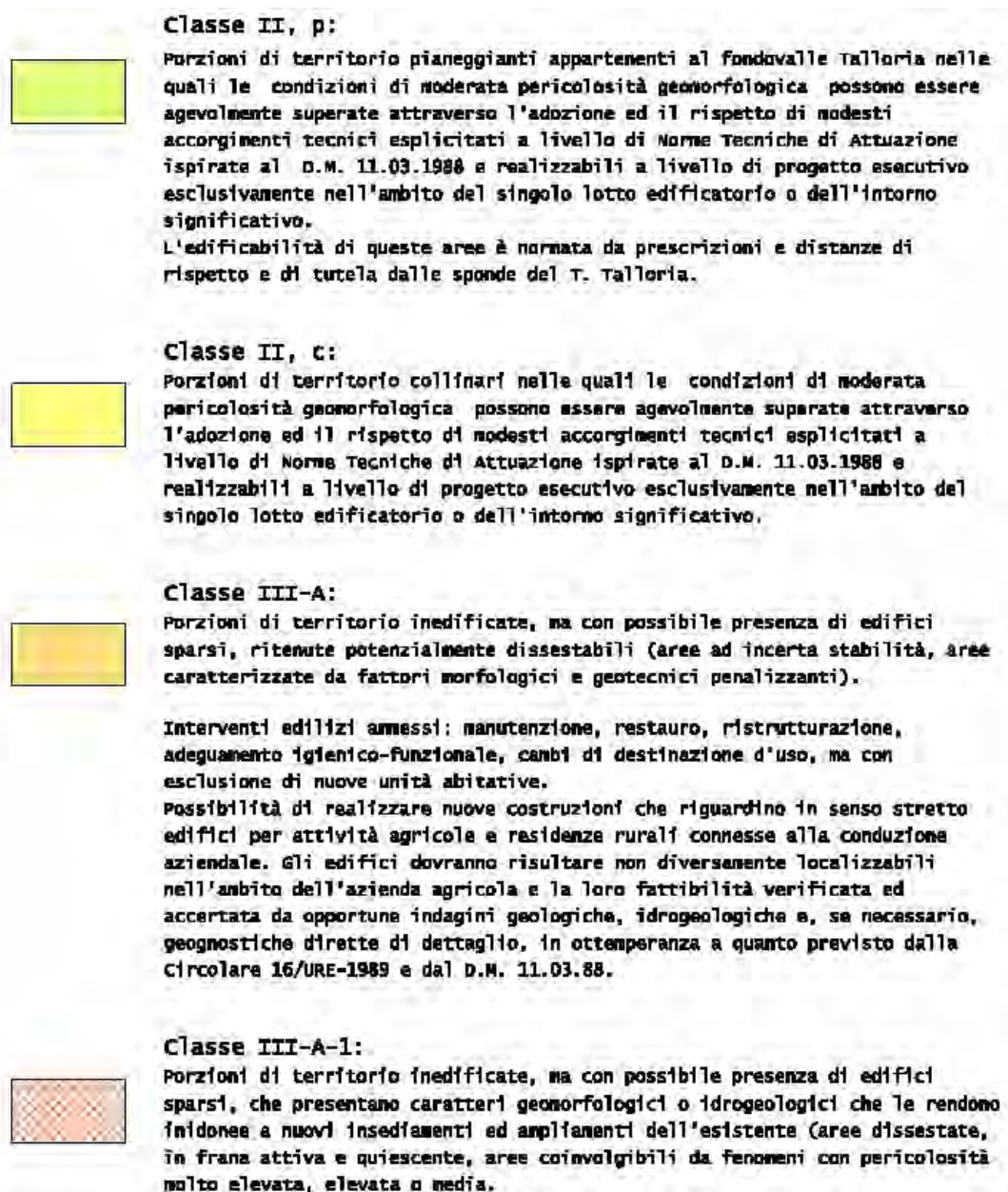


Figura 2-1: estratto Carta di Sintesi del PRG vigente.

3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in esame si colloca sul rilievo collinare allungato in direzione circa NNE-SSW su cui si sviluppa, a S, il centro abitato di Castiglione Falletto e su cui si segue in sommità Via Alba Monforte che attraversa l'edificato e conduce verso N al sito in esame, posto circa 100 ad W di tale viabile presso loc. Parusso.

La dorsale presenta un fianco meno acclive (verso W) e un fianco più acclive (verso Est), discendenti dalla viabile suddetta, in ragione dell'assetto strutturale a monoclinale vergente a NW dell'area, dissecati da incisioni impluviali minori che localmente modificano tale morfologia generale.

I rilievi collinari appartenenti all'ambito delle Langhe, in cui si inserisce il settore in esame, sono infatti caratterizzati in genere dalla presenza di un substrato oligo-miocenico marnoso-arenaceo immergente a NW con bassi angoli (5-10° circa) e presentano morfologie dolci e blande pendenze (in media 10°÷15°) nei versanti con esposizione verso NW, quindi a franapoggio secondo l'assetto strutturale, mentre i versanti con esposizione a SE presentano pendenze in media di 15°-25°, disposti in genere a reggipoggio.

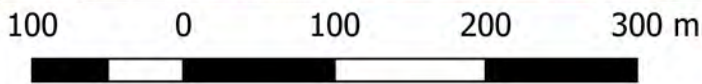
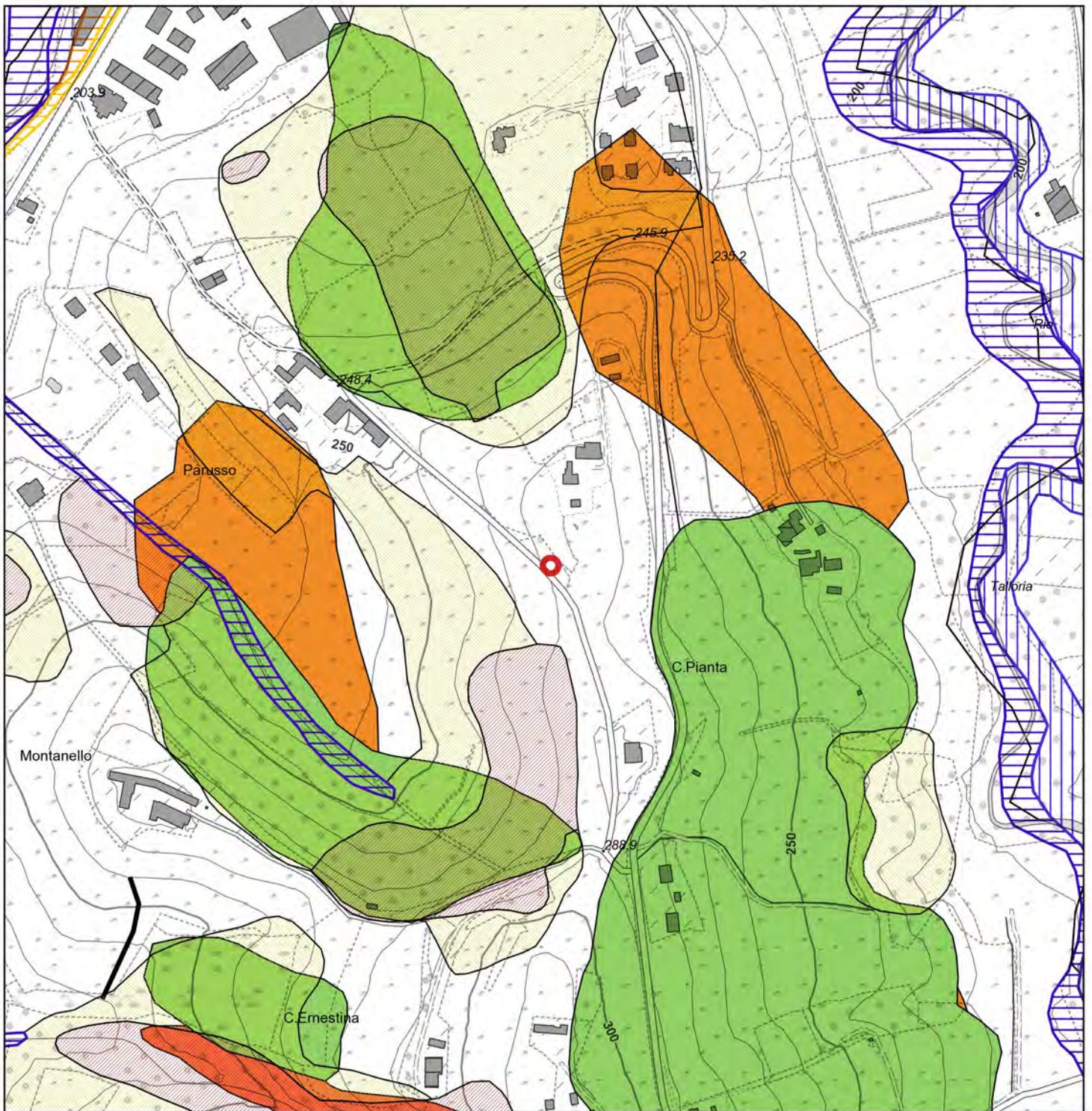
Il sito in esame si localizza all'estremità settentrionale della dorsale, delimitata verso N, al piede, dalla confluenza tra il Rio Talloria dell'Annunziata, proveniente da SW e il Rio Talloria di Castiglione proveniente da SE.

In particolare la vasca esistente è ubicata lungo i tratti superiori del versante esposto ad W, in prossimità del crinale del rilievo; pendio che discende verso un incisione impluviale minore diretta verso il fondovalle del Talloria dell'Annunziata incisa circa 200 a valle del sito.

L'areale occupato dal fabbricato esistente è posto sul lato di monte della strada minore di accesso al sito, seminterrato e incassato nel versante, con lato vallivo esposto sulla viabile. Si tratta di una fascia di pendio sommitale a media pendenza (inclinazione 10-15°) posta poche decine di metri a valle del crinale di rilievo, ad una quota inferiore di alcuni metri.

In fig. 3-1 si propone una carta geomorfologica nella quale sono rappresentati i dati delle seguenti banche dati geologiche:

- la cartografia del C.S.I. (GEOS) e BDGeo100 in scala 1:100.000 della Regione Piemonte;
- cartografia delle banche dati regionali (BDGeo100, Banca dati Eventi).
- gli elaborati cartografici dell'allegato 2 del Piano Assetto Idrogeologico;
- cartografia dell'I.F.F.I./S.I.F.R.A.P. Inventario Fenomeni Franosi d'Italia - Sistema Informativo dei fenomeni Franosi in Piemonte.



CARTA GEOMORFOLOGICA - DATI BIBLIOGRAFICI

PAI (Dissesti areali da PRG)

- Area di frana attiva
- Area di frana quiescente
- Aree di esondazione a pericolosità elevata
- Aree di esondazione a pericolosità media o moderata
- Aree di esondazione a pericolosità molto elevata

SIFRAP

- Frane_areali
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Scivolamento rotazionale/traslatoivo
- Frane_lineari
- Banca dati geologica 100000
- Danni alla rete viaria
- Settori di versante vulnerabili

Titolo del lavoro

REALIZZAZIONE DI SERBATOI PER POTENZIAMENTO STOCCAGGIO ESISTENTE - RG

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Committente Tecnoedil S.p.A. | Codice lavoro M-L-2022-10-21-A | Base topografica BDTRE - wms | Scala di rappresentazione 1:5.000 |
| Sito Castiglione Falletto (CN) | Data Novembre 2022 | Scala base topografica 1:10.000 | Figura 3-1 |

Le banche dati consultate non individuano dissesti in atto o pregressi in corrispondenza del tratto di pendio in questione e delle immediate circostanze, ma inseriscono l'intero pendio posto in vicinanza all'avvallamento impluviale di valle all'interno di estesi fenomeni franosi quiescenti ed attivi individuati dalla cartografia geomorfologica di PRGC, confermati dal SIFRAP perlopiù come scivolamenti di tipo traslazionale/rotazionale e aree soggette a diffuse frane superficiali. In ogni caso l'area di occupazione della vasca esistente e i lati in progetto non risultano essere interessati da tali fenomeni.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Castiglione Falletto si colloca nel **Bacino Terziario Ligure-Piemontese**, delimitato a Nord dal fiume Po, a Sud dall'arco alpino occidentale e dagli Appennini di NW, mentre per il resto è mascherato dai depositi quaternari della pianura Alessandrina ad Est e da quelli dell'Altopiano di Poirino ad Ovest.

Esso costituisce un bacino post-collisionale posto al limite tra la catena alpina e quella appenninica, sviluppatosi a partire dall'Eocene medio in una situazione geodinamica molto complessa. Secondo la classificazione di Bally et al. (1985) il Bacino Terziario Ligure-Piemontese può essere definito come episuturale; infatti esso si sviluppa in corrispondenza della zona in cui la crosta europea sovrascorre la placca insubrica.

All'interno di questo bacino si è soliti distinguere, date le caratteristiche stratigrafico-sedimentarie e l'evoluzione tettonica, la sequenza sedimentaria in due complessi (Carraro, 1994):

- uno stratigraficamente inferiore che costituisce in affioramento il Monferrato e la Collina di Torino (a nord) e Le Langhe (a sud);
- uno superiore, pliocenico-quaternario, che sigilla il precedente.

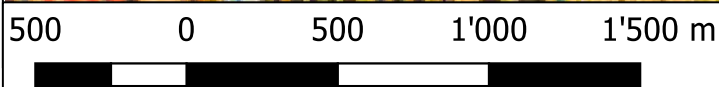
Il territorio in esame si colloca all'interno del dominio strutturale delle Langhe; queste ultime sono caratterizzate da una sequenza di potenti depositi marini oligocenico-miocenici.

L'area in esame si colloca nel foglio n°81 "Ceva", al limite con i Fogli n°69 "Asti" e n°80 "Cuneo" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 (figura 4-1). Tale cartografia inserisce l'area nella Formazione delle Arenarie di Diano d'Alba (Tortoniano) che costituisce il crinale del rilievo, al limite con la sottostante Formazione delle Marne di S. Agata Fossili (Tortoniano).

La Formazione delle Arenarie di Diano D'Alba è costituita da sabbie grigio brune o giallastre in banchi di 3 m di spessore massimo, talora a base conglomeratica; arenarie grigio-giallastre ..., marne, marne sabbiose in giunti.....

Si ritiene che tale formazione sia generata, dal punto di vista deposizionale, da locali violenti accumuli per correnti di torbida nell'ambito di sedimentazione delle Marne di S. Agata Fossili. Dovrebbe pertanto costituire corpi lenticolari, intercalati in posizioni differenti nelle marne citate. E' identificata in cartografia con la sigla M4a.


La Formazione delle Marne di Sant'Agata Fossili è costituita da ripetute alternanze di orizzonti marnosi ed orizzonti marnosi maggiormente sabbiosi, entrambi di esiguo spessore che varia da pochi centimetri a poche decine di centimetri. Localmente, negli orizzonti a componente sabbiosa, si possono osservare strutture da laminazione incrociata oppure locali intercalazioni




CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
Foglio 81 CEVA

LEGENDA

 Area di studio

 **M4a** FORMAZIONE DELLE ARENARIE DI DIANO D'ALBA:
Alternanze di arenarie ..sabbie e marne...
(TORTONIANO)

 **M4** MARNE DI SANT'AGATA FOSSILI: marna e marna siltosa grigia,
talora azzurrognola, grigio-biancastra in superficie, plastica e
omogenea; frequenti foraminiferi [...] [Tortoniano]

Titolo del lavoro

REALIZZAZIONE DI SERBATOI PER POTENZIAMENTO STOCCAGGIO ESISTENTE - RG

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Committente Tecnoedil S.p.A. | Codice lavoro M-L-2022-10-21-A | Base topografica Foglio 81 della C.G.I. | Scala di rappresentazione 1:25.000 |
| Sito Castiglione Falletto (CN) | Data Ottobre 2022 | Scala base topografica 1:100.000 | Figura 4-1 |

sabbioso-conglomeratiche nella parte alta della sequenza deposizionale. Da un punto di vista deposizionale, la Formazione delle Marne di S. Agata Fossili è ricollegabile ad una fase di accentuata subsidenza tettonica del Bacino Terziario Piemontese che instaura le condizioni per la deposizione di marne emipelagiche di scarpata, localmente incise da canali riempiti da depositi conglomeratico-arenacei risedimentati (Ghibaudo et al., 1985).

La formazione in questione è identificata in cartografia con la sigla M4.

4.1 Inquadramento idrogeologico

In sintesi la struttura idrogeologica locale può essere così schematizzata:

1. depositi del BTP: marne, marne sabbiose, talora con orizzonti arenaceo-conglomeratici, che costituiscono acquitardi-acquicludi prevalentemente argillosi o argilloso-sabbiosi, fino a oltre 150 m di profondità.

5 INDAGINE GEOGNOSTICA

In data 20/10/2022 nel sito oggetto di indagine sono state effettuate n° 2 prove penetrometriche dinamiche PPD mediante penetrometro utilizzato per la realizzazione delle prove è del tipo superpesante modello Pagani TG 63/100 (configurazione DPSH – ISSMFE).

È stata inoltre realizzata, in corrispondenza del sito in oggetto, una caratterizzazione sismica del sottosuolo mediante indagine geofisica a mezzo HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) con acquisizione mediante l'utilizzo di un sismografo PASI GEA24.

Prove penetrometriche:

Metodologia di esecuzione della prova

La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,5 kg, da un'altezza di 750 mm su una testa di battuta fissata alla sommità della batteria di aste alla cui estremità è fissata una punta conica con angolo di apertura di 90° e diametro di 51 mm normalizzata. Il numero di colpi per ottenere la penetrazione della punta nel terreno di 30 cm è assunto come indice della resistenza alla penetrazione. La prova consente di determinare sulla base di dati di letteratura, le caratteristiche meccaniche del terreno tramite correlazioni con la resistenza che questo oppone alla penetrazione. Preventivamente risulta necessario trasformare i valori di N30 in N_{spt}.

I valori di N30 (N_{spt}) letti al contatore sono stati diagrammati e forniti in allegato al fondo.



Penetrometro Pagani TG 63/100

| DATI TECNICI | | |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Motore | Tipo | Benzina; 2 cil.; V |
| | Potenza [HP (kW) - RPM] | 16 (12) - 3600 |
| | Raffreddamento | Aria |
| Traslazione | Cingolato a trasmissione idrostatica | Cingolato Gommato |
| | Velocità di traslazione [km/h] | 0 ÷ 1.8 |
| | Pendenza Max % | 25 |
| Pompa Idraulica | Numero di Pompe | 2 |
| | Max. pressione operativa [bar] | 245 |
| Stabilizzatori | Numero | 3 |
| | Tipo | Idraulico |

Dati tecnici dell'attrezzatura

Prova Geofisica (HVSr):

L'indagine geofisica è stata realizzata con la tecnica del HVSr (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio); si rimanda al cap. 8 e all'export del software interpretativo (cfr. Allegato) per quanto riguarda i risultati e la definizione della categoria di sottosuolo.

Di seguito si riportano: la documentazione fotografica dei siti di esecuzione delle prove sito specifiche (figura 5-1, 5-2), l'ubicazione indicativa su stralcio di foto satellitare delle indagini penetrometriche e sismiche realizzate (figura 5-3) e i tabulati restituitivi di tali prove penetrometriche.

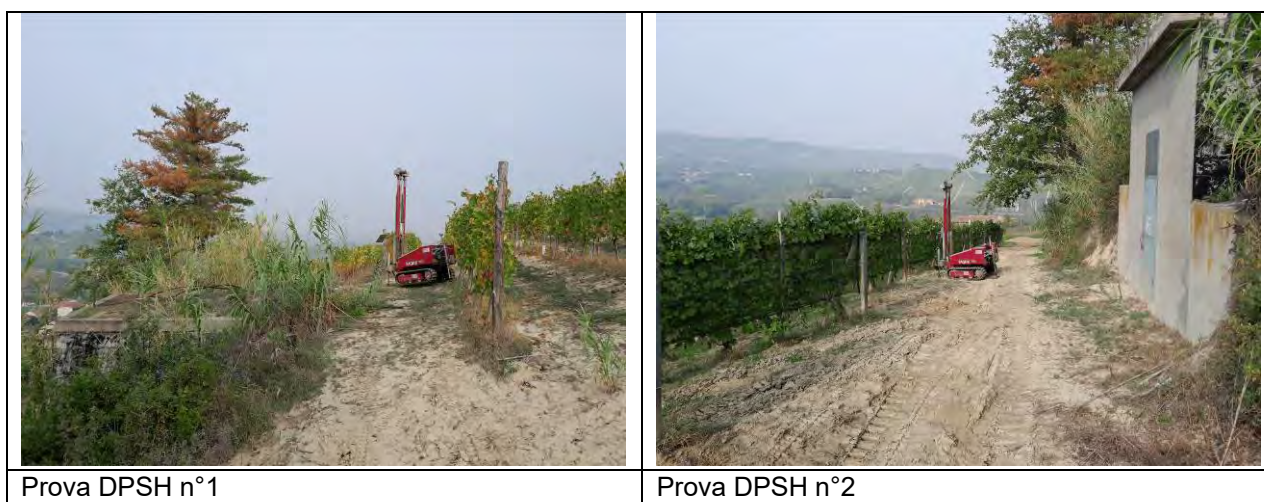


Figura 5-1: *documentazione fotografica prove penetrometriche.*

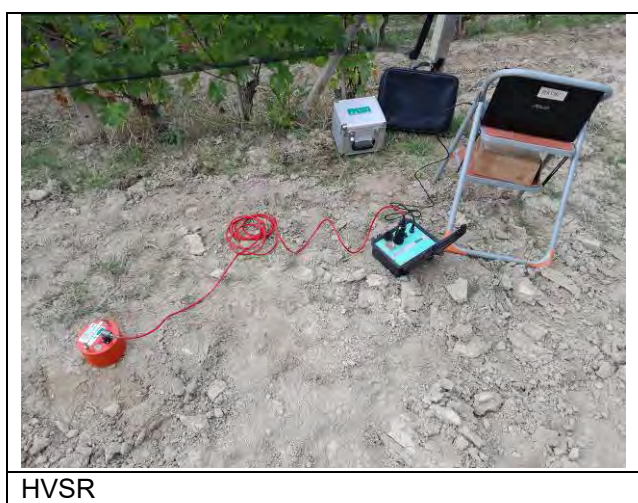


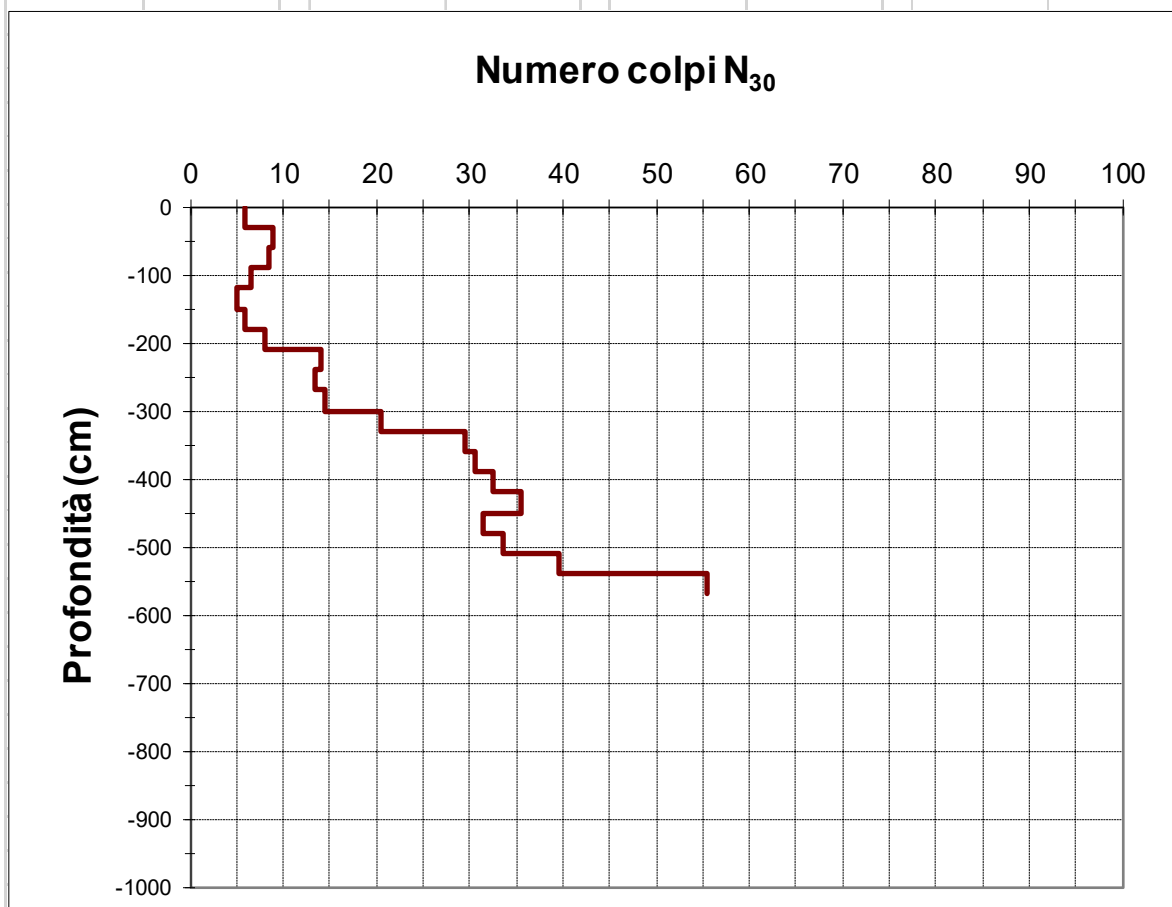
Figura 5-2: *documentazione fotografica HVSr.*



Figura 5-3: ubicazione su foto satellitare (Google Maps) delle prove penetrometriche e geofisiche eseguite.

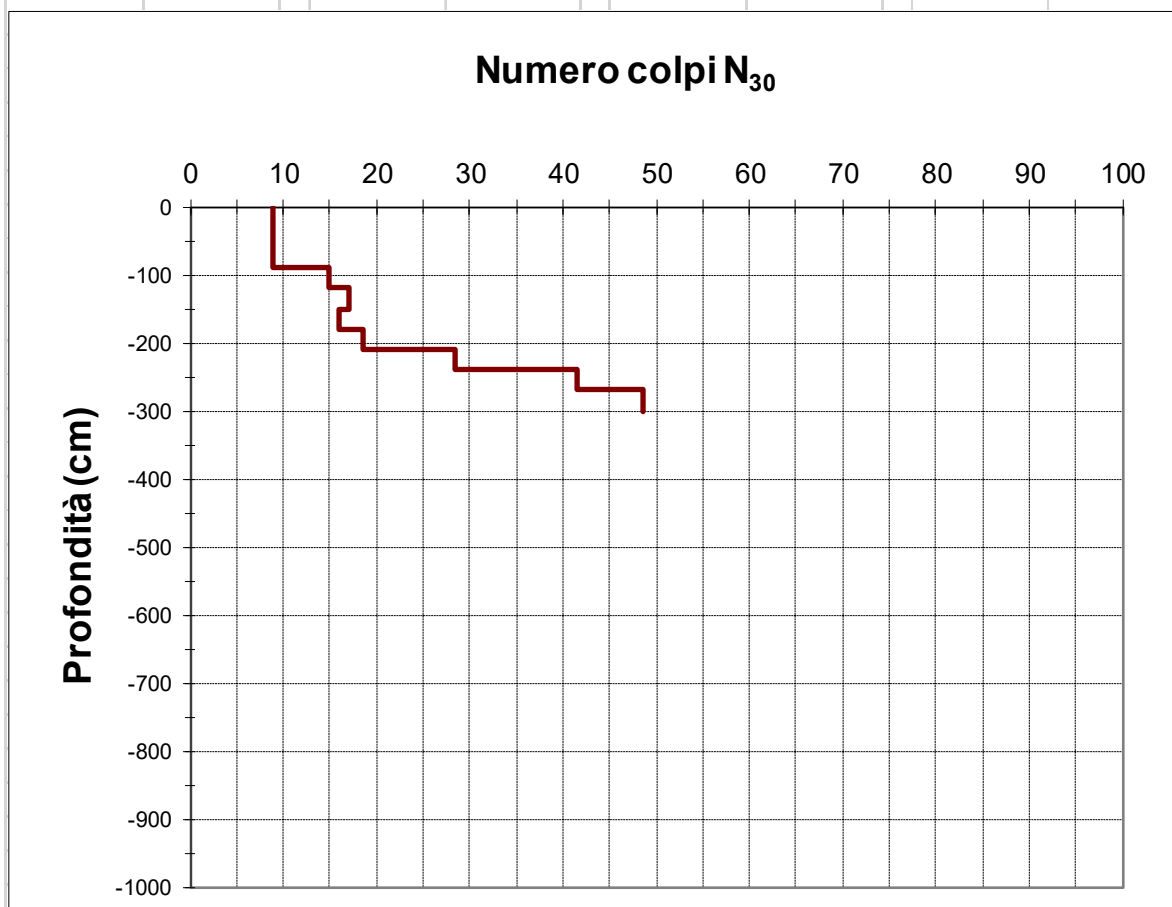
| | |
|---|---|
| Committente : TECNOEDIL S.p.A. | Cantiere : nuovi serbatoi |
| Località : Castiglione Falletto (CN) | Data : 20/10/2022 |
| Prova n° 1 | Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata |
| Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100 | Quota di riferimento: p.c. |

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 33,5 | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 6 | 540 | 39,5 | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 9 | 570 | 55,5 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 8,5 | 600 | | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 6,5 | 630 | | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 5 | 660 | | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 6 | 690 | | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 8 | 720 | | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 14 | 750 | | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 13,5 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 14,5 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 20,5 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 29,5 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 30,5 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 32,5 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 35,5 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 31,5 | 990 | | 1500 | | 2010 | |



| | |
|---|---|
| Committente : TECNOEDIL S.p.A. | Cantiere : nuovi serbatoi |
| Località : Castiglione Falletto (CN) | Data : 20/10/2022 |
| Prova n° 2 | Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata |
| Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100 | Quota di riferimento: p.c. |

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 9 | 540 | | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 9 | 570 | | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 9 | 600 | | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 15 | 630 | | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 17 | 660 | | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 16 | 690 | | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 18,5 | 720 | | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 28,5 | 750 | | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 41,5 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 48,5 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | | 990 | | 1500 | | 2010 | |



6 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Le indagini geognostiche realizzate hanno evidenziato in corrispondenza del sito in esame, la presenza del substrato miocenico, al di sotto della coltre di alterazione superficiale, riferibile ai litotipi limoso-argilloso-sabbiosi e marnoso-arenacei, ascrivibili alle Formazioni delle Arenarie di Diano D'Alba e Marne di Sant'Agata Fossili.

In sommità, si rinvengono i depositi della coltre di alterazione superficiale e di riporto approfondita fino a massimi di 1-2 m circa, costituita da depositi sabbioso-limosi molto sciolti e sciolti con possibile presenza di elementi grossolani per i riporti (**Complesso 1**).

Al di sotto si rinvengono i depositi del substrato maggiormente alterato costituiti da alternanze di depositi limoso-argillosi e sabbiosi da consistenti a molto consistenti rinvenuti fino a profondità comprese tra i 2 e i 5 m in aumento da monte a valle (**Complesso 2**).

In profondità si raggiungono i termini del substrato Miocenico costituito prevalentemente da sabbie molto addensate, arenarie e Marne argillo-sabbiose, ascrivibile alla Formazione delle Marne di Sant'Agata fossili al passaggio con la Formazione delle Arenarie di Diano d'Alba, con grado di alterazione trascurabile, presentandosi duri e pseudolitoidi (**Complesso 3**).

Le verticali penetrometriche non hanno individuato, alla data di esecuzione delle prove, la presenza di acqua di falda nei primi metri, fino alle profondità indagate.

I depositi della coltre e del substrato maggiormente alterato superficiali possono presentare una permeabilità da scarsa a discreta, ove caratterizzati da tessitura prevalentemente limoso-sabbiosa, e possono ospitare una modesta falda idrica temporanea e sospesa, in occasione di eventi meteorici intensi, mentre il sottostante substrato miocenico marnoso risulta essere pressoché impermeabile; è possibile che livelli sabbiosi e sabbioso-limosi talora presenti in questi litotipi ospitino una modesta falda idrica.

In occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, quindi, può verificarsi una saturazione dei terreni superficiali, che può comportare un decadimento delle proprietà geotecniche dei livelli saturati.

L'assetto descritto è ricostruito alla sezione litostratigrafica allegata al fondo.

7 MODELLAZIONE GEOTECNICA: PROPRIETÀ FISICO MECCANICHE DEI TERRENI

Le caratteristiche fisico-meccaniche medie dei terreni propedeutiche alla definizione del modello geotecnico del sito sono state determinate basandosi sulle risultanze delle indagini realizzate, unitamente alla consultazione di dati bibliografici.

Ai fini progettuali si dovrà procedere alla definizione dei parametri geotecnici caratteristici sulla base delle indicazioni delle NTC 2018. La scelta del valore caratteristico ai fini progettuali avviene in due fasi:

- identificazione del parametro geotecnico appropriato ai fini progettuali (es. picco, a vol. costante, residuo, intermedio);
- valutazione del valore caratteristico del parametro (Valore minimo, valore medio);

La scelta dei valori caratteristici è pertanto da derivarsi da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

COMPLESSO 1 - COLTRE ELUVIO-COLLUVIALE – RIPORTI, fino a 1-2 m dal p.c. in condizioni di naturalità: sabbie-limose e limi-sabbiosi sciolti

| | |
|--|-----------------------------------|
| Numero di colpi | N_{30} medio = 5 ÷ 10 |
| Peso di volume * | $\gamma = 1,7-1,8$ t/mc |
| Angolo di resistenza al taglio di picco * | $\phi' = 24^\circ - 27^\circ$ |
| Angolo di resistenza al taglio a vol. costante * | $\phi_{cv} = 21^\circ - 23^\circ$ |
| Coesione efficace * | $c' \approx 0$ Kg/cmq |

COMPLESSO 2A) – LITOTIPI MIOCENICI ALTERATI, da 1-2 m fino a minimi di 2,5-3 m e massimi di 5-5,5 m di profondità circa: limi sabbioso-argillosi e da consistenti a molto consistenti.

| | |
|---|--------------------------------------|
| Numero di colpi | N_{30} medio = 10 ÷ 25 |
| Peso di volume * | $\gamma = 1,8-1,9$ t/mc |
| Angolo di resistenza al taglio di picco * | $\phi' = 25^\circ \div 27^\circ$ |
| Angolo di resistenza al taglio residuo * | $\phi_{cv} = 22^\circ \div 24^\circ$ |
| Coesione non drenata | $C_u = 50 \div 150$ kPa |
| Coesione efficace * | $c' = 5 \div 10$ kPa |

* da esperienze dello scrivente

COMPLESSO 2B) – LITOTIPI MARNOSI MIOCENICI A BASSO GRADO DI ALTERAZIONE:

Marne, marne argillose e marne sabbiose e/o Arenarie dure / pseudolitoidi.

| | |
|-----------------|---------------------|
| Numero di colpi | N_{30} medio > 30 |
|-----------------|---------------------|

| | |
|---|--------------------------------------|
| Peso di volume * | $\gamma = 2,0-2,2 \text{ t/mc}$ |
| Angolo di resistenza al taglio di picco * | $\phi' = 28^\circ \div 31^\circ$ |
| Angolo di resistenza al taglio residuo * | $\phi_{cv} = 25^\circ \div 27^\circ$ |
| Coesione non drenata | $C_u > 300 \text{ kPa}$ |
| Coesione efficace * | $c' = 10 \div 30 \text{ kPa}$ |

8 CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'Ordinanza P.C.M. n ° 3519 del 28/04/2006 riferita a sua volta all'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/03, come aggiornata con D.G.R. n. 6 – 887 del 30/12/2019, classifica il Comune di Castiglione Falletto (AT) in Zona Sismica 4 con valore di riferimento dell'accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $a_g = 0,05 \text{ g}$.

Per la determinazione dei parametri iniziali di accelerazione su suolo rigido si fa riferimento al software online GeostruPS® della Geostru di Cosenza che consente di ricavare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale tramite l'individuazione della relativa pericolosità sismica direttamente da coordinate geografiche, considerando l'opportuna classe d'uso dell'edificio e la relativa vita nominale di progetto.

Per il sito in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate geografiche medie in sistema di riferimento WGS84:

Lat. 44.635455
Long. 7.976828

Secondo le NTC 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

La Circolare 21/01/2019 n° 7 del C.S.LL.PP. precisa che "i metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno".

Laddove il progettista rispetti in fase progettuale tali indicazioni della circolare possono quindi ricorrere i presupposti geologici (condizioni stratigrafiche e proprietà dei terreni chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II) per il ricorso ai metodi semplificati.

Le NTC 2018 prevedono l'esecuzione di prove specifiche per la definizione del parametro V_S (es. Prove down e cross hole, MASW, SASW, dilatometro sismico DMTS, HVSR-Sismica passiva) oppure, limitatamente all'approccio semplificato, mediante correlazioni di comprovata affidabilità con prove penetrometriche dinamiche o statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dove H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30.

Nel caso in esame in data 20/10/2022 è stata eseguita una prova sismica con metodologia HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) in corrispondenza del sito di interesse.

La descrizione dell'indagine e le risultanze sono riportate all'interno delle note tecnico-esecutive dell'Indagine HVSR allegate a fondo testo.

I risultati ottenuti permettono di determinare il profilo di velocità delle onde S riportato in seguito; il computo del parametro $V_{S,eq}$, secondo le NTC 2018 è stato calcolato utilizzando la formula di cui sopra.

Si riportano di seguito i risultati dell'indagine sismica sito specifica svolta:

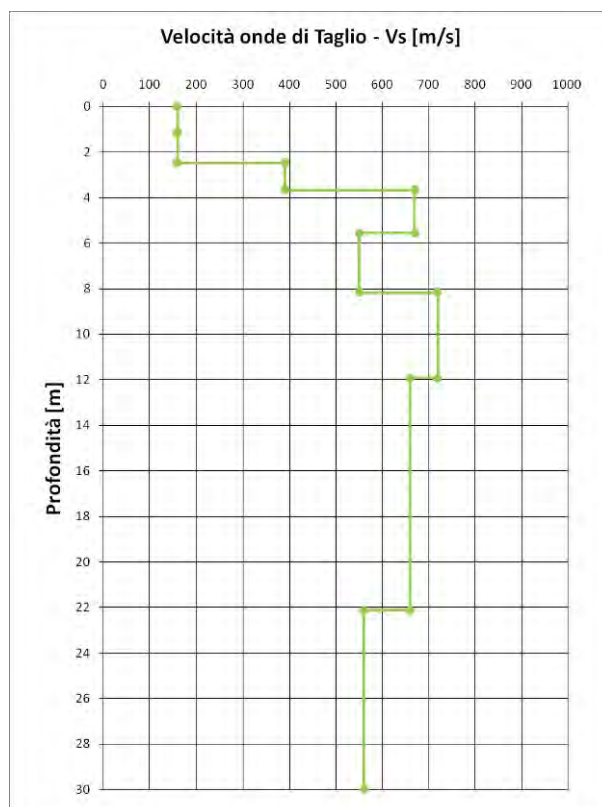


Figura 8-1: Profilo di velocità delle onde V_s con la profondità.

| n. | Profondità [m] | Spessori per calcolo $V_{s_{eq}}$ [m] | V_s [m/sec] | h/V_s |
|----|-------------------|--|------------------|---------|
| 1 | 0,0 | 1,16 | 160 | 0,0073 |
| 2 | 1,2 | 1,31 | 160 | 0,0082 |
| 3 | 2,5 | 1,20 | 390 | 0,0031 |
| 4 | 3,7 | 1,89 | 670 | 0,0028 |
| 5 | 5,6 | 2,61 | 550 | 0,0047 |
| 6 | 8,2 | 3,76 | 720 | 0,0052 |
| 7 | 11,9 | 10,19 | 660 | 0,0154 |
| 8 | 22,1 | 7,88 | 560 | 0,0141 |
| 9 | 30,0 | - | - | - |

Risultati indagine HVSr

| | |
|---|------|
| Frequenza fondamentale di vibrazione [Hz] | 19.8 |
| $V_{s_{eq}}$ [m/sec] | 493 |
| Categoria del suolo | B |
| Substrato sismico [m] | n.d. |

La velocità delle onde di taglio di superficie $V_{s,eq}$ risultante è pari a 493 m/s, il sito risulterebbe pertanto localizzato all'interno della **categoria di sottosuolo B** ovvero tra "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.”

La categoria topografica ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2018 è al limite superiore della T1, definita come “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| 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. |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Tali informazioni potranno essere utilizzate per la definizione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica (S_S e C_C) e amplificazione topografica (S_T) a partire dalla pericolosità sismica di base in riferimento alle diverse probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Si forniscono di seguito i parametri sismici relativi agli stati limite ricavati con il software online GeostruPS per il sito in esame, considerando come ipotesi la classe d'uso II e una vita nominale di 50 anni:

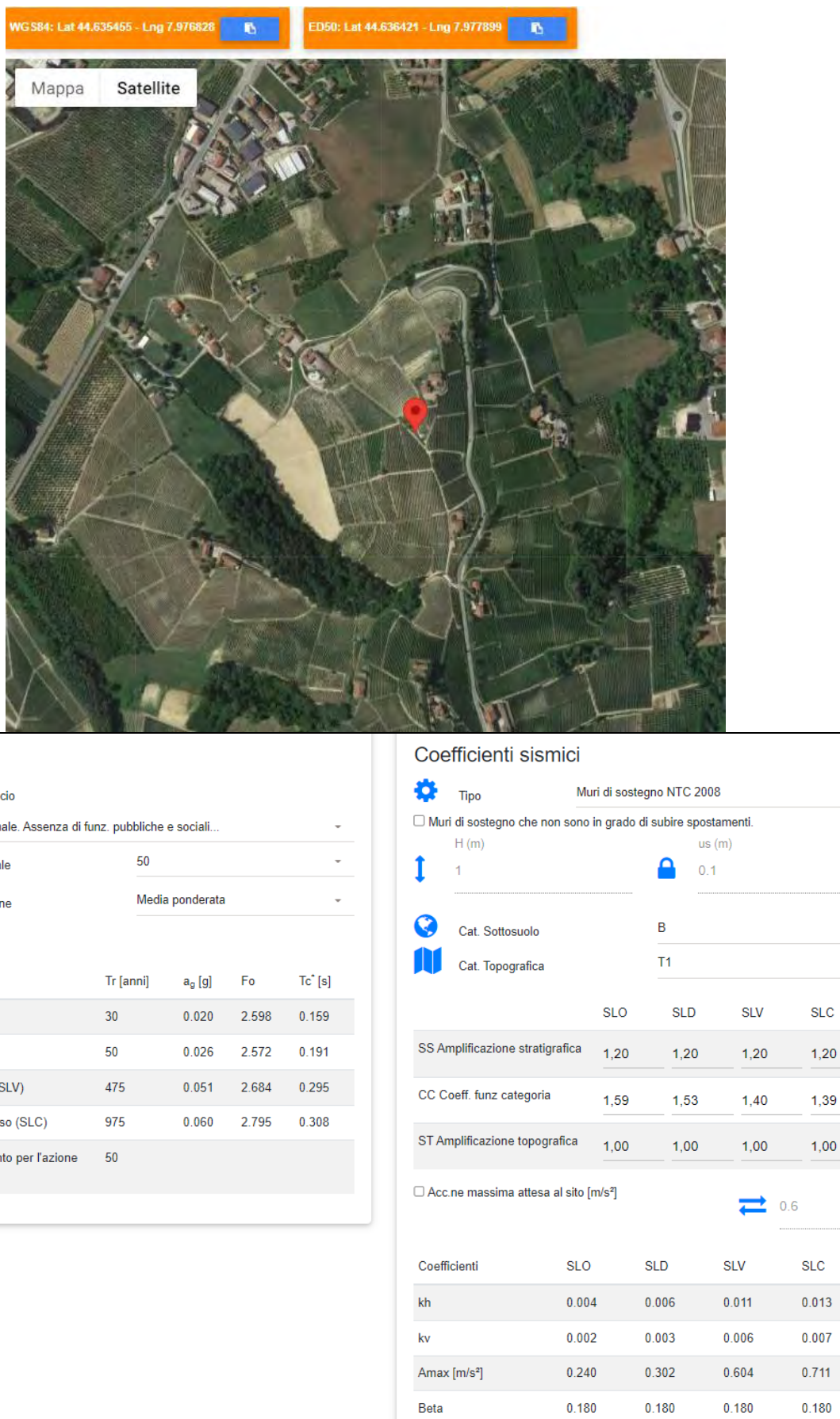


Figura 8-2: Parametri sismici sito specifici ricavati con il software online GeostruPS®.

9 CONSIDERAZIONI E RACCOMANDAZIONI TECNICHE

Il presente studio è stato realizzato a supporto ed indirizzo del Progetto per la “Realizzazione di serbatoi per potenziamento stoccaggio esistente” da realizzarsi nei pressi di loc. Parusso, nel Comune di Castiglione Falletto (CN).

In particolare, si tratta della realizzazione di n°2 nuove vasche di accumulo idrico a scopo idropotabile, come ampliamento della vasca esistente, per aumento della capacità di stoccaggio.

La relazione ha lo scopo di fornire una descrizione delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche dell'area di intervento, in relazione alle opere fondazionali dell'opera in esame.

L'area in esame rientra in Classe II,c al limite con la Classe IIIa, in base alla “*Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione urbanistica*” del PRGC vigente. Si evidenzia inoltre che il settore in esame risulta interessato dal Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/24 ed è pertanto soggetto ai disposti della L.R. 45/89; la superficie d'intervento è < 5'000 mq e i volumi di scavo e riporto sono < 2'500 mc. L'autorizzazione è quindi comunale.

Le indagini geognostiche hanno evidenziato la presenza, in corrispondenza del sito in esame, di depositi della coltre di alterazione superficiale e di riporto approfonditi fino a massimi di 1-2 m circa, costituita da depositi sabbioso-limosi molto-sciolti e sciolti con possibile presenza di elementi grossolani per i riporti. (**Complesso 1**). Al di sotto si rinvencono i depositi del substrato maggiormente alterato costituiti da alternanze di depositi limoso-argillosi e sabbiosi da consistenti a molto consistenti rinvenuti fino a profondità comprese tra i 2 e i 5 m circa in aumento da monte a valle (**Complesso 2**).

In profondità si raggiungono i termini del substrato Miocenico costituito prevalentemente da sabbie molto addensate, arenarie e Marne argillo-sabbiose, ascrivibile alla Formazione delle Marne di Sant'Agata fossili al passaggio con la Formazione delle Arenarie di Diano d'Alba, con grado di alterazione trascurabile, presentandosi duri e pseudolitoidi (**Complesso 3**).

Le verticali penetrometriche non hanno individuato, alla data di esecuzione delle prove, la presenza di acqua di falda nei primi metri, fino alle profondità indagate.

I depositi della coltre e del substrato maggiormente alterato superficiali possono presentare una permeabilità da scarsa a discreta, ove caratterizzati da tessitura prevalentemente limoso-sabbiosa, e possono ospitare una modesta falda idrica temporanea e sospesa, in occasione di eventi meteorici intensi, mentre il sottostante substrato miocenico marnoso risulta essere pressoché impermeabile; è possibile che livelli sabbiosi e sabbioso-limosi talora presenti in

questi litotipi ospitano una modesta falda idrica.

In occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, quindi, può verificarsi una saturazione dei terreni superficiali, che può comportare un decadimento delle proprietà geotecniche dei livelli saturati.

In base ai sopralluoghi esperiti, alle indagini eseguite e al materiale bibliografico consultato, non si sono individuate, nell'area in oggetto, particolari problematiche di carattere geologico - geomorfologico per l'intervento in progetto.

Al Cap. 7, a cui si fa integrale rimando, sono riportate le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni ricavate in base all'indagine geognostica eseguita per il sito in esame, che possono essere utilizzate, qualora siano condivise dal progettista, per la costruzione del Modello Geotecnico.

Tale modello potrà essere utilizzato dal progettista per eseguire le verifiche ai sensi del punto 6.2.4 e successivi delle NTC 2018, con particolare riferimento alle opere fondazionali.

Nel caso in esame si è provveduto alla valutazione preliminare dei valori di V_s tramite l'esecuzione di una indagine sismica HVSR le cui risultanze sono esposte al Cap. 8 e all'Allegato 1.

Sulla base di tale indagine il sito risulta localizzato su sottosuolo di categoria B.

L'adeguata tipologia fondazionale (fondazioni superficiali continue platea o graticcio di travi rovesce o fondazioni profonde tipo pali) dovrà essere valutata dal progettista in base ad un corretto dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere, basato sulle verifiche previste per legge (rif.to D.M. 11/03/88 e D.M. 17/01/2018) atte a verificare la stabilità dell'opera e del sistema opera/terreno.

Per la predisposizione del piano di posa fondazionale, in caso di fondazioni superficiali, sarà comunque necessario rispettare i disposti del D.M. 11/03/88 ed in particolare:

- eventuali acque di ruscellamento e/o stagnanti dovranno essere allontanate dagli scavi;
- si dovrà proteggere e predisporre il piano di posa delle fondazioni mediante rullatura preventiva dei terreni naturali messi a giorno e posa di conglomerato magro o altro materiale idoneo quale ad esempio un misto granulare adeguatamente rullato e costipato di spessore adeguato con eventuale posa alla base di geotessuto ad elevata resistenza (es. Tenax LBO SAMP).

Nel caso in cui il progettista intenda fare ricorso a fondazioni profonde, quali ad esempio pali trivellati di medio diametro, che sono la tipologia più diffusa nei terreni e nel contesto geologico-geomorfologico di riferimento, si rimarca che essi dovranno garantire un adeguato

immorsamento nel substrato miocenico a basso grado di alterazione: la lunghezza effettiva dovrà comunque sempre garantire un immorsamento minimo di 2,5 – 3 m all'interno di terreni del substrato miocenico duri, a buone caratteristiche geotecniche, rinvenuti dall'indagine effettuata.

In fase esecutiva sarà possibile individuare l'eventuale presenza di livelli sabbiosi non adatti all'immorsamento dei pali stessi; in tale circostanza sarà possibile quindi valutare la corretta lunghezza dei pali.

Si rammenta al progettista di procedere alle verifiche SLU di tipo strutturale e alle verifiche SLU e SLE di tipo geotecnico per carico limite ed ammissibile dell'insieme fondazione profonda – terreno nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione e trasversali (p.to 6.4.3.1 NTC 2018).

In ogni caso il dimensionamento corretto delle strutture di fondazione dovrà essere basato sulle verifiche previste dalla normativa vigente e dovrà quindi tenere conto degli sforzi tangenziali; si dovrà quindi tra l'altro valutare, nel caso di adozione di pali profondi in fase progettuale, la lunghezza degli stessi, la loro geometria e disposizione (su singola fila o a quinconce) e l'eventuale necessità di fare ricorso a tiranti.

Nel rispetto di tali prescrizioni ed indicazioni, e conformemente a quanto previsto dalle NTA del PRG, dal D.M. 11/03/88 e dal D.M. 17/01/2018, è pertanto possibile procedere alla realizzazione degli interventi in progetto ritenendoli compatibili con l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi.

ALLEGATO: REPORT INDAGINE GEOFISICA HVSR

**REALIZZAZIONE DI SERBATOI PER
POTENZIAMENTO STOCCAGGIO ESISTENTE**

Data: 20 Ottobre 2022

Il committente
Tecnoedil S.p.A.

IL Tecnico

Dott. Geol. Michele Actis-Giorgetto

Il Progettista

Indagine geofisica tramite tecnica HVSR

Indagine HVSR

Con il metodo HVSR a “stazione singola”, viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e quella verticale del noise (rumore) simico ambientale (oscillazioni del suolo indotte da fattori naturali o antropici), registrato da una singola stazione.

L'utilizzo del rapporto spettrale tra la media delle componenti orizzontali H e quella verticale V, eseguito nel dominio della frequenza, rappresenta uno strumento speditivo per stimare l'incidenza delle condizioni locali sull'amplificazione dello scuotimento, dovuto ad un sisma.

Tale rapporto, infatti, mostra dei picchi in corrispondenza delle frequenze di vibrazione del terreno e permette di individuarne la frequenza di risonanza fondamentale.

Le frequenze (f) a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge semplificata che lega lo spessore (h) della parte più soffice del terreno (ovvero la parte di materiali sovrastante il bedrock), con la velocità media (Vs) delle onde simiche di taglio nel sottosuolo (ricavata per esempio dai metodi attivi):

$$f = n \frac{V_s}{4h}$$

dove n indica l'ordine del moto di vibrare che nel caso di misure H/V è uguale a 1 poiché la tecnica permette di registrare solo il primo modo di vibrare.

L'intervallo di frequenze che solitamente si analizza è compreso tra 0.1–100 Hz anche se le frequenze di interesse geologico sono al di sotto dei 40-50 Hz (una frequenza di 50 Hz è attribuibile ad uno strato di 1 m con una Vs di 200 m/s).

Tabella 1 - Range di frequenza prodotti dalle sorgenti naturali e antropiche di microtremore.

| Sorgenti naturali e antropiche | Bande di Frequenza secondo Gutenberg (Hz) | Bande di frequenza secondo Asten e Henstridge (Hz) |
|--|--|---|
| Onde sulla costa | <i>0.05 - 0.1</i> | <i>0.5 - 1.2</i> |
| Perturbazioni meteorologiche su grande scala | <i>0.1 - 0.25</i> | <i>0.16 - 0.5</i> |
| Cicloni oceanici | <i>0.3 - 1</i> | <i>0.5 - 3</i> |
| condizioni meteorologiche locali | <i>1.4 - 5</i> | - |
| Tremori vulcanici | <i>2 - 10</i> | - |
| Rumore urbano | <i>1 - 100</i> | <i>1.4 - 30</i> |

Dati generali

Data 20/10/2022

Ubicazione indagine

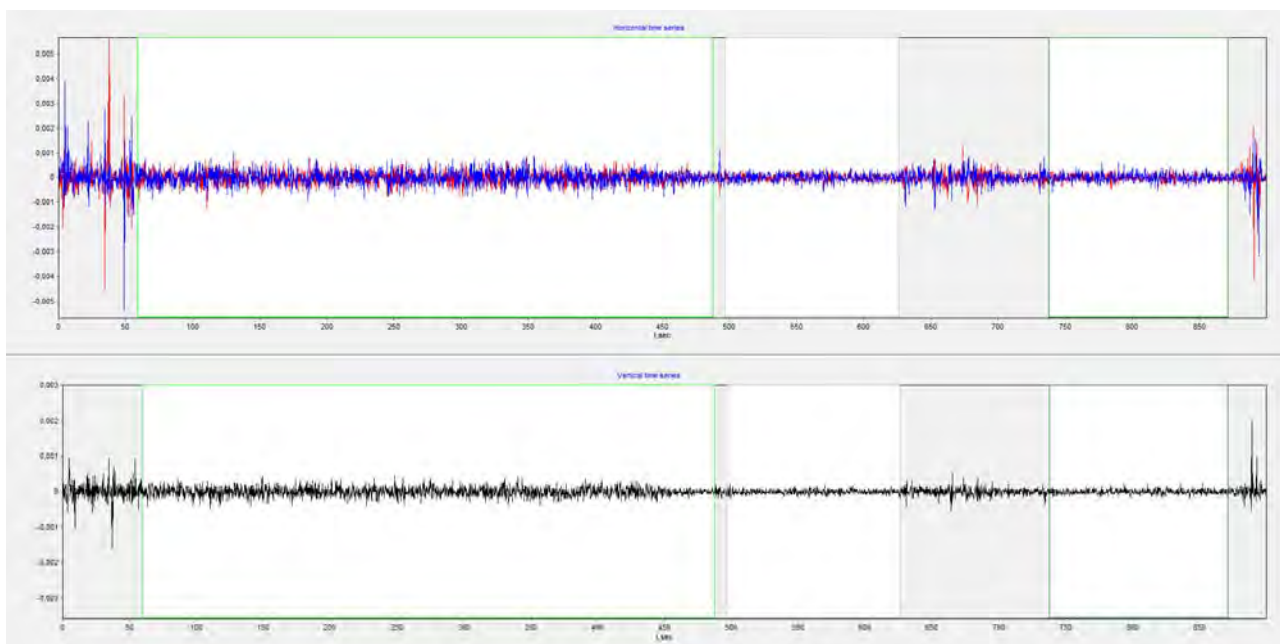
Comune di Castiglione Falletto (CN).



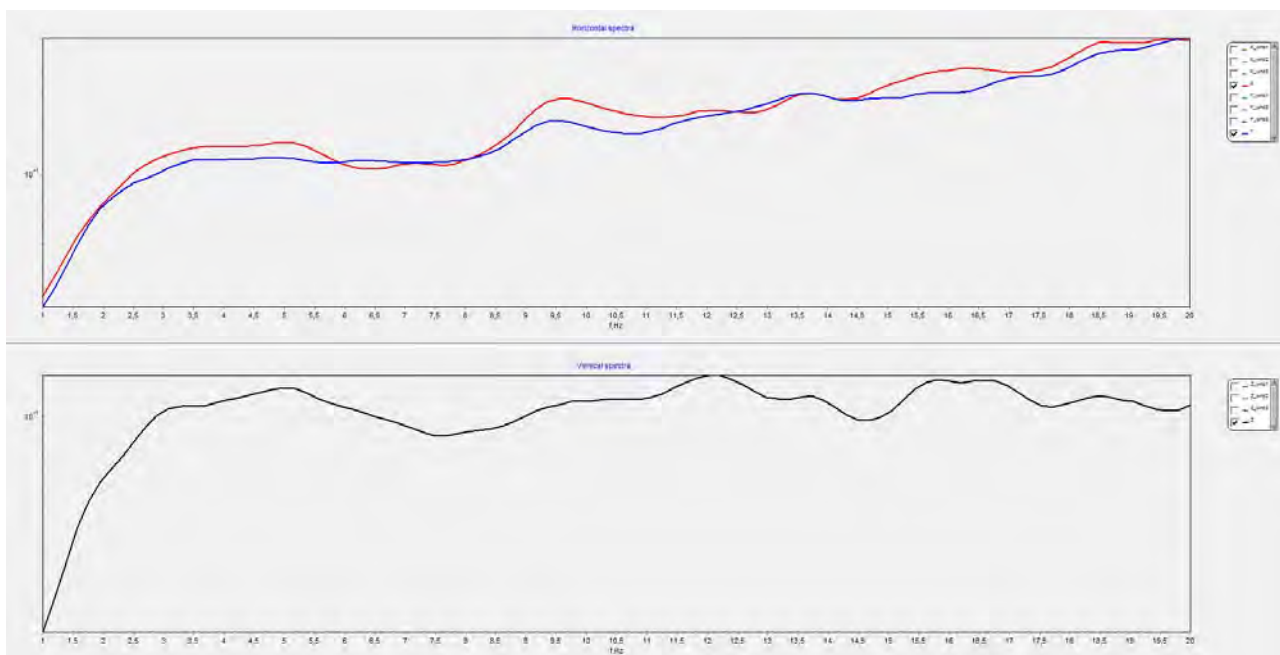
Analisi dati HVSR

| | |
|------------------------------|-----|
| Tempo di acquisizione [sec]: | 900 |
| Finestre di analisi | 3 |
| Frequenza massima [Hz] | 20 |

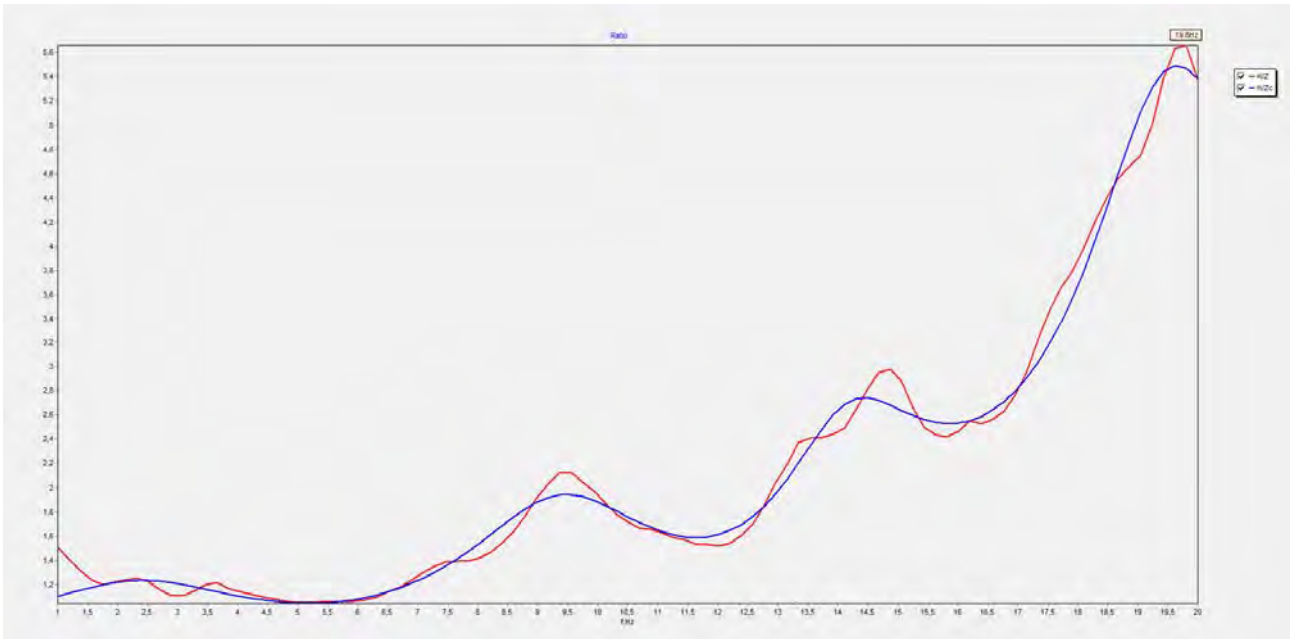
Serie temporali e finestre di analisi



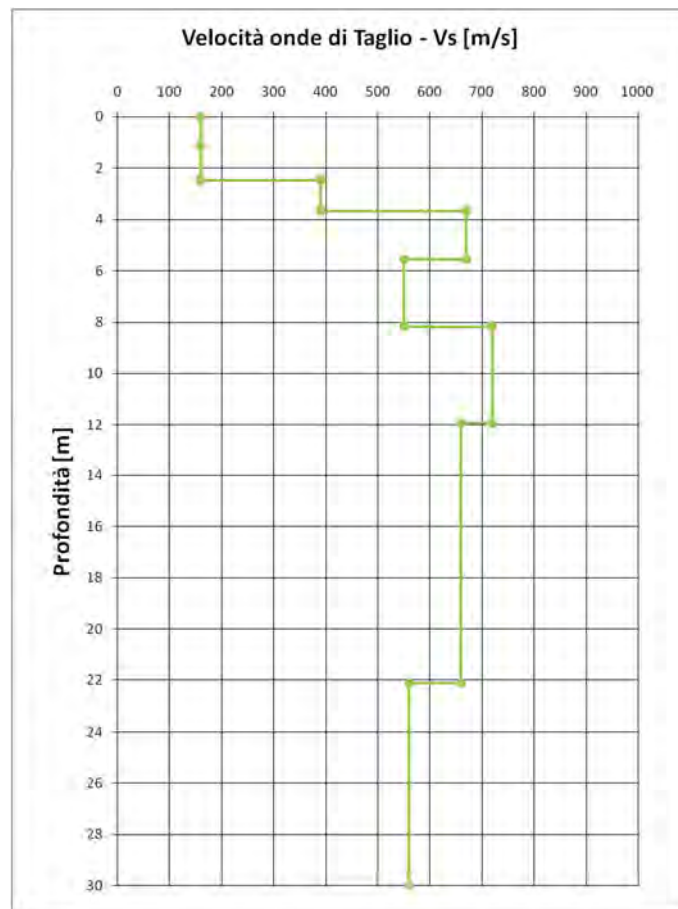
Spettri delle componenti orizzontali e verticale



Rapporto H/V



Profilo di Velocità delle onde di Taglio Vs da HVSR



Inversione HVSR

| n. | Profondità [m] | Spessori per calcolo V_{seq} [m] | V_s [m/sec] | h/V_s |
|----|-------------------|---------------------------------------|------------------|---------|
| 1 | 0,0 | 1,16 | 160 | 0,0073 |
| 2 | 1,2 | 1,31 | 160 | 0,0082 |
| 3 | 2,5 | 1,20 | 390 | 0,0031 |
| 4 | 3,7 | 1,89 | 670 | 0,0028 |
| 5 | 5,6 | 2,61 | 550 | 0,0047 |
| 6 | 8,2 | 3,76 | 720 | 0,0052 |
| 7 | 11,9 | 10,19 | 660 | 0,0154 |
| 8 | 22,1 | 7,88 | 560 | 0,0141 |
| 9 | 30,0 | - | - | - |

Risultati indagine HVSR

| | |
|--|-------------|
| Frequenza fondamentale di vibrazione [Hz] | 19.8 |
| V_{seq} [m/sec] | 493 |
| Categoria del suolo | B |
| Substrato sismico [m] | n.d. |

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.

ALLEGATO: SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

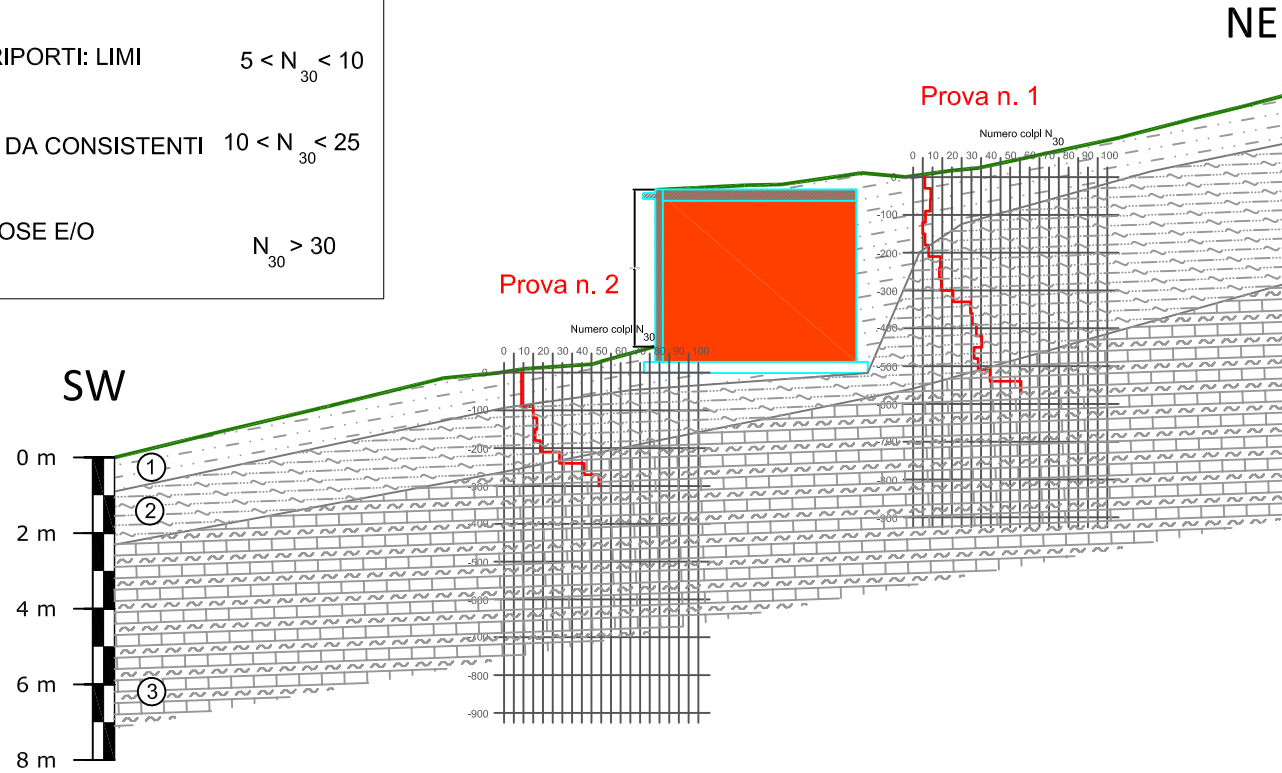
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Committente: Tecnoedil SpA
Località: Castiglione Falletto

LEGENDA:

- ① COLTRE SUPERFICIALE - RIPORTI: LIM
SABBIOSI SCIOLTI $5 < N_{30} < 10$
- ② LIM
SABBIOSO-ARGILLOSI DA CONSISTENTI
A MOLTO CONSISTENTI $10 < N_{30} < 25$
- ③ MARNE ARGILLOSO-SABBIOSE E/O
ARENARIE DURE $N_{30} > 30$

SEZIONE A



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Quota Terreno | 276.43 | 277.02 | 277.73 | 277.79 | 278.52 | 278.66 | 278.77 | 278.78 | 278.90 | 278.95 | 279.36 | 283.51 | 283.57 | 283.62 | 283.65 | 283.92 | 283.95 | 283.84 | 284.00 | 284.09 | 284.37 | 284.89 | 285.35 | 285.77 | 286.06 | |
| Distanze Parziali | | 2.43 | 3.02 | 0.24 | 3.00 | 1.45 | 0.72 | 0.14 | 1.67 | 0.17 | 1.44 | 0.07 | 1.25 | 1.07 | 0.99 | 1.93 | 0.19 | 1.15 | 1.12 | 0.82 | 1.33 | 2.40 | 1.80 | 1.69 | 1.09 | |
| Inclinata par. | | 2.50 | 3.10 | 0.25 | 3.09 | 1.45 | 0.73 | 0.14 | 1.67 | 0.18 | 1.50 | 4.15 | 1.25 | 1.07 | 0.99 | 1.95 | 0.19 | 1.16 | 1.13 | 0.83 | 1.36 | 2.45 | 1.86 | 1.74 | 1.12 | |