

PROCEDIMENTO DI VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE

(Art. 23 del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.)

REGIONE LAZIO – PROVINCIA VITERBO – COMUNE VETRALLA



BIO Soc. Agricola srl

VIALE CAMILLO BENSO CONTE DI CAVOUR, 136 - SIENA - 53100

P.I. 01483240527

PROGETTISTI INCARICATI

Ing. Anna Rita PETROSELLI PhD

Studio Tecnico Via Genova, 24 – VITERBO (VT) –

CF: PTRNRT70E70M082A P.IVA 01387780560

Cell. 335 6104533

e-mail: annarita.petroselli@gmail.com

Pec: annarita.petroselli@ingpec.eu

Iscrizione Ordine Ingegneri Viterbo n. A976a

Ing Fernando FAUSTO

C.F:FSTFNN57T31E330F

presso UNICABLE srl via delle Genziane 12 Castiglione del lago (PG)

tel 0756976354 cell 3382721657

mail: fernando@unicableimpianti.it

pec: unicablesrl@pec.it

iscrizione ordine ingg Perugia A859

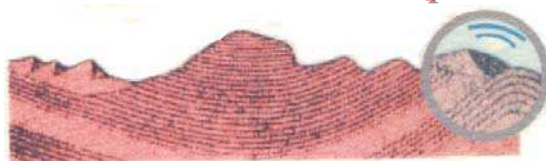
ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA



CODICE BIO-CIN-ELPRO002	SCALA	STATO CONSEGNA	DATA 15/07/2022	REV. 00
-----------------------------------	-------	--------------------------	---------------------------	-------------------

Dott. Geol. Miriano Scorpioni



☒ Via Marcantoni, 26 (06061) Castiglione del lago (PG)
tel. 075/ 953367 0348/5104859 cell ☎ e-mail miriano.geo@libero.it

Iscritto all' Ordine Nazionale dei Geologi

Il 08.03.1991 n° 8076

All' Albo della Regione Umbria n° 119

c.f. SCRMRN61L05Z110L p.iva 01887370540

Studio di consulenze geologiche, geotecniche, idrogeologiche; consulenze per consolidamenti di edifici, bonifica aree in frana e progettazione con tecniche di ingegneria naturalistica.

Relazione Geologica – Idrogeologica

Committente: Bio Soc. Agricola srl

Località: Cinelli, Casale Gabriella - Comune di Vatralla (VT)

Oggetto : Studio Geologico Idrogeologico a corredo del progetto per la realizzazione di un campo agro-fotovoltaico - Comune di Vetralla VT

Data : Maggio 2022

Timbro APC



Firma e timbro:

ORDINE DEI GEOLOGI
DOTT.
GEOLOGO
SCORPIONE MIRIANO
ALBO
119
Miriano Scorpioni

Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza preventiva autorizzazione dello scrivente. Tariffario ONG art.9 "malgrado l'avvenuto pagamento della specifica, e salvo gli eventuali accordi speciali fra le parti per la proprietà dei lavori originali, dei disegni, dei progetti e di quanto altro rappresenta l'opera del geologo, restano sempre riservati a quest'ultimo i diritti d'autore conformemente alle leggi".

0. INDICE (pag. 1)

1. INQUADRAMENTO DELLO STUDIO (pag. 2)

1.1 *Intervento di progetto*

1.2 *Riferimenti normativi*

1.3 *Indicazioni geografiche e cartografiche dell' area*

1.4 *Indagini geologiche e geotecniche*

2. INDAGINI STRUMENTALI e GEOGNOSTICHE (pag. 4)

2.1 *Relazione sulle indagini*

3. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO (pag. 8)

3.1 *Inquadramento Regionale*

3.2 *Lineamenti Geomorfologici*

3.3 *Lineamenti Litostratigrafici e strutturali*

3.4 *Lineamenti Idrogeologici*

3.5 *Piano di Assetto Idrogeologico*

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA (pag. 17)

4.1 *Sismicità Storica*

4.2 *Dati generali di sismo-tettonica*

4.3 *Classificazione Sismica del Territorio*

4.4 *Pericolosità sismica di Base*

4.5 *Microzonazione Sismica*

4.6 *Caratterizzazione del suolo*

4.7 *Pericolosità sismica*

5. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO (pag. 28)

5.1 *Definizione delle unità litotecniche*

6. CONCLUSIONI (pag. 34)

6.1 *Inquadramento Ambientale*

6.2 *Impatti del progetto*

ALLEGATI: (14 Pagine)

N° 1 (1 pagina) Cartografia IGM - N° 2 (1 pagina) Cartografia Catastale

N° 3 (1 pagina) Carta Geomorfologica - N° 4 (1 pagina) Carta Geologica

N° 5 (1 pagina) Carta Idrogeologica - N° 6 (6 pagine) Geofisica Passiva (HVSR)

N° 7 (7 pagine) Geofisica Attiva (masw)



1. INQUADRAMENTO DELLO STUDIO

1.1 Intervento di progetto

Il presente lavoro, commissionato dalla Bio Soc. Agricola srl, consiste nello studio geologico idrogeologico e sismico, tramite raccolta di dati bibliografici sopralluoghi ed indagini, per la realizzazione di un nuovo campo fotovoltaico a terra , finalizzato alla produzione di energia rinnovabile solare della potenza di circa 24000 kW in una zona avente destinazione urbanistica agricola; la generazione della potenza elettrica avviene attraverso moduli fotovoltaici ancorati a telai mobili e disposti in filari discontinui direzione Nord-Sud.

1.2 Riferimenti normativi

Lo studio sarà svolto tenendo conto essenzialmente delle vigenti disposizioni in materia di costruzioni con particolari prescrizioni su aree sismiche; modificazione del territorio ed eventuale produzione di materiale quale terre e rocce il quadro normativo potrà essere così riassunto:

- OPCM 3274 del 20/03/2003 – Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per costruzioni in zona sismica e successive modifiche ed integrazioni (OPCM 3316, OPCM 3431)
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni – Testo Unico (D.M. 17/01/2018, pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20.02.2018 ed in vigore dal 22.03.2018), in attesa della pubblicazione della circolare esplicativa si terrà conto di quanto riportato nel decreto e della precedente circolare.
- D.G.R. Lazio n. 387 del 22/05/2009 “Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03.
- D.P.R. n. 120 del 13.06.2017, Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’art. 8 D.L. 12.09.2014 n. 133, convertito , con modificazioni, dalla legge 11.11.2014, n. 164.
- R.D.L. 30 dicembre 1923 n. 3267 Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani, seguendo le procedure della L.R. 1/2015 “Testo unico governo del territorio e materie correlate” all Art. 127.



1.3 Indicazioni geografiche e cartografiche dell' area

Lo studio in esame interessa un'ampia area in territorio agricolo, posta nei pressi del toponimo Località Cinelli, lungo il raccordo Civitavecchia Orte e il percorso dell'Aurelia (SS1Bis) tra i centri urbani di Vetralla e Monte Romano, nel territorio comunale di Vetralla (VT); un più preciso riferimento si ottiene consultando la seguente cartografia allegata:

- Foglio 143 "Bracciano", della Carta d' Italia edita dall' IGM alla tavoletta IV NW Vetralla (Allegato n° 1 in scala 1:25.000).
- Fogli 41 e 55 della mappa catastale riferita al Comune di Vetralla (VT). (Allegato n° 2 a & b in scala 1:5.000).
- Carta Tecnica Regionale del Lazio Sezione 354-080/120 Tarquinia (Case per Carta Geomorfologica-Geologica ed Idrogeologica Allegati n° 3,4 e 5 in scala 1:10.000).

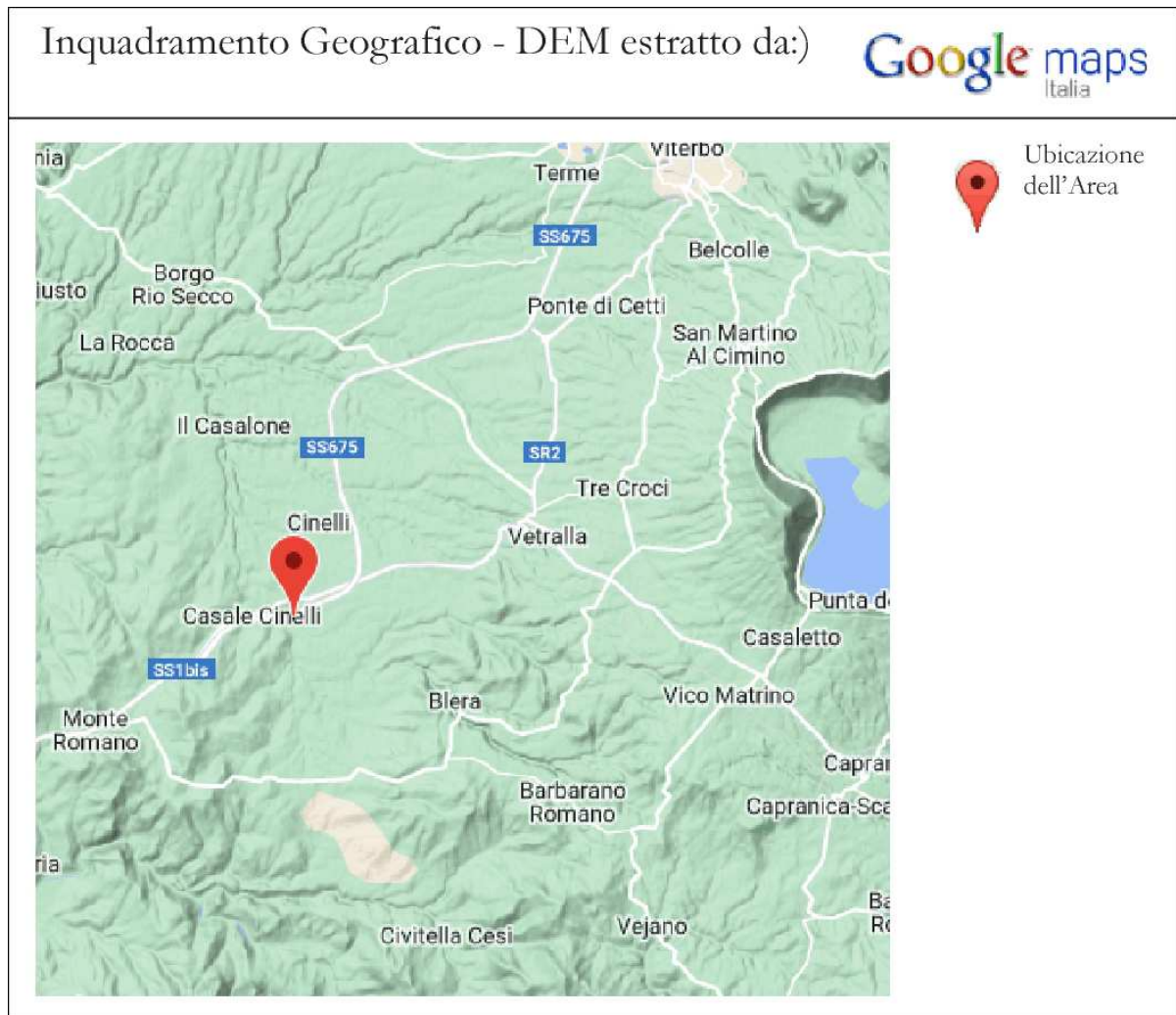


Fig. 1.1 Inquadramento Geografico (DEM del territorio tratto da Google Maps)

2. INDAGINI STRUMENTALI e GEOGNOSTICHE

2.1 Relazione sulle indagini

La raccolta delle informazioni pregresse (comprese le indagini reperibili), rappresentano l'elemento di partenza per progettare la campagna geognostica che comporta indagini in sito geofisiche e geologico – tecniche, l'insieme delle informazioni raccolte permettono di comporre la conoscenza necessaria riferita allo stato di avanzamento della progettazione; le indagini ai sensi dell'art.118 della L.R. 1 costituiscono attività libera e non richiedono preventiva autorizzazione.

RIEPIOLOGO INDAGINI				
INDAGINI Geofisiche				
Sigla	Ubicazione (WGS84)		Descrizione-Strumentazione	Note
	Lat. – Long.			
HVSR1	42.297104,11.972592		Sismica Passiva, con l'utilizzo di Sismografo GEOBOX "SARA Eletronic Instrument", sensori da 4,5 Hz (linearizzato 0,5 Hz) (data 20/02/2020)	Acquisizione di 20', previa infissione nel suolo con piedini lunghi in area pulita con decorticazione dello strato erboso
MASW1	Da: 42.297104,11.972592	A: 42.297262,11.973106	Sismica attiva, con l'utilizzo di Sismografo 24 ch "Ambrogeo", e 24 geofoni (4,5 Hz), spaziatura 2m. energizzazione mediante mazza battente da 9Kg su piastra in alluminio quadrata (data 20/02/2020)	Esecuzione di n. 2 acquisizioni con shot posti agli estremi dei geofoni esterni (Ch 1 e Ch 24), rispettivamente a 5 e 10 m.

Fig. 1.2 Riepilogo indagini eseguite riferita al lotto interessato dal progetto

2.1.1 Indagini Geofisiche

2.1.1_a. Misura Microtremori (H/V)

Per l'esecuzione delle misure di microtremore a stazione singola (H/V) è stato utilizzata la seguente strumentazione:

- Sismografo digitale triassiale (componenti N-S, E-O e Verticale), a 24 bit SR04-GEOBOX 45 (SARA electronic instruments s.r.l.), con sensori interni (Velocimetri HS1 – Geospace Technology da 4.5 Hz).

L'acquisizione è avvenuta avendo cura di effettuare un adeguato accoppiamento sensore-terreno previo scotico della porzione superficiale di suolo presente (nel caso di prova effettuata su terreno) e posizionamento con bolla torica alloggiata nella strumentazione.

La registrazione è stata effettuata per durate di 20', utilizzando un campionamento di 300 Hz (passo di campionamento di 3.3 ms) utilizzando il software di acquisizione Seismolog-MT - Sara S.r.l. L'elaborazione delle registrazioni è avvenuta con software Geopsy e Software H/V - Dinver, con eliminazione delle sottofinestre di registrazione contenenti transienti.



Fig. 2.2 Posizionamento HVSR

2.1.1_b Indagini sismica attiva (*masw*)

La prospezione geofisica con sismica attiva è stata eseguita nel lotto limitrofo ed è congruente con una medesima prova poco distante, si ritiene pertanto sufficiente a descrivere le caratteristiche geofisiche del sub-strato, l'ubicazione è evidenziata in allegato n. 2, per la realizzazione è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- sismografo Echo 12/24-2002, con acquisizione automatica, trattamento digitale del segnale con possibilità di filtraggio ed amplificazione elettronica del segnale di acquisizione in sede di elaborazione delle singole tracce sismiche;
- 24 geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz;
- sistema di trigger collegato al sistema di energizzazione;
- energizzazione mediante caduta di massa battente (mazza da 9 Kg), su piattello orizzontale solidale al terreno.



Lo stendimento esteso 46 m con distanza tra i geofoni di 2m, con 3 punti di energizzazione “tiri o shot”; i tiri sono posizionati entrambi esterni al geofono G1 e distanti da questo rispettivamente 2, 3 e 4 m.



Fig. 3.2 Attrezzatura utilizzata Sismografo Ambrogeo ECHO 12-24 con Geofoni 4.5 Hz, energizzazione con mazza da 9 Kg su piattello metallico

La tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) , consente di fornire un profilo verticale medio delle Vs relative al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento operato, tale profilo verticale delle Vs viene ricavato per inversione o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh).

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde P ed onde Sv (onde di taglio verticali).

In un mezzo stratificato, tali onde sono di tipo guidato e dispersivo; la dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti con frequenza minore, penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.



La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati, pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione. La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) è pari a circa il 90% delle onde di taglio (V_s), le tecniche di analisi delle onde di Rayleigh vengono realizzate con procedure operative più onerose della comune sismica a rifrazione e delle prove in foro e hanno un grado di incertezza nella determinazione della $V_s < 20\%$.

2.1.2 Indagini Geologico Tecniche

Per una valutazione delle caratteristiche Lito-tecniche dei terreni, in riferimento alla presenza di basamento tufaceo-arenitico della modesta coltre di copertura, si è ritenuto opportuno riferirsi in questa fase essenzialmente al rilevamento geologico in campagna.

Le discontinuità in un ammasso roccioso condizionano il comportamento meccanico dell'ammasso stesso e conseguentemente la loro definizione geometrica e morfologica sono il punto di partenza per la creazione di un modello geotecnico e cinematico, è quindi una precisa descrizione della struttura della roccia e delle discontinuità sia in termini qualitativi che quantitativi.

Il procedimento utilizzato per l'esecuzione del rilievo è quello descritto nelle raccomandazioni ISRM, tradotte in italiano da O. Del Greco nella Rivista Italiana di Geotecnica - R.I.G. 2/93; il titolo originale delle raccomandazioni è "Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses".

3. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

3.1 Inquadramento Regionale

L'area in esame si colloca nella porzione centro-settentrionale della Regione Lazio, provincia di Viterbo, tra la costa tirrenica ad ovest ed il lago di Vico, sotto il profilo geologico si rinvengono depositi riconducibili all'attività vulcanica dell'apparato Vicano che rientra nella provincia vulcanica tosco-laziale sviluppatasi alla fine del pliocene, questo distretto assieme a quello Vulsino sono caratterizzati da colate piroclastiche con alto grado di esplosività oltre a prodotti di ricaduta ed idromagmatiti (da note illustrative foglio 354 progetto CARG).

Il distretto del vulcano di Vico è posto immediatamente a sud di quello vulsino, è ancora ben riconoscibile l'apparato centrale, caratterizzato dalla caldera eccentrica in parte sede dell'omonimo lago, nell'evoluzione del complesso vulcanico sono state distinte 4 principali fasi principali, a cui corrisponde un cambiamento nel tipo di attività vulcanica:

> Ia fase, compresa tra 0.8 e 0.4 Ma, ha dato luogo alla deposizione di spesse coltri di piroclastiti di ricaduta, maggiormente distribuite nel settore settentrionale, dove poggiano direttamente sui prodotti del vulcano Cimino con emissioni secondarie di colate laviche da centri locali.

> IIa fase, compresa tra 0.33 e 0.20 Ma, con l'edificazione del cono centrale.

> IIIa fase, compresa tra 0.20 e 0.15 Ma, la più importante, il cui carattere esplosivo determina la messa in posto di quattro colate piroclastiche, la ricostruzione delle sequenze eruttive mostra che furono prodotte da eruzioni di tipo pliniano, caratterizzate alla base da depositi di ricaduta seguiti dal deposito della colata piroclastica con al tetto depositi idromagmatici.

>IVa fase, l'attività diventa prevalentemente idromagmatica, probabilmente connessa con la formazione di un bacino lacustre all'interno della depressione calderica (DA note illustrative foglio 354 progetto CARG).

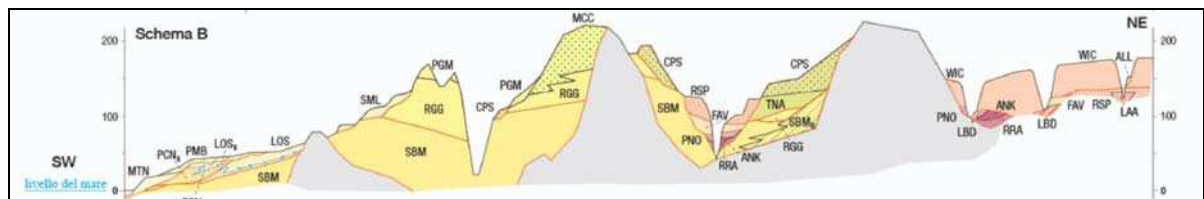


Fig. 1.3 Schema delle relazioni stratigrafiche (SW-NE) - tratta da Carta Geologica d'Italia - Foglio 354 Tarquinia Progetto CARG"

Per quanto attiene i piani di bacino, l'area in esame si colloca all'interno dei bacini regionali del Lazio.



3.2 Lineamenti Geomorfologici

La zona in esame si inquadra in un sistema morfologico medio collinare, ricompreso nel bacino del F. Marta (bacino regionale del Lazio) che degrada dalla sua sorgente (presso il Lago di Bolsena) fino a sfociare nel Tirreno, all'altezza di Tarquinia. La zona di progetto è caratterizzata da ampi ripiani morfologici che progradano verso est, solcato dalla rete idrografica superficiale che incide anche in modo rilevante il plateau morfologico posto a quote comprese tra 170-185 m. *slm*.

I ripiani morfologici hanno pendenze medie nell'ordine del 2-3%, in prossimità dei fossi e torrenti si ha un netto bordo di terrazzo morfologico costituendo scarpate ad elevata pendenze e dislivello, la rete idrografica pilota l'evoluzione morfologica è evidente il controllo litologico che le discontinuità operano sulle geometrie delle aste degli impluvi, deviando la direzione di deflusso. La carta geomorfologica allegata, mostra gli elementi essenziali del paesaggio oltre ai dissesti franosi censiti nelle cartografie PTPG, PAI e IFFI.

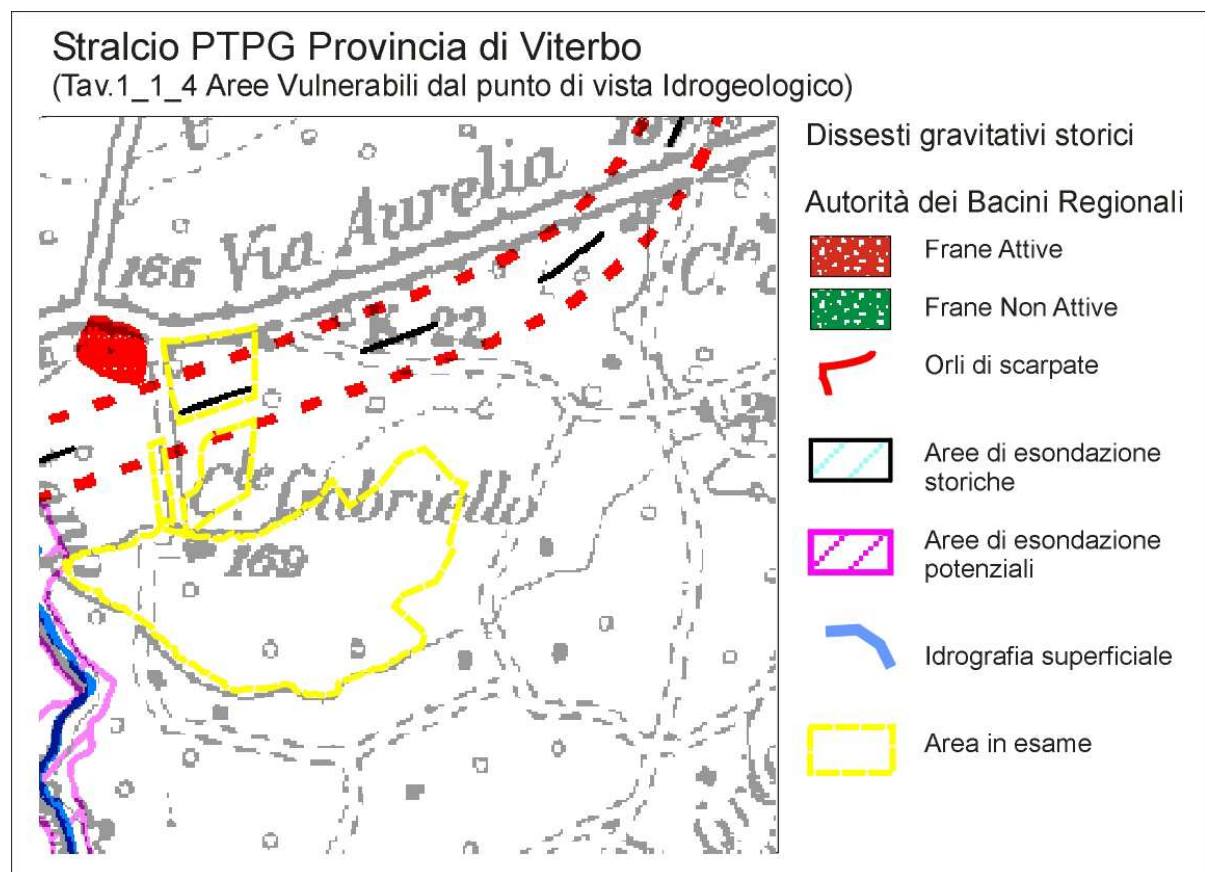


Fig. 2.3 Stralcio cartografia Piano Territoriale Provinciale Generale (Vulnerabilità Idrogeologica)



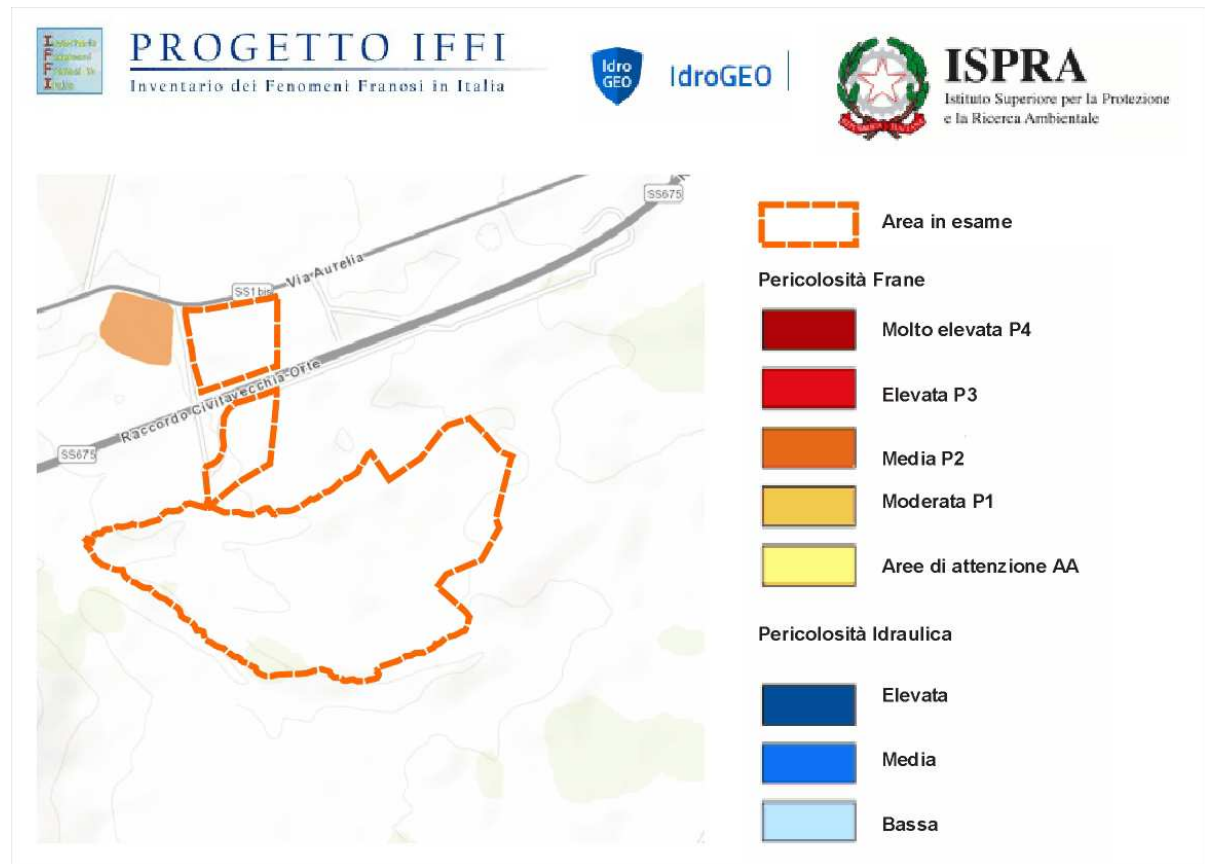


Fig. 3.3 Stralcio Cartografia IFFI Pericolosità IDROGEOLOGICA (Censimento ISPRA)

Il drenaggio delle acque superficiali è pilotato da due fossi che racchiudono buona parte dell'area, e sono il Fosso dell'Acqua pendente, più a nord ed il Fosso del Formale (il primo risulta classificato nell'elenco acque pubbliche), i due fossi si uniscono e confluiscono nel Torrente Biedano (in destra idrografica) a sua volta affluente del F. Marta.

3.3 Lineamenti litostratigrafici e strutturali

L'area in esame è interessata dal *Sintema del Fiume Marta*, questo è costituito da unità marino-costiere, continentali e vulcaniche, quest'ultime nello specifico interessano la sedime con l'unità del tufo rosso a scorie nere vicano (WIC da CARG), il sintema comprende la fase terminale dell'attività riconducibile agli apparati di Vico e di Latera ed è riferibile ad un deposito da colata piroclastica.

Nelle golene dei fossi si rinvergono sedimenti alluvionali recenti dei fossi medesimi, spesso re-incisi dagli stessi caratterizzati da regime torrentizio, mentre verso ovest (ma esternamente all'area affiora il basamento costituito dal Flisch della Tolfa (progetto CARG F. 354 Tarquinia).



L'Unità del Tufo rosso a scorie nere vicano, noto in letteratura anche come “Tufo litoide a scorie nere”, copre l'intera area in esame (tranne come accennato un piccolo tratto di valle fluviale ove un sottile strato di sedimenti lo ricoprono).

Il “Tufo litoide a scorie nere” comprende tre depositi da unità di flusso, ma nell'area affiora l'elemento preponderante costituito da Tufo litoide (per zeolitizzazione) con matrice rossiccia cineritica e scorie nerastre, la colata piroclastica è composta da un tufo rossiccio massivo, in zona parzialmente fratturato, con spessore stimato di oltre 20 metri, costituito da una matrice cineritica litificata, di colore rosso giallastro, con grosse scorie nere porfiriche, con pomici chiare e scure, con cristalli di leucite, sanidino e frammenti di lava.



Fig. 4.3a Affioramento tufo litoide nell'area in esame

In superficie si rinviene una facies composta da tufo più alterato, a matrice sabbiosa e sabbio argillosa, marrone scuro e rossiccio, con lenti clastiche più sul grigio nerastro (prevalentemente scorie), quest'ultimo si rinviene soprattutto nella parte settentrionale dell'area in vicinanza alla variante stradale.



Fig. 4.3b Affioramento tufi terrosi nell'area in esame

Non si hanno evidenze nella zona in esame o nelle aree circostanti di affioramento della porzione basale, probabilmente rappresentata da depositi marini di tipo torbiditico riferibile al Flysch della Tolfa (riferibile ad unità Liguri), precedentemente menzionato che affiora poco ad ovest, dal piano di campagna verso il basso nel seguente modo:

Il modello geologico proposto, ottenuto da informazioni in campagna ed indagini indirette può essere suddiviso in un tre orizzonti:

orizzonte 1: tufo sabbio limoso e sabbio argilloso marrone, di consistenza terrosa, con spessore di circa 1.1.5 metri;

orizzonte 2: tufo rosso a scorie nere, leggermente alterato sino a circa 7 - 8 metri, poi più compatto (litico), con spessore complessivo di circa 20 - 25 metri .

orizzonte 3: Depositi torbiditici.



Unità	Prof. (m)	retino	Descrizione
1	1.5-1.0		Coperture con terreni di alterazione del substrato tufaceo riferibili alla antropizzazione superficiale
2 a-b	1.0-10/20-25		Tufo rosso a scorie nere (WIC), leggermente alterato sino a circa 7- 8 metri prevalentemente sabbioso (a), poi più compatto con la profondità e con spessore complessivo di circa 20 metri (b).
3	> 30		Depositi Flyschoidi argilloso-calcareo, calcareo marnoso stratificato

Fig. 5.3 Modello Lito-Stratigrafico

L'evoluzione tettonica dell'area è iniziata con il processo di orogenesi appenninica con la fase compressiva e l'accavallamento delle varie unità (dalla fine del Cretacico sup.-Eocene all'Oligocene- Miocene), a questi sono seguiti i processi distensivi che hanno dato origine ai vari bacini interni e la fase vulcanica toско-laziale.

3.4 Lineamenti Idrogeologici

Dal punto di vista idrogeologico le strutture acquifere sotterranee attorno al Lago di Bolsena si riconducono in un'ampio complesso posto tra le regioni Lazio e Toscana e costituiscono la struttura idrogeologica Monti Vulsini-Cimini-Sabatini.

I terreni in esame costituiscono il *complesso idrogeologico delle pozzolane* (Carta Idrogeologica della Regione Lazio) con potenzialità acquifera media, questa poggia sul complesso dei *Tufi massivi e stratificati*, aventi potenzialità acquifera bassa, l'asse preferenziale del deflusso sotterraneo, nella zona dove ricade l'area in studio, è diretto localmente verso S-SO (carta Idrogeologica Allegato N° 5).

Da una valutazione dei punti d'acqua (molto rari) integrata dall'analisi dello schema idrogeologico della cartografia citata, risulta che, lungo la verticale media del sito in esame (170-180 metri circa s.l.m.), la falda basale, laddove presente, giace ad una profondità di 30-40 metri dal piano di campagna, dall'esame del PTPG della provincia di Viterbo (Fig. 7.3) non sono evidenziate aree con criticità o di attenzione.

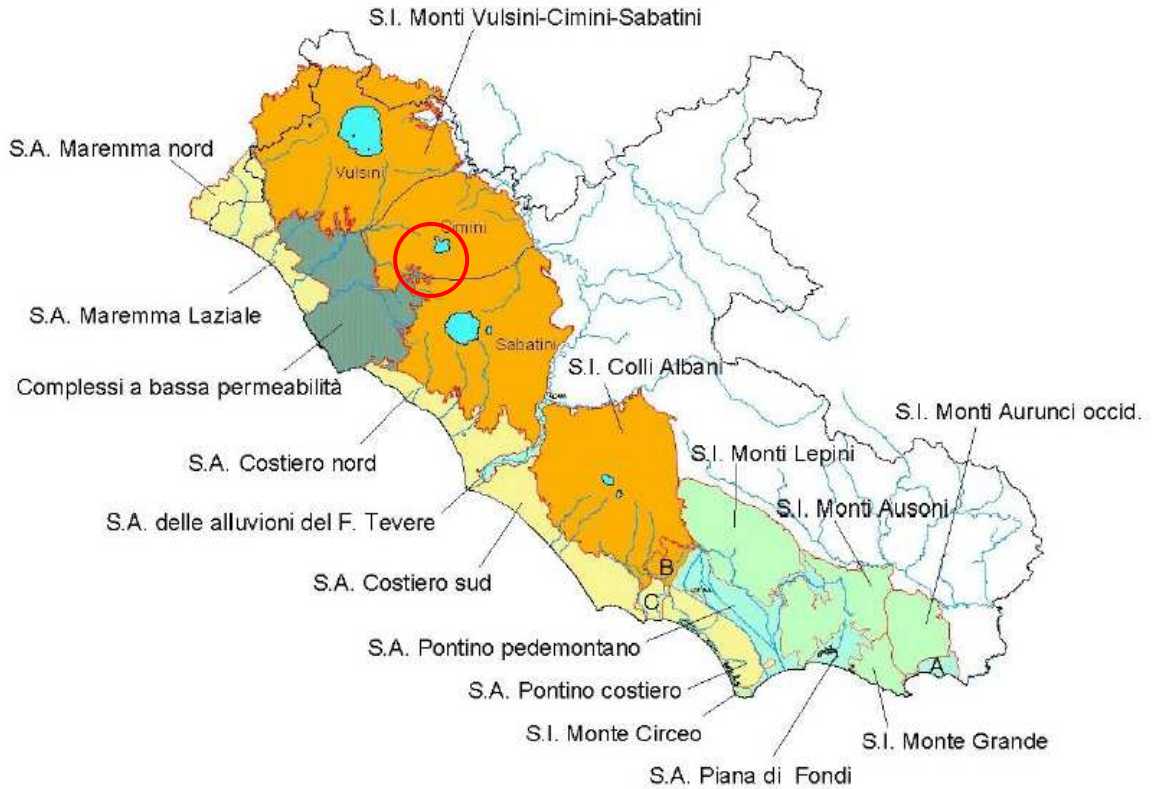


Fig. 6.3 Strutture Idrogeologiche Regione Lazio

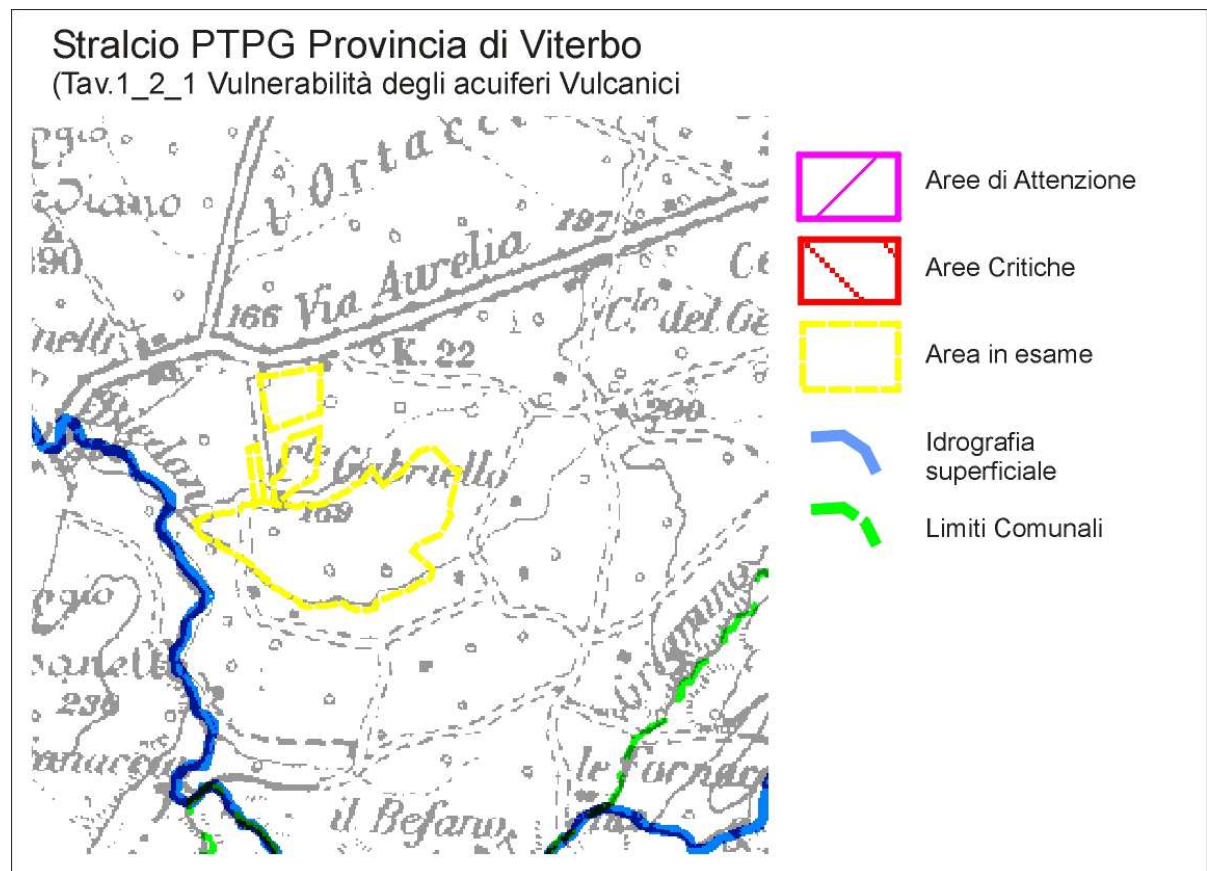


Fig. 7.3 Stralcio cartografia Piano Territoriale Provinciale Generale (Vulnerabilità degli Acquiferi)



3.5 Piano di Assetto Idrogeologico

In attuazione alle disposizioni della normativa di settore (L. 183/89 e ss. mm. ed ii.; DLgs 152/99; DLgs/152/06. L.R. 39/96), il PAI affronta, quale piano stralcio di settore, la problematica relativa alla difesa del suolo, in stretta connessione con gli aspetti pianificatori, di difesa dei versanti e di regimazione idraulica. L'area come già accennato rientra all'interno dei Bacini Regionali del Lazio, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 17 del 04/04/2012 (B.U.R.L. n. 21 del 07/06/2012 – S.O. n. 35), e successivamente aggiornato con decreti secretariali.

Per le caratteristiche idrografiche, geomorfologiche ed antropiche il territorio dell'Autorità di Bacino Regionale del Lazio possono distinguersi due grandi zone, separate dal tratto terminale del bacino idrografico del Fiume Tevere, per la precisione sono i Bacini Regionali Nord (nei quali ricade l'area in esame) ed i Bacini Regionali Sud.

I vari Bacini Regionali presentano una linea di deflusso principale orientata NE-SW, dai Monti Cimini alle foci sul Tirreno, nello specifico il Fiume Marta che si origina come emissario del Lago di Bolsena scorre con buona linearità (non attraversando territori accidentati), sia le aste principali che quelle secondarie presentano essenzialmente problematiche relative al regime torrentizio, le piene sono immediatamente successive all'evento meteorico, e comunque il dislivello tra il letto del torrente e le aree interessate dalla progettazione è tale da non esporle a fenomeni di pericolosità idraulica.

In seguito all'esame della Carta Inventario Movimenti Franosi della Regione Lazio e della Carta Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico del Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Progetto IFFI e dai rilievi effettuati dal sottoscritto, si segnala che l'area non presenta predisposizione a fenomeni di dissesto idrogeologico connessi al pericolo di frana, l'unico fenomeno di dissesto cartografato risulta esterno al perimetro dell'area assoggettata a studio, per quanto riguarda il Rischio idraulico, connesso al reticolo idrografico locale, nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità dei Bacini Regionali nell'area oggetto di intervento non vi è da segnalare alcuna tipologia di pericolosità.

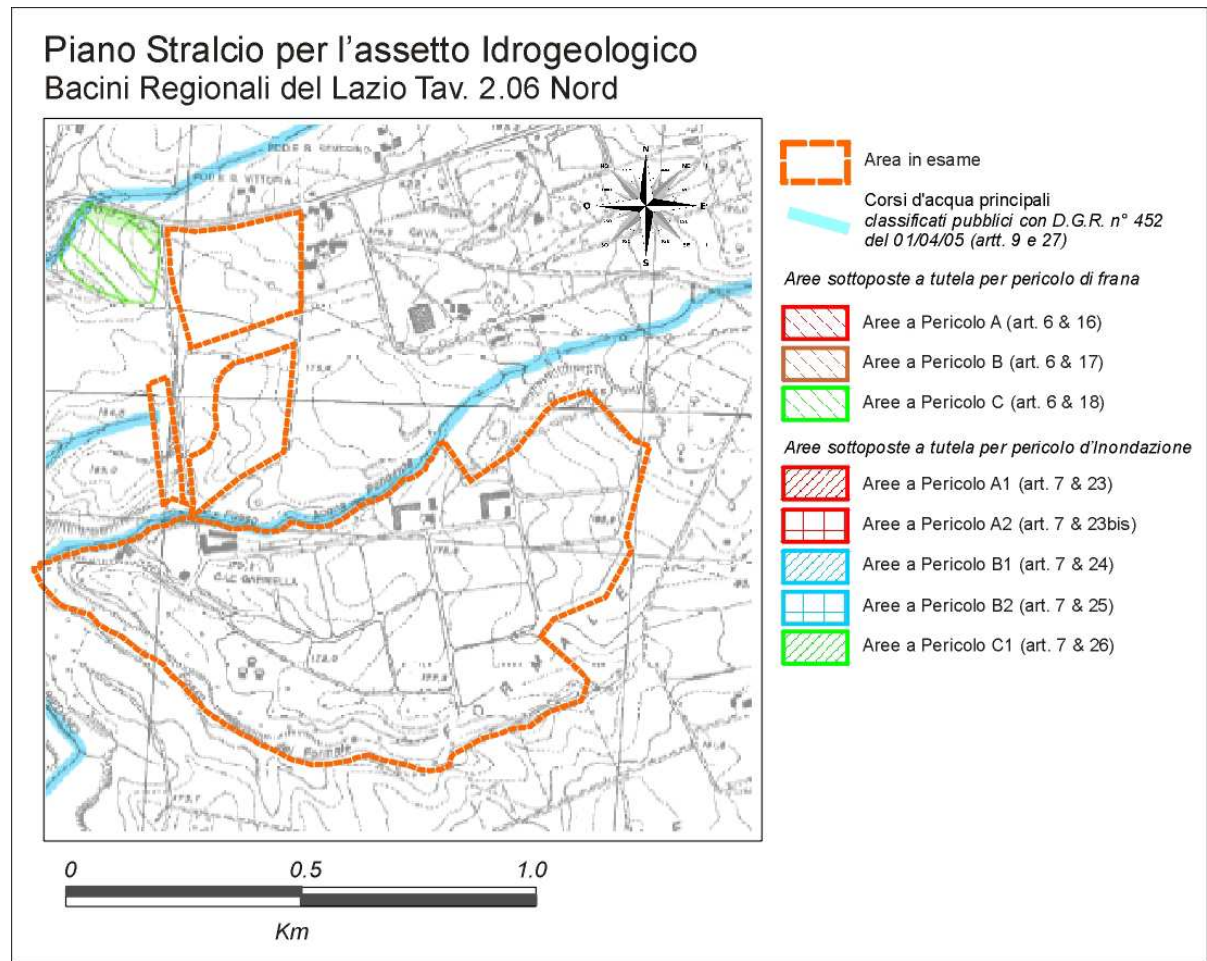


Fig. 8.3 Stralcio Cartografia PAI Bacini Regionali del Lazio (Pericolosità da Frane ed Inondazione)



4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

4.1 Sismicità Storica

L'area interessata dallo studio è stata oggetto di pochi eventi sismici in tempi storici e generalmente di modesta intensità.

Storia Sismica Vetralla (VT)										
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	N	Io	Mw
4-5	1873	3	12	20	4		Appennino marchigiano	1356	8	5,85
5	1877	12	23	5	3		Viterbese	1400	6	4,72
F	1879	2	23	18	30		Valnerina	1419	8	5,59
2-3	1895	11	1				Campagna romana	1670	6-7	4,83
4	1898	6	27	23	38		Reatino	1733	8	5,5
4	1899	7	19	13	18	54	Colli Albani	1758	7	5,1
3	1909	8	25	0	22		Crete Senesi	1989	7-8	5,34
NF	1911	4	10	9	43		Colli Albani	2040	6	4,74
5-6	1915	1	13	6	52	43	Marsica	2110	11	7,08
2	1917	4	26	9	35	59	Alta Valtiberina	2192	9-10	5,99
NF	1919	6	29	15	6	13	Mugello	2235	10	6,38
3	1951	9	1				Monti Sibillini	2689	7	5,25
4	1957	12	6	4	54		Orvieto	2779	7	4,97
4	1960	7	12	14	8		Monti Martani	2820	7-8	4,93
NF	1960	7	18	4	7		Ternano	2822	6-7	4,53
2	1960	7	20	23	9		Ternano	2823	7	4,67
3	1963	9	2	0	24	5	Monti Cimini	2874	6	4,47
5	1969	7	2	7	55		Monti della Tolfa	2987	7	4,77
5-6	1971	2	6	18	9		Tuscania	3026	7-8	4,83
4	1979	9	19	21	35	37	Valnerina	3219	8-9	5,83
3	1984	4	29	5	2	59	Umbria settentrionale	3388	7	5,62
4-5	1997	9	26	0	33	12,88	Appennino umbro-marchigiano	3850	7-8	5,66
3-4	1997	9	26	9	40	26,6	Appennino umbro-marchigiano	3853	8-9	5,97
3	1997	10	14	15	23	10,64	Valnerina	3890		5,62
NF	2005	12	15	13	28	39,59	Val Nerina	4285	5	4,14

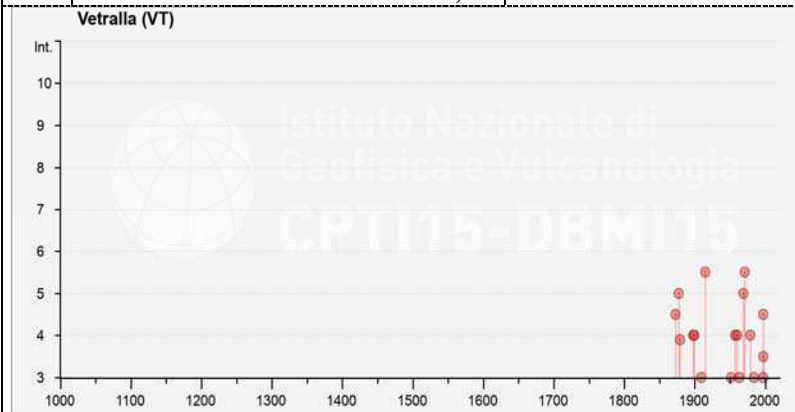


Fig. 1.4 Storia Sismica, elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area in studio.

Fig. 1.4 Storia Sismica elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area in studio

Tra gli eventi di maggior intensità vengono annoverati quello dei Monti della Tolfa del 1969 e quello di Toscana del 1971, il terremoto dei Monti della Tolfa del 02.07.1969 ebbe intensità VII° MS, profondità ipocentrale 8 km e magnitudo 4.3; l'epicentro risultava ubicato al bordo settentrionale dell'alto strutturale di Civitavecchia, gli effetti macrosismici risultarono estremamente localizzati.

Il sisma di Toscana del 06.02.1971, di maggior intensità, fu caratterizzato da una scossa principale e da repliche protrattesi per 9 giorni, l'intensità fu valutata del VIII° MS, la profondità ipocentrale di 4 km, la magnitudo di 4.5; le caratteristiche dell'evento furono: piccola profondità ipocentrale, andamento corocentrico delle isosiste, rilascio prevalente dell'energia con la scossa principale, mentre le repliche risultarono più leggere ed il periodo sismico ridotto. L'origine del sisma può essere ricercata nella residua attività postvulcanica dell'area, pur non escludendosi possibili relazioni con elementi di tipo tettonico.

Dall'analisi dei dati di sismica storica deriva, pertanto, che la massima magnitudo registrata per eventi con epicentro prossimo all'area è di 5.0 (intensità epicentrale VII MCS); il valore relativamente elevato del rapporto intensità/magnitudo è spiegabile con la bassa profondità ipocentrale, che determina la limitata estensione dell'area interessata dagli effetti macrosismici.

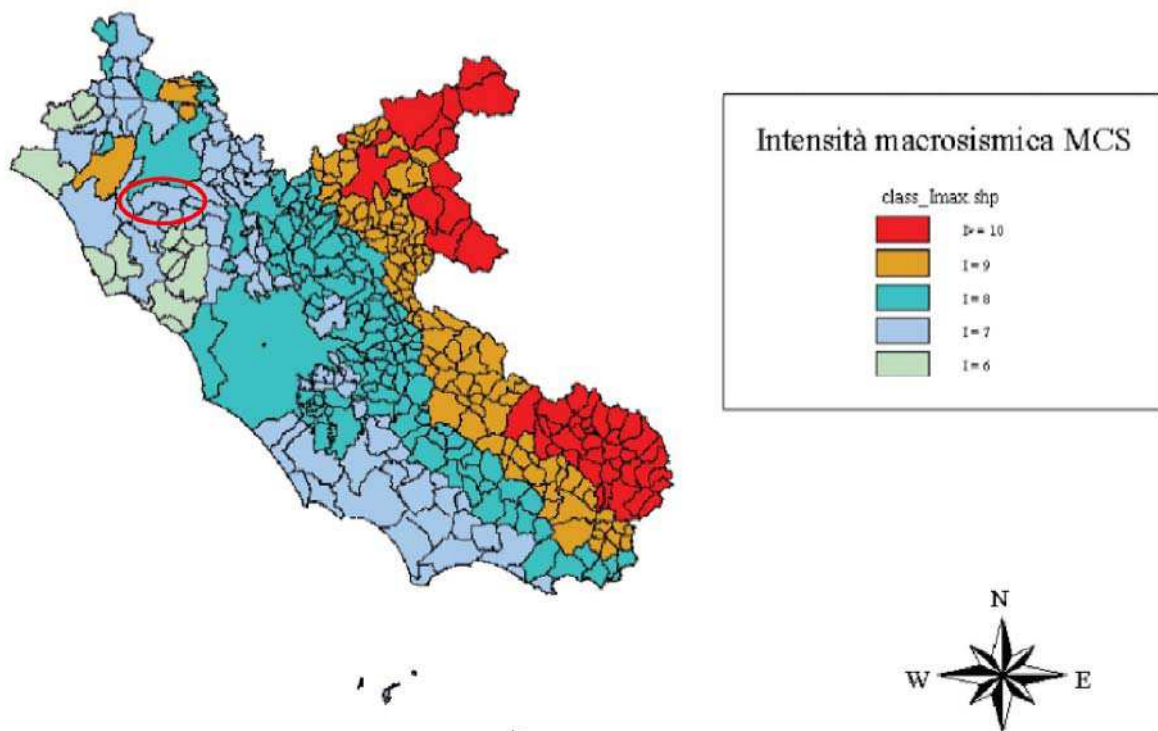


Fig. 2.4 Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni del Lazio negli ultimi 1000 anni (INGV)



4.2 Dati generali di sismo-tettonica

Il data base del Progetto ITHACA, raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali, l'area in esame non risulta direttamente interessata.

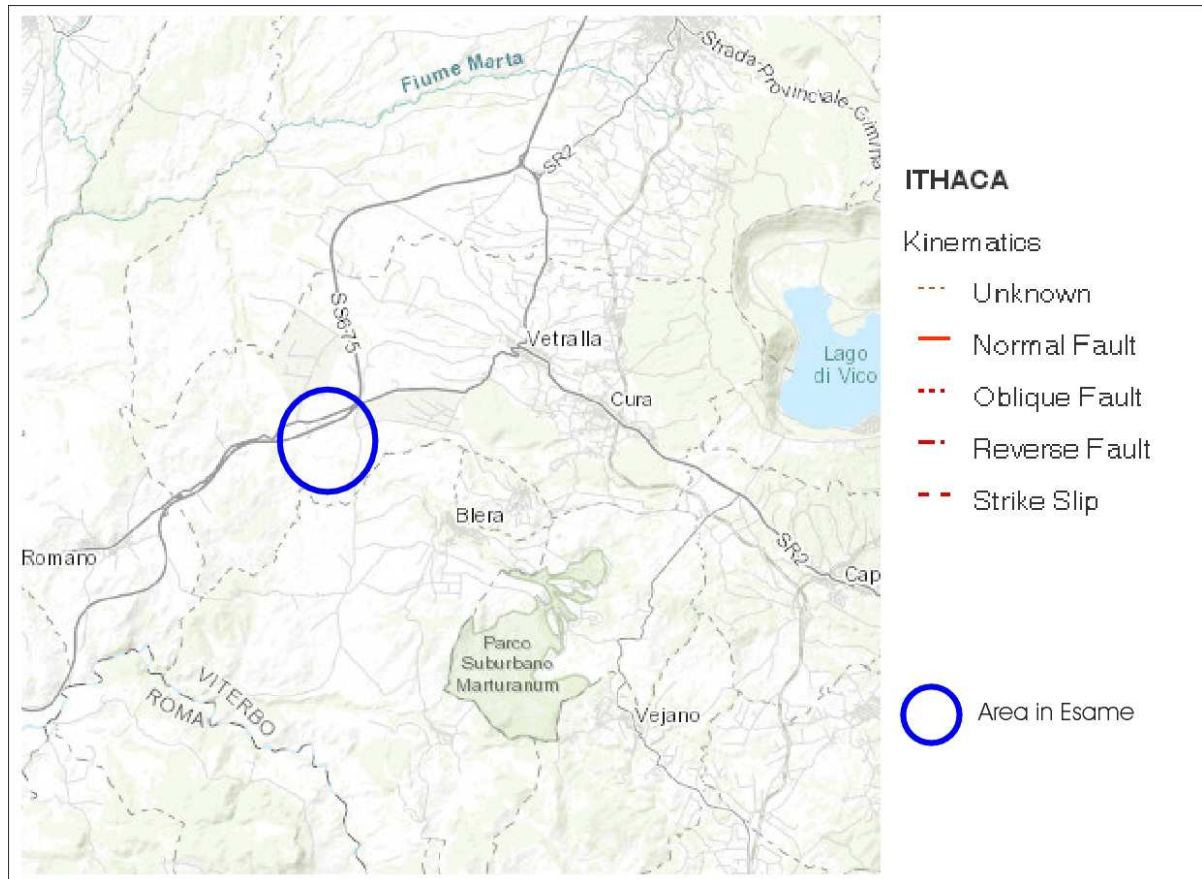


Fig. 3.4 Distribuzione Faglie Capaci , consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA ITaly Hazard from Capable faults , disponibile on-line all'indirizzo <http://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>

L'area viene inserita dall'INGV (nella redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274/2003, rapporto conclusivo, 2004 – bozza) nella zona sismotettonica ZS921 Etruria., caratterizzata da una diffusa sismicità di energia moderata, correlata ad elevato flusso di calore, con pochi eventi di magnitudo più elevata, responsabili di danni significativi su aree di limitata estensione anche per la superficialità degli ipocentri.

Con riferimento al “Database of Individual Seismogenic Sources - DISS 3.3”, si osserva che l'area in progetto si colloca in un'area collocata a significativa distanza dalle aree sismogenetiche individuate tra cui “ITCS037 Mugello Città di castello-Leonessa” e “ITCS025 Lago del Salto Ovindoli-Barrea”, si conclude che non vi sono strutture sismogenetiche di interesse (che include le aree epicentrali dei terremoti storici più intensi).



4.3 Classificazione Sismica del Territorio

Con l'Ordinanza PCM 3274/03, la successiva OPCM 3519/06, recepita dalla Regione Lazio nella riclassificazione sismica 2009 (DGR Lazio 387/09 e DGR 835/09) e il D.M. del 14.01.2008 poi aggiornato con D.M. 17.01.2018 si sono andati chiarendo e semplificando i rapporti fra esigenze normative e formati secondo i quali la pericolosità sismica deve essere valutata, pertanto l'area in studio è stata riclassificata nella 2^a categoria – sottozona “B”

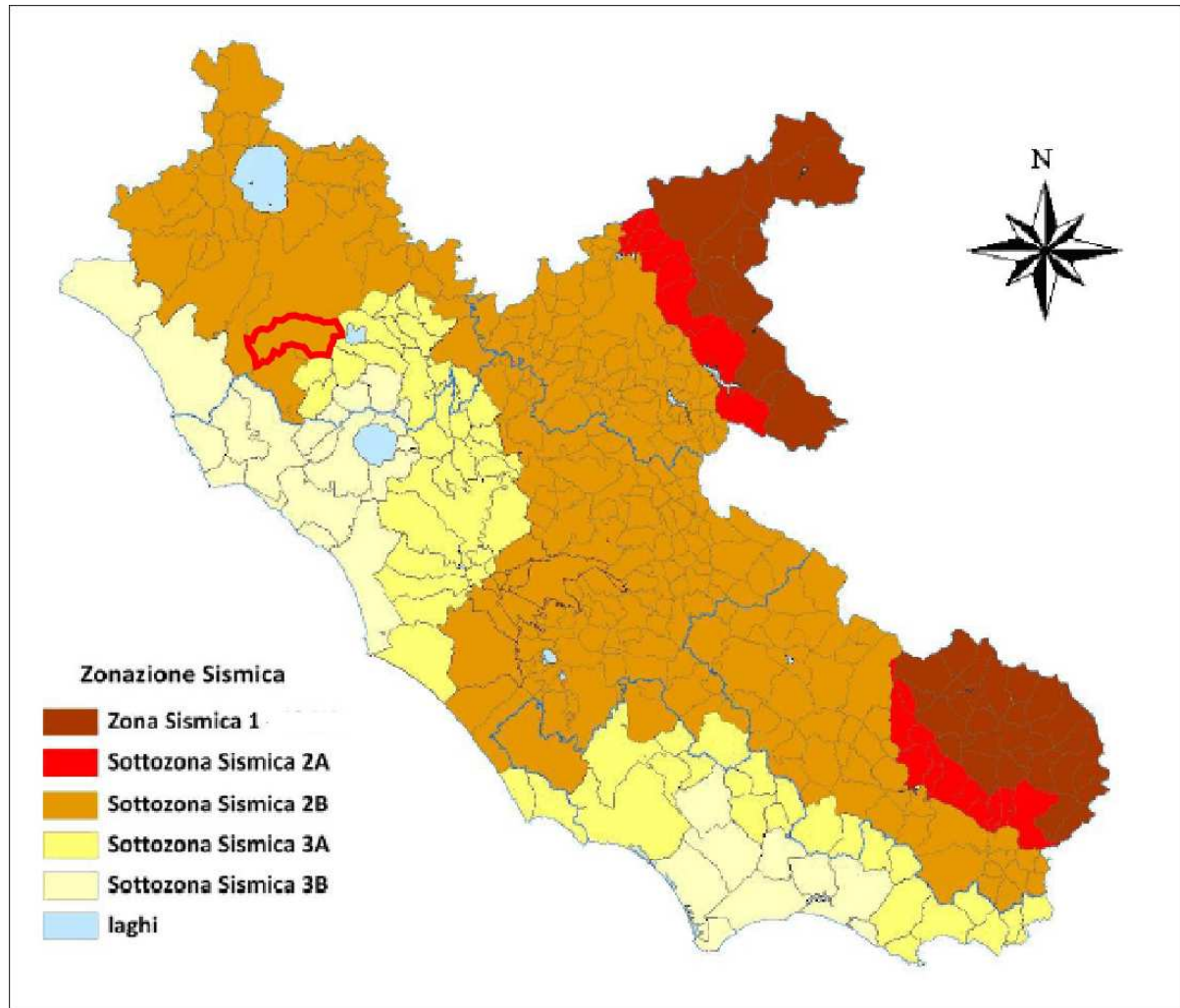


Fig. 4.4 Stralcio della Carta Zonazione sismica della Regione Lazio – DGR 387/2009 e 835/2009 , con evidenziato in rosso il Comune di Vetralla (VT).

4.4 Pericolosità sismica di Base

Per valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito si procede alla disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica individuando la coppia magnitudo e distanza (M-D), dalle mappe interattive di pericolosità sismica.



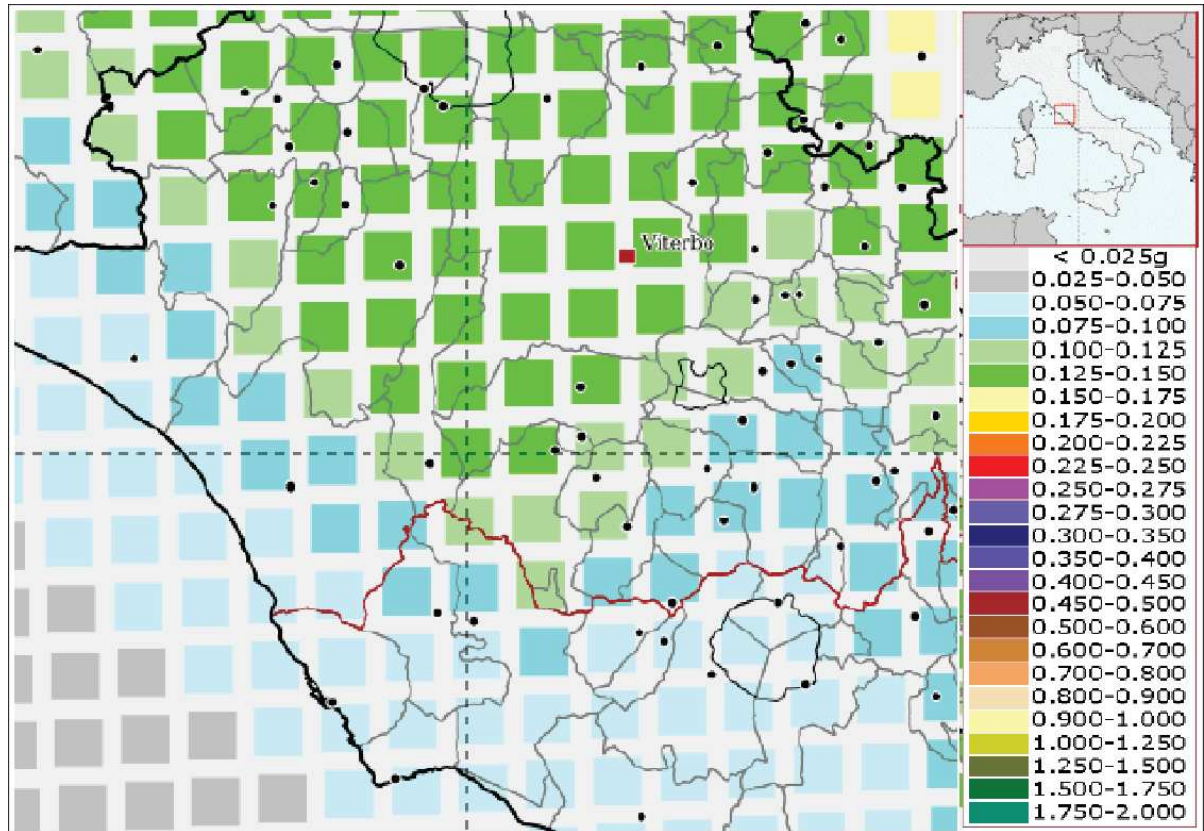


Fig. 5.4 Stralcio “Mappe interattive di pericolosità sismica” carta dei valori di pericolosità sismica del territorio espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800m/s$) per identificare l'area in esame dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

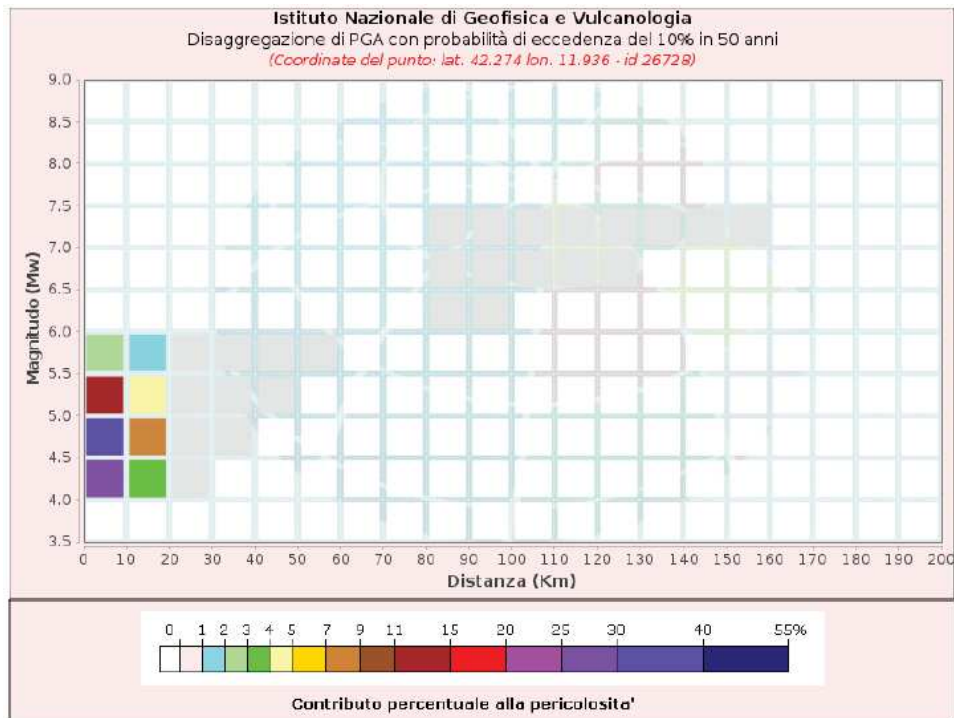


Fig. 5.4.1 Dati di Disaggregazione (M-D)



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	28.3000	37.1000	12.4000	2.9400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.7700	7.4300	4.2000	1.4900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0710	0.5530	0.6840	0.3640	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0084	0.1240	0.1130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0089	0.0250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0370	0.0492	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0358	0.0620	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0193	0.0518	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0076	0.0387	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0258	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0099	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 4.75 ; distanza = 7.08 ; epsilon = 0.694

Fig. 5.4.2 Dati di Disaggregazione (M-D)

I parametri di disaggregazione riferiti allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) con $t_r = 475$ anni che emergono dall'analisi dei dati ottenuti sono i seguenti:

$$4 < M < 6.0 \quad / \quad 0 \text{ Km} < D < 20 \text{ Km}$$

La disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-D- ϵ , mostra che per il territorio del Comune di Vetralla, non è possibile escludere l'occorrenza di eventi sismici con magnitudo superiore a .5

4.5 Caratterizzazione del suolo

La determinazione delle caratteristiche sismo-stratigrafiche si ottiene attraverso le indagini geofisiche eseguite, come accennato queste consistono in una acquisizione a stazione singola per la misura dei microtremori ed una indagine geofisica attiva per la misurazione della velocità delle onde sismiche con tecnica del tipo MASW utilizzando la dispersione delle onde superficiali (nel caso specifico di Rayleigh), meglio descritta nel paragrafo indagini.

Le misure di sismica passiva a stazione singola (HVSr) eseguite dal sottoscritto all'interno dell'area d'intervento, rientrano nei criteri SESAME (2004) per un picco affidabile., l'analisi delle misure evidenzia la presenza di un picco H/V stratigraficamente significativo intorno a 2.793 Hz, associato probabilmente al passaggio con il basamento.

L'indagine in sismica attiva è stata interpretata attraverso l'utilizzo di specifico SOFTWARE Easy Masw della software house Geostru, in licenza d'uso allo scrivente, che permette di ottenere il seguente modello sismostatigrafico:

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.40	1.40	0.30	No	409.2	218
2	11.14	3.78	0.30	No	716	383
3	18.18	5.04	0.30	No	997	533
4	34.14	15.96	0.30	No	1392	744

Fig. 2.4 Sezione sismostatigrafica (velocità Vs)

Da queste è possibile ricavare il valore della velocità equivalente delle onde di taglio (in questo caso fino a 30 metri) denominata $V_{s,eq}$ calcolata con la relazione:

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

Ottenendo un valore di $V_{s,eq} = 492$ m/s si può classificare la sedime in un "sottosuolo di tipo **B**" come da tabella 3.2.II riportata nel D.M. 17.01.2018 .

Categoria	Descrizione
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>

Fig. 3.4 (Stralcio tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo D.M. 17.01.2018)

4.6 Pericolosità sismica

I parametri sismici del sito di intervento sono calcolati con Geostru-PS, un software GEOSTRU utile per individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. A questo sono aggiunti solo la Classe di Edificio (nello specifico II) e la vita nominale (50 anni).

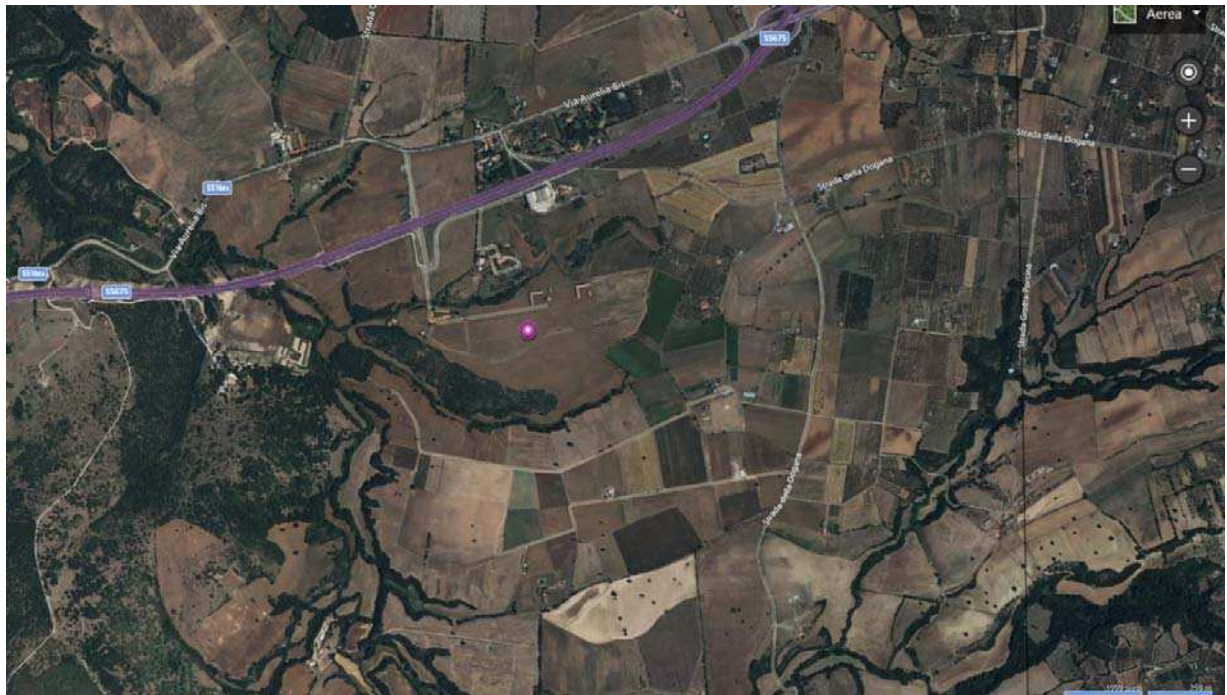


Fig. 4.4 Ubicazione dell'area

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	42,2957382 [°]
Longitudine (WGS84):	11,9774466 [°]
Latitudine (ED50):	42,2967224 [°]
Longitudine (ED50):	11,9783907 [°]



Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	26728	42,274330	11,935870	4293,59
2	26729	42,275220	12,003450	3157,01
3	26507	42,325220	12,002270	3727,77
4	26506	42,324320	11,934650	4727,89

Fig. 5.4 Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Pericolosità Sismica di Base

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,039	2,546	0,243
SLD	50	0,051	2,459	0,260
SLV	475	0,134	2,441	0,279
SLC	975	0,170	2,472	0,285

Fig. 6.4 Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, Punto d'Indagine

Pericolosità sismica di sito

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,015	0,048	0,059
kv	0,006	0,008	0,024	0,030
amax [m/s ²]	0,571	0,748	1,971	2,420
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Fig. 7.4 Stabilità di pendii e fondazioni

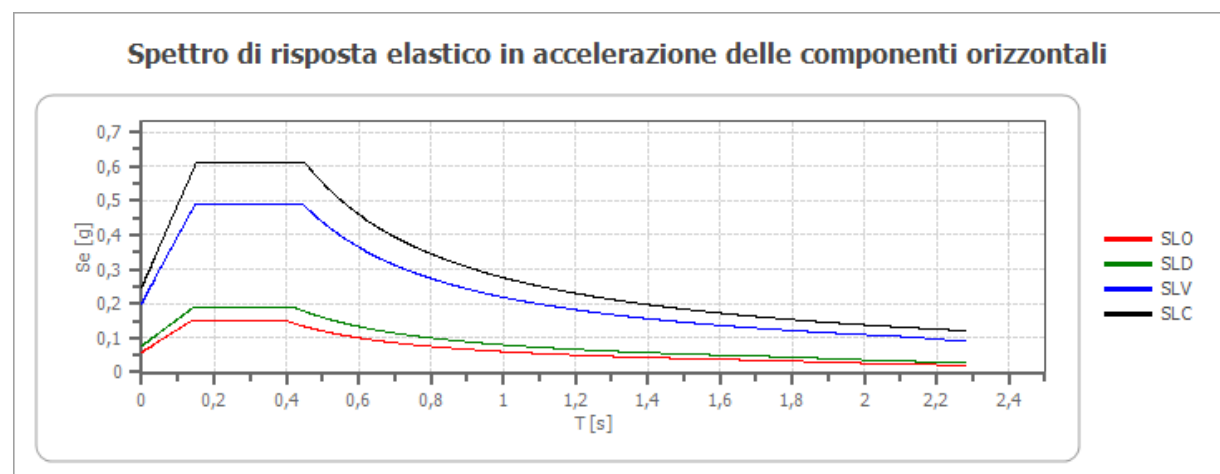


Fig. 8.4a Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,039	2,546	0,243	1,500	1,670	1,000	1,500	1,000	0,135	0,406	1,755	0,058	0,148
SLD	1,0	0,051	2,459	0,260	1,500	1,640	1,000	1,500	1,000	0,142	0,426	1,804	0,076	0,188
SLV	1,0	0,134	2,441	0,279	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,149	0,446	2,136	0,201	0,491
SLC	1,0	0,170	2,472	0,285	1,450	1,590	1,000	1,450	1,000	0,151	0,453	2,281	0,247	0,610

Fig. 8.4b Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$:

1,000

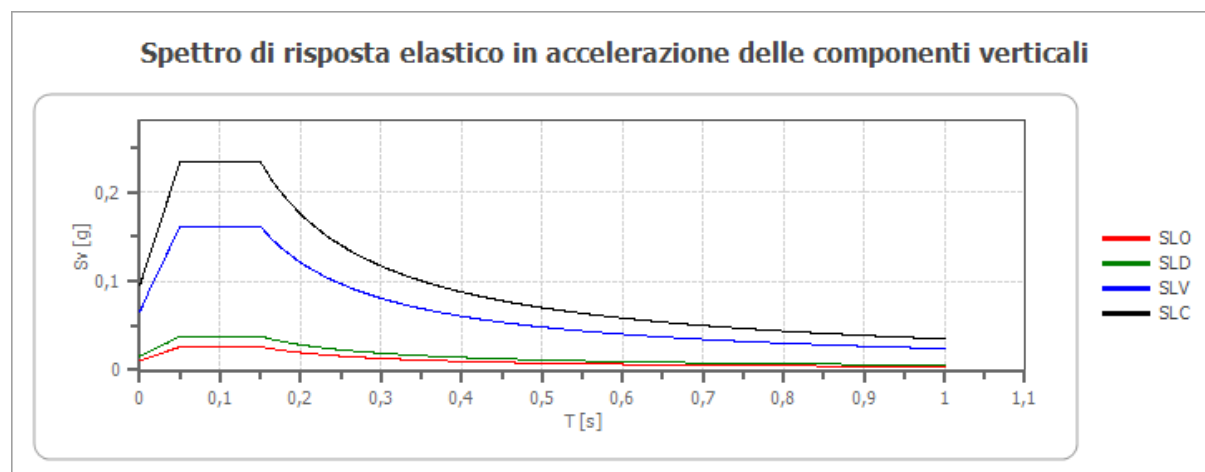


Fig. 9.4a Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,039	2,546	0,243	1	1,670	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,010	0,026
SLD	1,0	0,051	2,459	0,260	1	1,640	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLV	1,0	0,134	2,441	0,279	1	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,066	0,162
SLC	1,0	0,170	2,472	0,285	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,095	0,234

Fig. 9.4b Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Fattore di struttura spettro orizzontale q :

1,50

Fattore di struttura spettro verticale q :

1,50

Periodo fondamentale T :

0,05 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _d e(T) Orizzontale [g]	0,091	0,116	0,243	0,300
k _v = S _d v _e (T) Verticale [g]	0,026	0,038	0,108	0,156

Fig 10.4a Spettro di progetto

Spettro di progetto delle componenti orizzontali

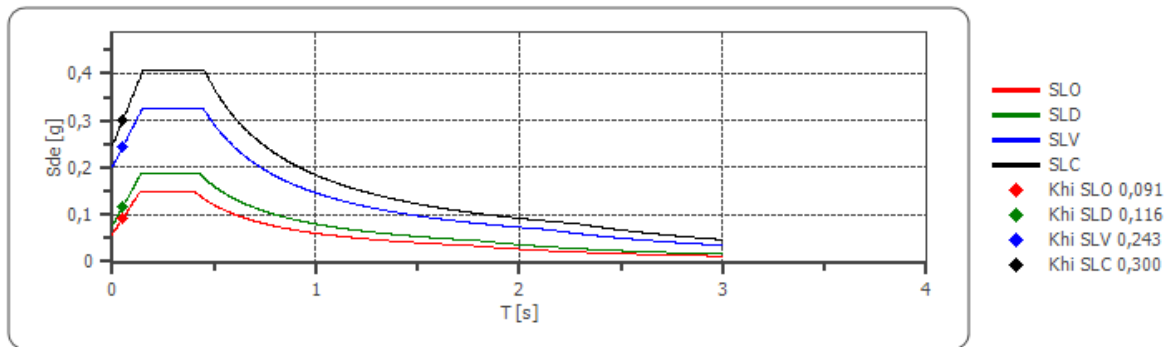


Fig 10.4b Spettro di progetto delle componenti orizzontali

Spettro di progetto delle componenti verticali

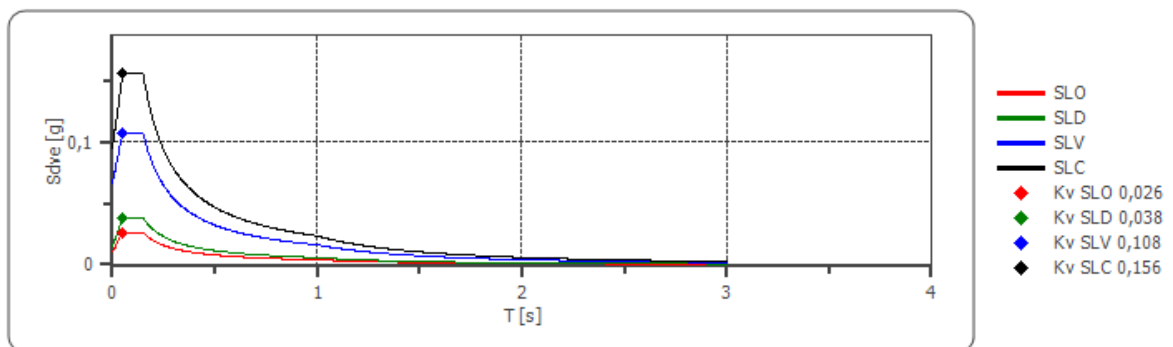


Fig 10.4c Spettro di progetto delle componenti verticali

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,039	2,546	0,243	1,500	1,670	1,000	1,500	1,000	0,135	0,406	1,755	0,058	0,148
SLO verticale	1,0	0,039	2,546	0,243	1,500	1,670	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,010	0,026
SLD orizzontale	1,0	0,051	2,459	0,260	1,500	1,640	1,000	1,500	1,000	0,142	0,426	1,804	0,076	0,188
SLD verticale	1,0	0,051	2,459	0,260	1,500	1,640	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLV orizzontale	1,0	0,134	2,441	0,279	1,500	1,600	1,000	1,500	1,500	0,149	0,446	2,136	0,201	0,327
SLV verticale	1,0	0,134	2,441	0,279	1,500	1,600	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,066	0,108
SLC orizzontale	1,0	0,170	2,472	0,285	1,450	1,590	1,000	1,450	1,500	0,151	0,453	2,281	0,247	0,407
SLC verticale	1,0	0,170	2,472	0,285	1,450	1,590	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,095	0,156

Fig 11.4 Sintesi dei dati



5. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

5.1 Definizione delle unità geologico-tecniche

Dal modello geologico descritto nel paragrafo 3 si deriva il modello geologico-tecnico che comprende la sequenza di tufi più o meno alterati, stratificati compatti o litificati, sopra il basamento torbiditico, pertanto si riepiloga come di seguito:

Unità	Prof. m.		Descrizione Litologica	γ T/mc	γ sat T/mc
	Da	A			
1	0,0	1.0	coperture	1.7	-
2a	1.0	7.0	Tufo <i>sabbioso debolmente coerente</i>	1.8	-
2b	7.0	25.0	Tufo Litoide	1.8	-
3	25.0	> 30.0	Calcare e marne	2.2	-

Fig 1.5 Sintesi del modello geologico-tecnico

Dal rilevamento geologico si deduce che il passaggio stratigrafico, alla profondità di 1m dall'attuale piano di campagna, tra due diverse unità eruttive avviene con la presenza di un orizzonte di alterite tufacea (paleo-suolo), mentre il secondo passaggio a circa 7-8 m. si rinviene con il passaggio tra tufiti sabbiose e litoidi che presentano la discontinuità geofisica.

Nel campo della progettazione di infrastrutture di ingegneria civile, siano esse legate alla stabilità di un versante o alla stabilità di un'opera in sotterraneo, difficilmente si possono avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione, per gli orizzonti superficiali si utilizzano in questa fase valori bibliografici, mentre per le porzioni litoidi si ricorre ad uno schema che possa soddisfare le richieste, un metodo empirico che permetta di risolvere i problemi dovuti alla scarsa conoscenza o esperienza di una determinata area.

La classificazione di Beniawsky – Romana (la seconda è derivata dalla prima, che risultava troppo “conservativa”) si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri (A1-A2-A3-A4-A5-A6), da questi sei parametri si ricava l'Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky) e con le dovute correzioni apportate da Romana nel 1985 lo Slope Mass Rating (SMR).

Per il bed-rock (tufiti-piroclastiti) si farà riferimento a valori ottenuti con la Classificazione di Bieniawski, inserendo i parametri ottenuti dal rilevamento e valori standard per le litologie descritte:

$$\gamma = 1.60 \text{ t/m}^3$$

➤ CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI Bieniawski

> VALORE DI A1

A1 si può ricavare sia da prove di laboratorio (Point Load Test), sia da prove di campagna mediante sclerometro o da prove speditive (Standard ISRM), definendo la resistenza a compressione uniassiale Su. In una fase preliminare delle indagini, mancando prove di campagna o di laboratorio, il valore di Su può essere stimata osservando la risposta della roccia alla sua percussione con il martello da geologo.

La ROCCIA SI FRATTURA DOPO 2-3 COLPI DI MARTELLO						50 MPa	
Su (MPa)	> 200	100 - 200	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1

Fig 2.5a Determinazione Valore A1

Definita la resistenza a compressione Su è possibile ricavare il valore del primo parametro A1, valori ottenuti dalla tabella proposta da Bieniawsky nell'ultima versione del sistema (1989).

> VALORE DI A2

Se non si effettuano sondaggi RQD si può ricavare dalla formula di Priest e Hudson (1981):

$$RQD = 100 e^{(0,1 n)} (0,1 n + 1)$$

con n numero medio di giunti per metro.

Calcolato RQD con uno di questi metodi, si ricava il coefficiente A2 mediante le equazioni, che derivano sempre dai grafici di Bieniawsky:

> VALORE DI A3

Una volta calcolata la spaziatura media, cioè la distanza media tra due discontinuità adiacenti, è possibile ricavare il valore del coefficiente A3, mediante le seguenti relazioni:

SPAZIATURA (m)	EQUAZIONE
0,4 ÷ 0,66	A3 = 7,752 s + 5,9

Fig 2.5b Determinazione Valore A3

> VALORE DI A4

Determinare dalle tavole di classificazione di Beniawsky il valore numerico relativo alla condizione delle discontinuità, invece, risulta molto soggettivo.

Perciò per valutare correttamente A4 conviene procedere sommando alcuni parametri numerici attribuibili alla persistenza del giunto, all'apertura del giunto, alla rugosità dello stesso, all'alterazione delle pareti, e al materiale di riempimento:

$$A4 = v1 + v2 + v3 + v4 + v5$$

I valori da assegnare sono:

PERSISTENZA (m)	v1
1 ÷ 3	4

Fig 2.5c Determinazione Valore V1 Persistenza del giunto

APERTURA (mm)	v2
< 0,1	5

Fig 2.5d Determinazione Valore V2 Apertura del giunto

RUGOSITA'	v3
Leggermente rugosa	3

Fig 2.5e Determinazione Valore V3 rugosità del giunto

ALTERAZIONE	v4
Leggermente alterate	5

Fig 2.5f Determinazione Valore V4 alterazioni delle pareti

RIEMPIMENTO (mm)	RIEMPIMENTO	v5
-	Assente	6

Fig 2.5g Determinazione Valore V5 riempimento delle discontinuità

> VALORE DI A5

Questo valore viene derivato dalle condizioni idrauliche riferite ad un fronte di 10 m. Dalle tabelle fornite da Beniauskas si ottiene:

Venute d'acqua su 10 m di lunghezza	Nessuna	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	> 125 l/min
Condizione	Asciutta	Umida	Bagnata	Deboli venute	Forti venute
Coefficiente A5	15	10	7	4	0

Fig 3.5 Determinazione Valore A5

> VALORE DI A6

Per l'orientamento delle discontinuità si applica un coefficiente di correzione A6, a seconda che si tratti di gallerie o fondazioni.

APPLICAZIONE	Molto favorevole	Favorevole	Mediocre	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25

Fig 4.5 Determinazione Valore A6

Per quanto riguarda i versanti il coefficiente A6 proposto da Beniauskas risulta troppo "conservativo" e pertanto nel calcolo di RMR (ROCK MASS RATING) si utilizza la metodologia proposta da Romana.

➤ VALORE DI RMR E PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMMASSO

Attribuiti tutti i coefficienti, sulla base del valore RMRc calcolato si identificano 5 intervalli a cui corrispondono 5 classi di ammasso roccioso e altrettante valutazioni di qualità della roccia:

RMRc	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<= 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

Fig 5.5 Determinazione della classe RMR

Dal valore di RMRb si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Beniauskas assumono il valore:

>coesione di picco c_p (kPa) = 5 RMRb

>angolo di attrito di picco $\phi_p = 0,5 RMRb + 5$

>modulo di deformazione E (GPa) = 2 RMRb - 100

I valori della coesione residua e dell'angolo di attrito residuo si ricavano introducendo nelle formule sopra indicate un valore di RMRb modificato secondo la:

$$\text{RMRb} = \text{RMRb}(\text{originario}) - [0,2 \times \text{RMRb}(\text{originario})] \text{ (Priest, 1983)}$$

La formula di E è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983):

$$E \text{ (GPa)} = 10(\text{RMRb} - 10 / 40)$$

Il valore di GSI (Geological Strength Index) viene ricavato dalla:

$$\text{GSI} = \text{RMR} - 5$$

dove RMR viene calcolato tenendo conto dei punteggi assegnati ai primi quattro parametri e assumendo condizioni idrauliche asciutte ($A_5 = 15$). Tale relazione è da ritenersi valida per $\text{RMR} > 23$.

➤ CALCOLO DEI PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMMASSO

Input dati per il calcolo di Rock Mass Rating (RMR)

Standard ISRM = La punta del martello lascia deboli buchi, lastre sottili si rompono con forti pressioni delle mani

Numero medio di giunti per metro (n) = 20

Spaziatura delle discontinuità (s) = 0.5 m

Persistenza (continuità) del giunto = 1 - 3 m

Apertura del giunto < 1 mm

Giunto leggermente rugoso

Pareti leggermente alterate

Riempimento assente

Roccia asciutta

Risultati relativi a Rock Mass Rating (RMR)

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
61.0700	59.0700	Terza	Mediocre

Fig. 6.5 Classificazione dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
22.1400	56.0700	305.3500	35.5400	244.2800	29.4300

Fig. 7.5 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso Litoide

Unità	Prof. m.	Descrizione Litologica	C	ϕ	γ	Eed	Ey
1	1.5	Tufi alterati sup.	0.0	25	1.7	150	-
2a	11.0	Tufo <i>debolmente coerente</i>	0.0	30	1.8	250	-
2b	20.0	Tufo Litoide	3.0	35	1.8	-	-

C (coesione Kg/cm²); ϕ (angolo di attrito in °) γ (peso di volume in T/m³); Eed (modulo edometrico in Kg/cm²); Ey (modulo elastico in Kg/cm²)

Fig. 8.5 Riepilogativo modello geologico-tecnico

6. CONCLUSIONI


Il progetto in questione, relativo alla realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è sottoposto all'applicazione della vigente normativa in materia di compatibilità ambientale, dagli elementi emersi nel corso del presente studio si potranno dedurre gli impatti sulla componente suolo ed acqua.

6.1 Inquadramento Ambientale

6.1.1 Tutela Risorsa Acqua

La tutela della risorsa acqua interessa sia quelle sotterranee che quelle superficiali, i fattori di vulnerabilità da considerare nella tutela della risorsa idrica. possono riassumersi in:

- ✓ Acque sotterranee
- A) Depauperamento di sorgenti e falde;
- B) Inquinamento della falda;
- C) Ricarica degli acquiferi.
- ✓ Acque superficiali
- D) Modifica dei regimi di portata;
- E) Immissione inquinanti.


RISORSA ACQUA			
Acque sotterranee			
Depauperamento di sorgenti e falde	Le fonti disponibili in sito non sono in via preliminare quantificabili, non sono previsti comunque utilizzi della risorsa per l'impianto e la fase di cantiere.		
Inquinamento della falda	Non sussistono forme di inquinanti direttamente riconducibili al tipo di impianto, pertanto l'aspetto risulta marginale e riconducibile alla sola fase esecutiva di cantierizzazione, ovviabili con normali accorgimenti.		
Ricarica degli acquiferi	L'estensione dell'area coperta rispetto a quella di alimentazione dell'acquifero è modesta, inoltre le caratteristiche costruttive fanno sì che l'effetto impermeabilizzazione del terreno è molto limitato in termini complessivi.		
Acque Superficiali			
Tel. studio 075-953367 cell. 348-5104859	mail: miriano.geo@libero.it	Geol. Miriano Scorpioni – v. Marantoni, 28 06061 – Castiglione del Lago (PG)	

Modifica dei regimi di portata	L'impianto a terra in sostanza non produce impermeabilizzazione di suolo e pertanto non modifica sostanzialmente le condizioni di deflusso.
Immissione inquinanti	Si possono estendere le considerazioni riportate per le acque sotterranee.

6.1.2 Tutela Risorsa Suolo-Sottosuolo

Il progetto valuta le interferenze con la risorsa suolo e sottosuolo e la tutela delle stesse, in questa ottica si valuteranno

- ✓ Suolo e Sottosuolo
 - A) Asseto morfologico e stabilità dei terreni
 - B) Presenza di grotte e cavità
 - C) Pericolosità sismica
 - D) Aree esondabili
 - E) Cave e discariche

RISORSA SUOLO E SOTTOSUOLO	
Asseto morfologico e stabilità dei terreni	L'esame dell'area d'intervento non ha evidenziato particolari criticità di tipo gravitativi, le uniche forme di dissesto censite nella pianificazione d'area sono esterne al perimetro dell'area e non la interessano neppure in un ipotetico sviluppo delle stesse, nel complesso il progetto prevede una modesta modificazione dell'attuale morfologia dovuta ad una regolarizzazione del piano superficiale con rapporti scavi e riporti da valutare a parte. Anche la fase di cantiere non richiede modifiche sostanziali dell'assetto morfologico complessivo.
Presenza di grotte e cavità	La conformazione geologica fa sì che localmente vi siano alcune forme di grotte essenzialmente di genesi antropica e di modeste dimensioni, non ne sono state rinvenute nell'area di progetto.
Pericolosità sismica	L'area in esame come evidenziata nel corso dello studio è sottoposta a vincolo sismico, si tratta di aree stabili suscettibili di amplificazioni sismiche che si ovviano con una normale progettazione nel rispetto della normativa vigente.
Tel. studio 075-953367 cell. 348-5104859	mail: miriano.geo@libero.it
Geol. Miriano Scorpioni – v. Marantoni, 28 06061 – Castiglione del Lago (PG)	
	

Aree esondabili	L'individuazione di zone non interessate da ricorrenti o sporadiche esondazione è stata confermata dalla disamina delle cartografie tematiche dei vari piani sovraordinati (PAI - Bacino Regionale del Lazio); il regime idraulico dei torrenti presenti nella zona e il dislivello presente tra il letto degli stessi e l'area di interesse esclude per quest'ultima rischi di esondazioni.
Cave e discariche	Delle numerose aree di prelievo di materiale tufaceo nel territorio ne rimangono attualmente poche attive, non si hanno testimonianze dirette nell'area di progetto, come non si ha la presenza di discariche attive e/o dimesse nell'area di interesse. I lavori di parziale modifica morfologica di modesta entità dovrebbero in buona parte compensarsi, la produzione di materiale da Terre e rocce da scavo saranno trattate conformemente alla normativa vigente (DPR 120/2017 e s.m.i.) preferenzialmente con riutilizzo in sito e con eventuale esubero avviato ad impianto di trattamento autorizzato.

6.2 Impatti del progetto

6.2.1 Impatto sulla componente acqua

Le strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici non presentano alcun tipo di effetto nel reticolo idrografico ne tantomeno andranno ad incidere sulle falde acquifere presenti (sufficientemente profonde), l'effetto copertura del terreno rappresenta un effetto del tutto trascurabile sia in funzione dell'estensione complessiva rispetto alla parte coperta sia perché le medesime sovra strutture consentono una quasi invariata distribuzione delle acque di precipitazione al suolo.

Appropriate opere di sistemazione idraulica superficiali (cunette, fossi di prima e seconda raccolta, ecc.), la cui forma e dislocazione verrà definita in fase esecutiva tenendo conto di quanto in essere, si raccorderanno alla rete regimante naturale esistente al fine di recuperare sia la modesta perdita di filtrazione ed impedire il verificarsi di qualsiasi fenomeno di corrivazione, erosione, dilavazione e/o ristagno.

In fase di cantiere le opere avranno effetti non rilevanti e/o del tutto trascurabili sul reticolo idrografico esistente poiché tutte le opere, l'impianto di cantiere per dotazione di servizi necessari eseguiti in forma provvisoria (spogliatoi, bagni .. ecc..) sarà realizzato in conformità alle normative vigenti.

6.2.2 Impatto sulla componente suolo e sottosuolo

In progetto come accennato interesserà esclusivamente lo strato superficiale del suolo e in considerazione delle condizioni morfologiche del terreno, le strutture pertanto non appaiono in grado di impattare negativamente sulla stabilità di suolo e sottosuolo pertanto l'impatto con la presente componente è da ritenersi lieve e assolutamente reversibile al momento della dismissione dell'impianto.

I piccoli livellamenti previsti interesseranno spessori modesti e saranno limitati a modeste estensioni areali con compensazioni tra gli sterri ed i riporti.

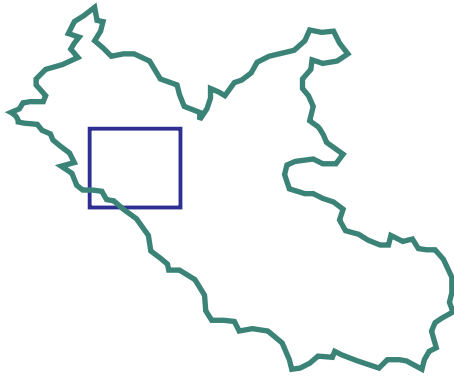
In fase di costruzione dell'impianto le opere avranno un impatto sulla componente suolo e sottosuolo esclusivamente riconducibile: alle operazioni di sistemazione orografica superficiale delle aree, l'impatto con la componente sarà da ritenersi comunque lieve e assolutamente reversibile nel lungo periodo.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti e/o integrazioni.

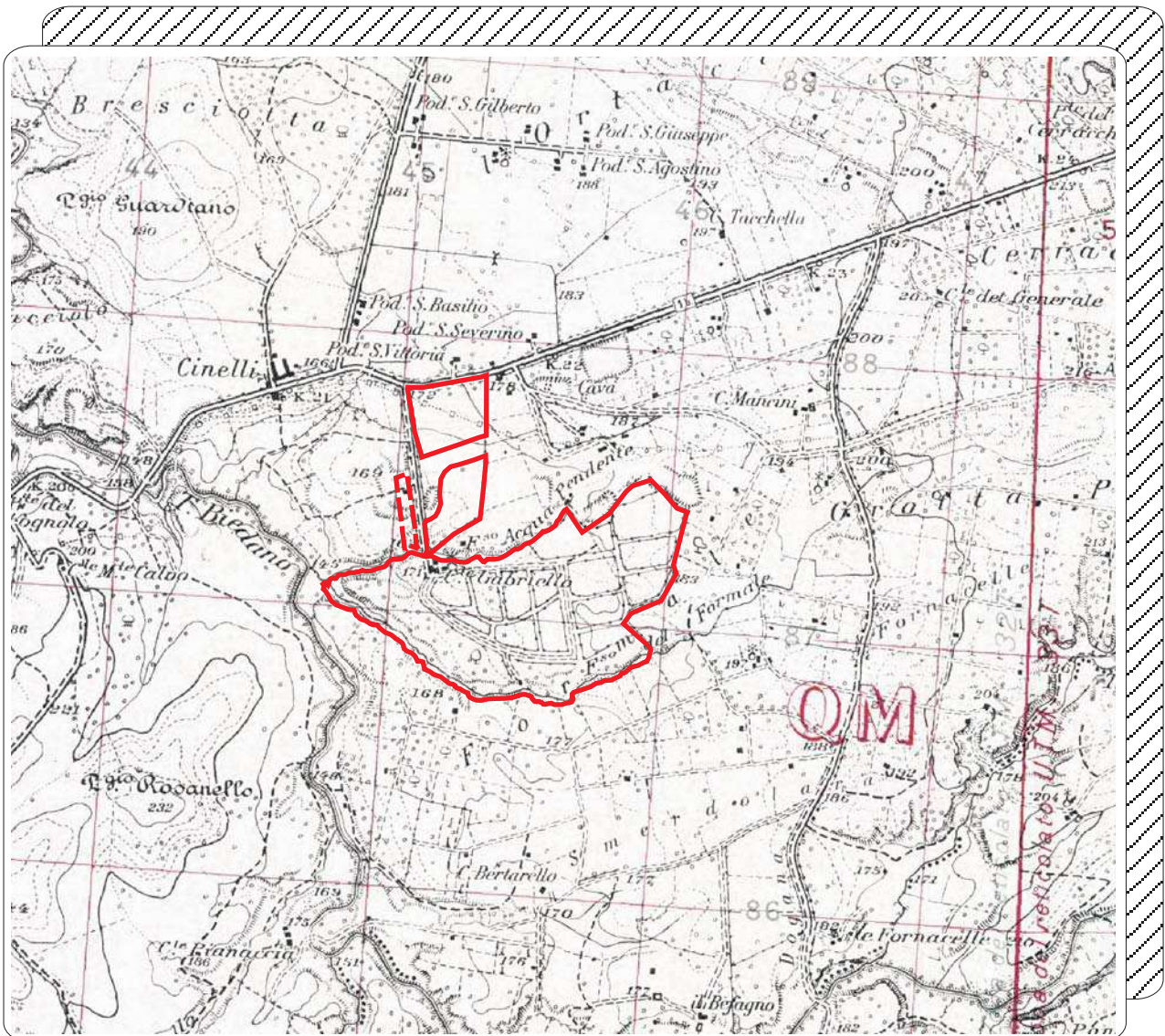
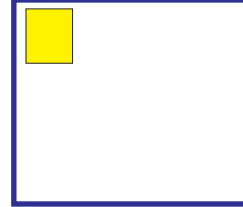
Dott. Geol. Miriano Scorpioni



REGIONE LAZIO, Provincia di Viterbo
Foglio n° 143 Bracciano (Carta d'Italia IGM)



Tavoletta:
IV NW Vetralla
scala 1:25.000



Zona in esame

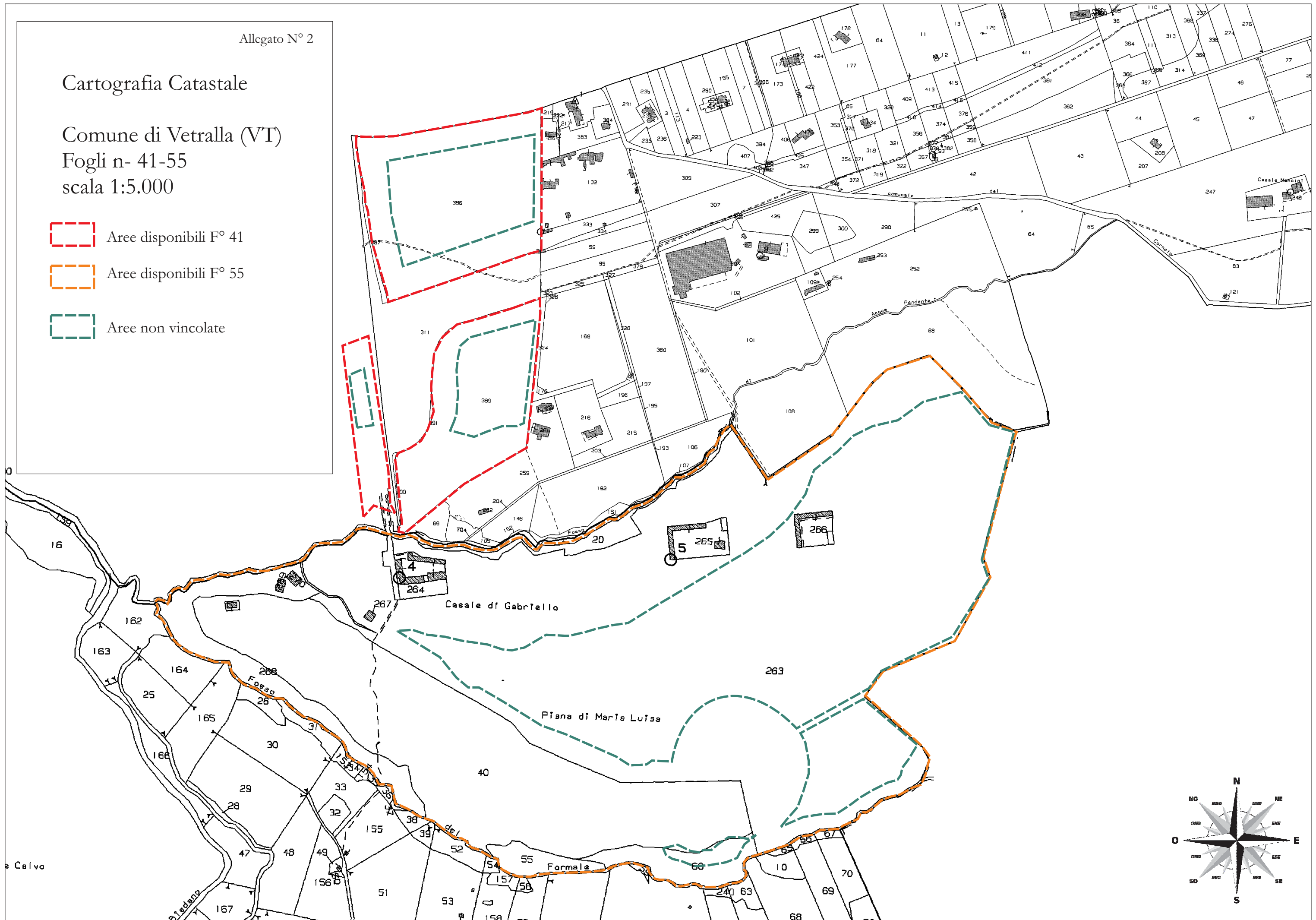
Cartografia Catastale

Comune di Vetralla (VT)

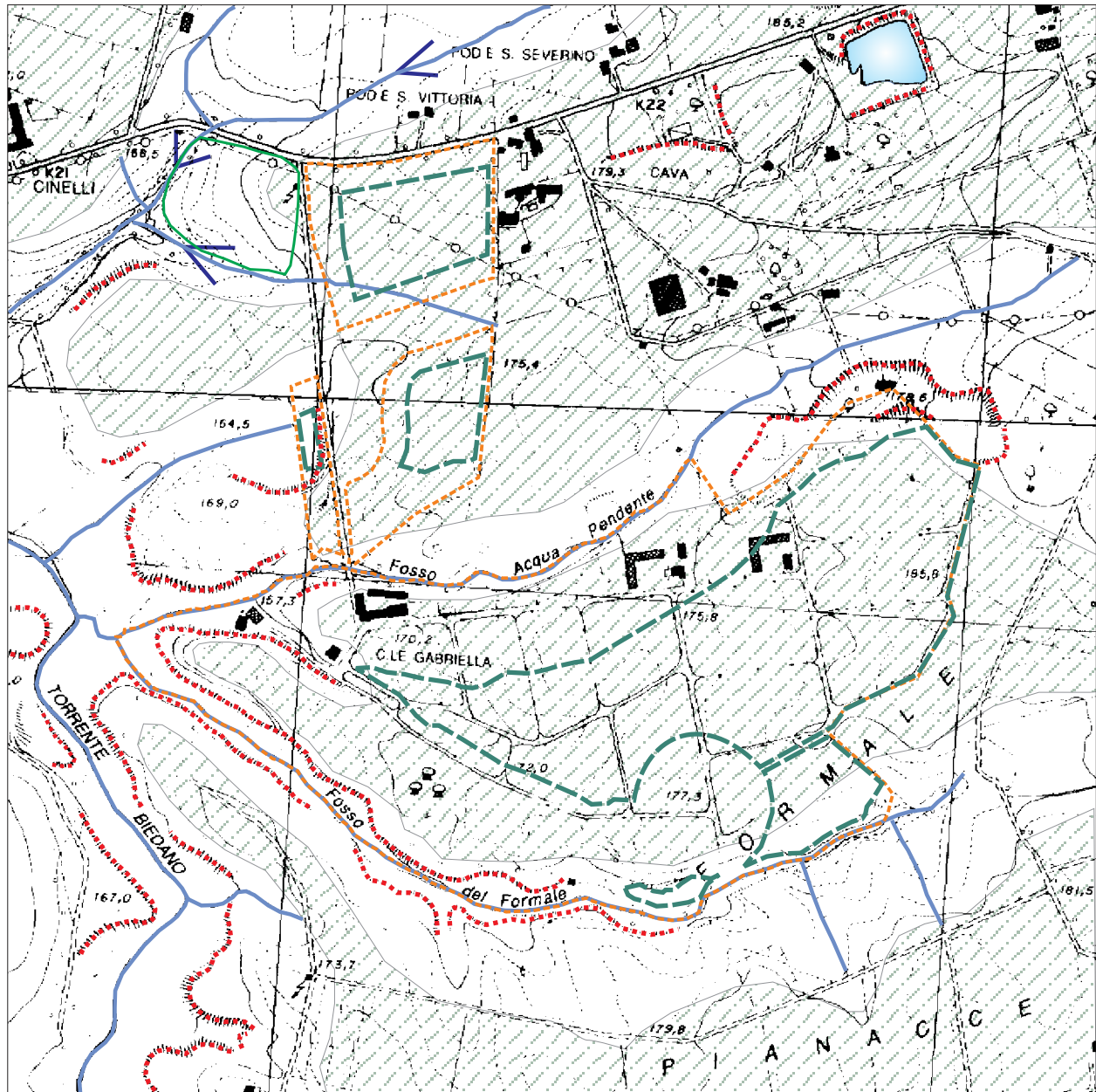
Fogli n- 41-55

scala 1:5.000



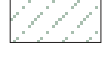

-  Aree disponibili F° 41
-  Aree disponibili F° 55
-  Aree non vincolate






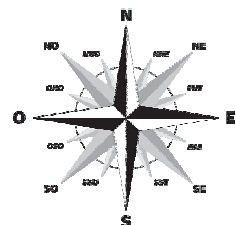
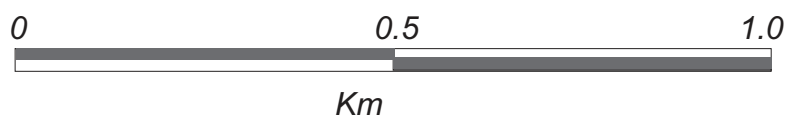
CARTA GEOMORFOLOGICA (scala 1:10.000)



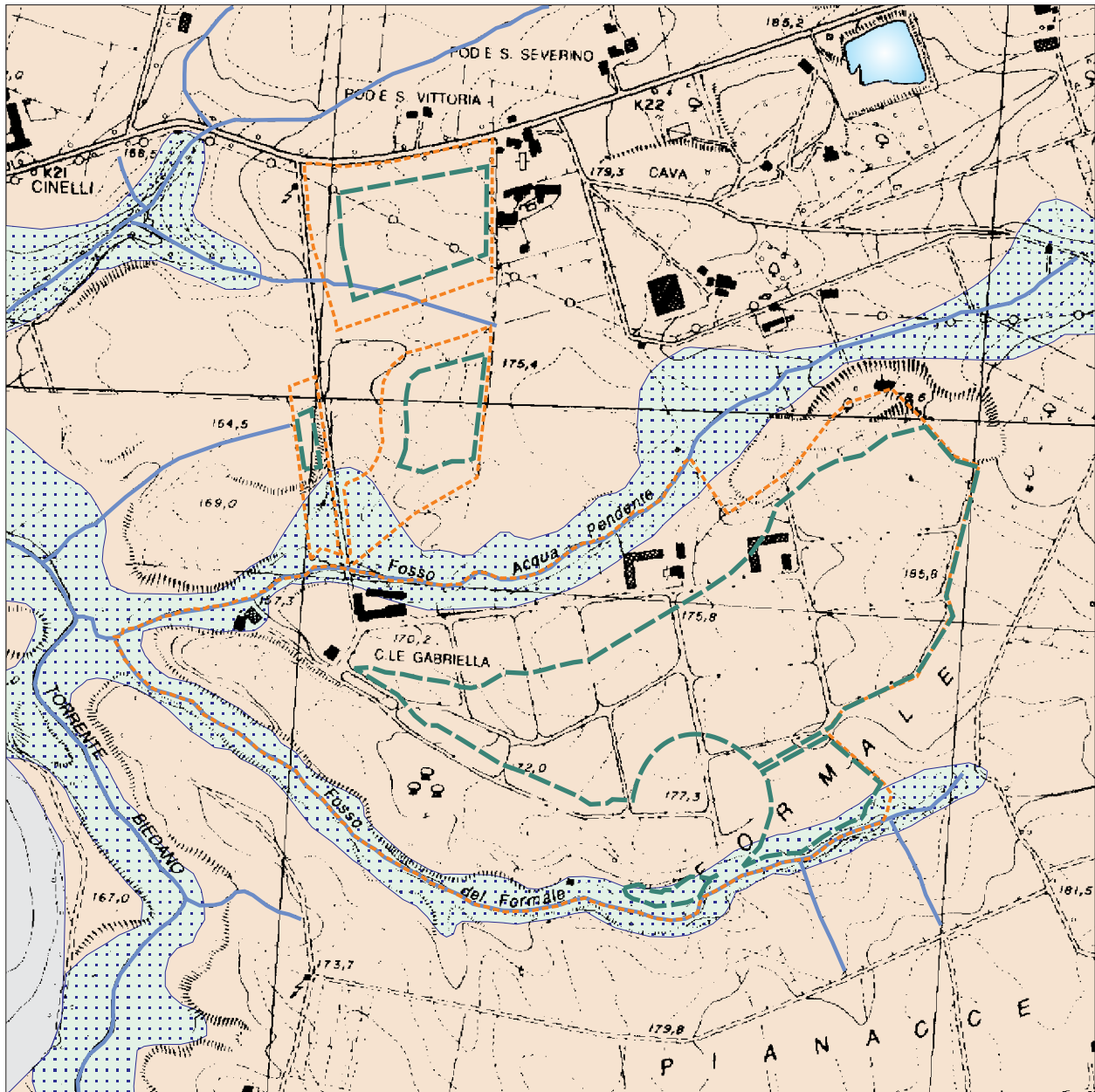
Legenda:

-  Area in esame
-  Invasi artificiali
-  Ripiani morfologici
-  Orlo di scarpata morfologica


-  Aree a Pericolo C per pericolo da Frana
-  Reticolo idrografico
-  Zone con erosione lineare




CARTA GEOLOGICA (scala 1:10.000)



Legenda:

 Depositi alluvionali (*Olocene*)

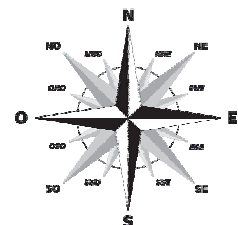
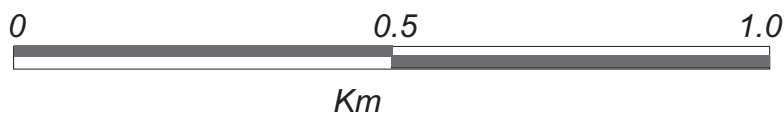
 *Supersintema Aurelio-Pontino*
Sintema Fiume Marta
Tufo Rosso WIC (*Pleistocene medio*)

 *Supersintema SPALLE DELLA CIUFFA*
Flysch della Tolfa (*Paleocene*)

 Area in esame

 Invasi artificiali




 Reticolo idrografico






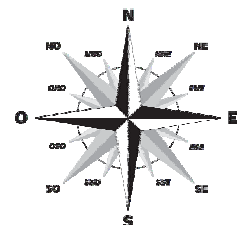
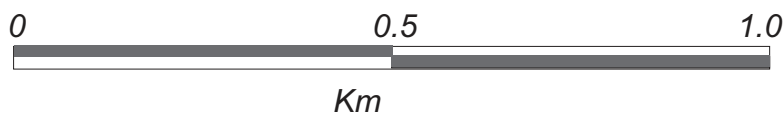
CARTA IDROGEOLOGICA (scala 1:10.000)



Legenda:

-  Complesso dei depositi alluvionali recenti
potenzialità acquifera medio-alta
-  Complesso delle Pozzolane
potenzialità acquifera media
-  Complesso del Flysch Marnosi-Argillosi
potenzialità acquifera bassissima

-  Area in esame
-  Invasi artificiali
-  Reticolo idrografico



STATION INFORMATION

Station code: HVSR 2

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS05PACK (integrated 0.5 Hz sensors)

Notes: Accoppiamento con terreno tramite piedini infissi nel suolo previo scotico superficiale

PLACE INFORMATION

Place ID: Loc. Cinelli

Address: Vetralla VT

Latitude: 42.297104

Longitude: 11.972592

Coordinate system: WGS84

Elevation: 170 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

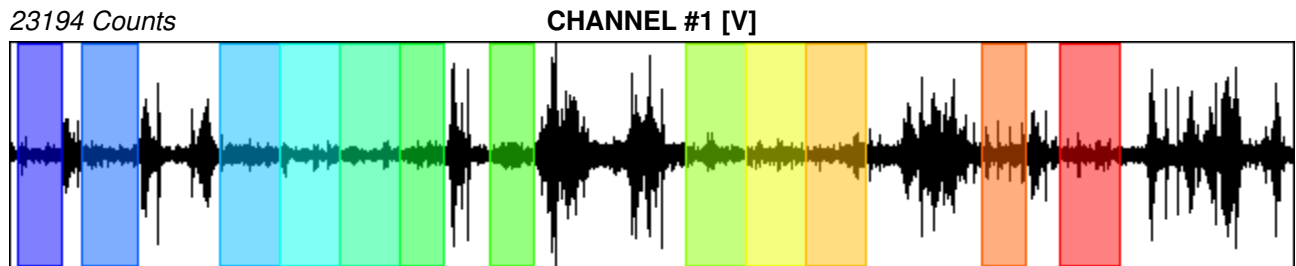
Recording start time: 2022/06/08 08:37:09

Recording length: 21.38 min

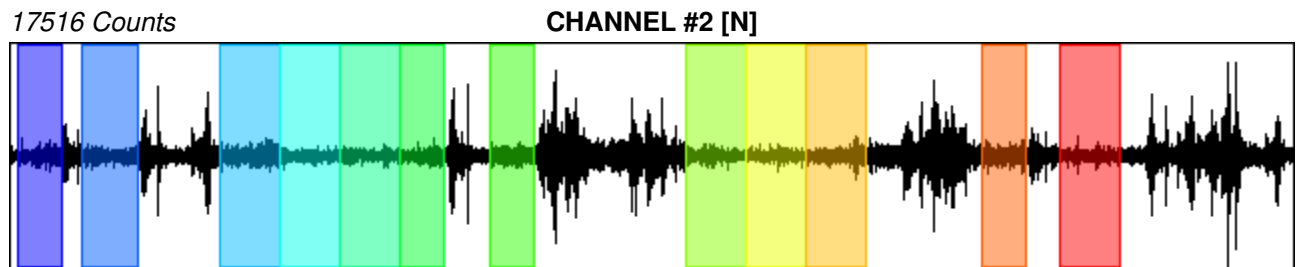
Windows count: 12

Average windows length: 54.27

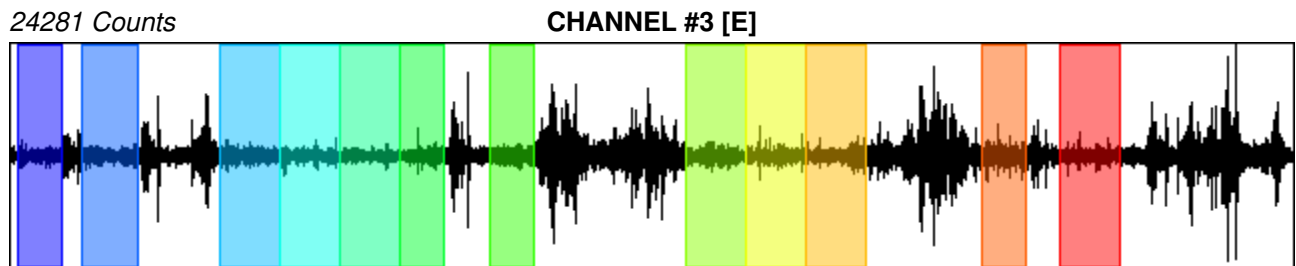
Signal coverage: 50.75%



-23320 Counts



-20746 Counts



-22864 Counts

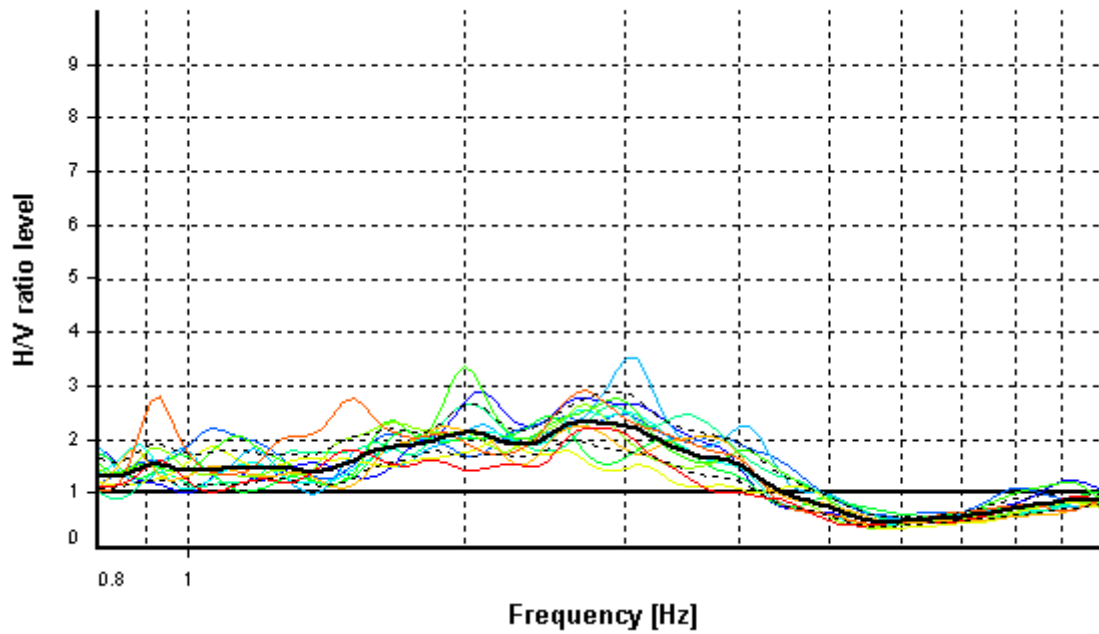
HVSR ANALYSIS

Tapering: Disabled

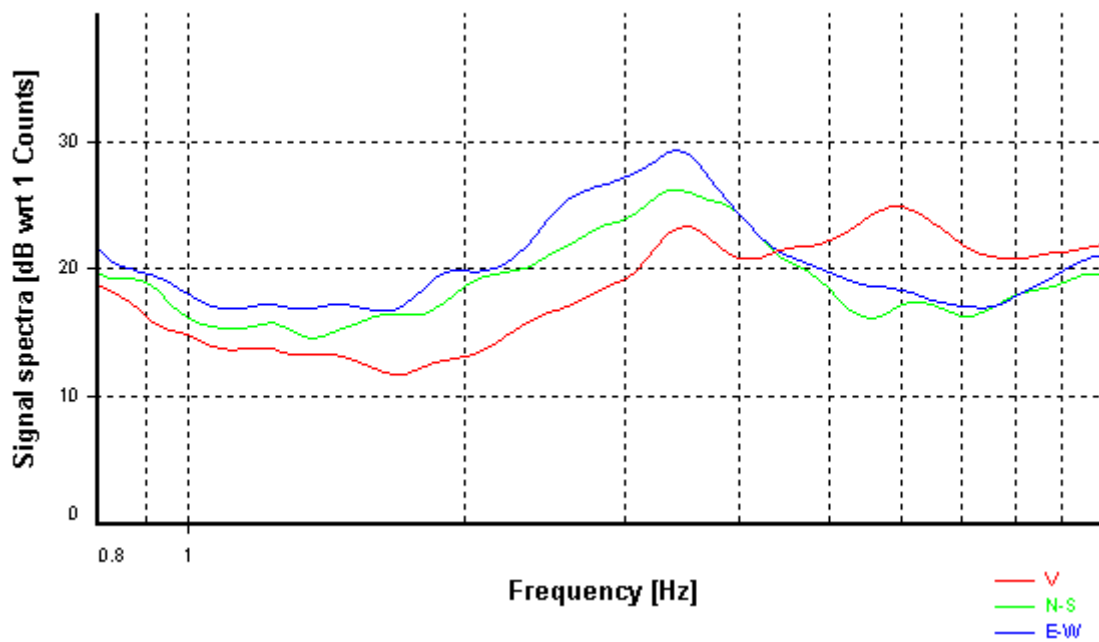
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

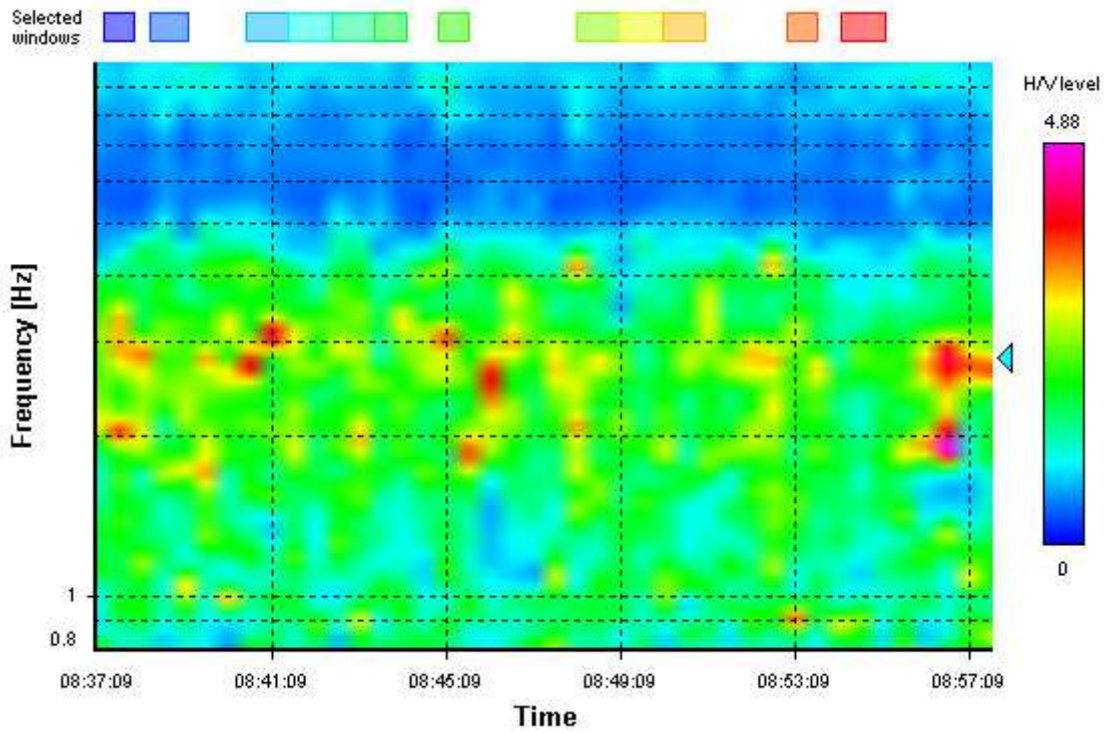
HVSR average



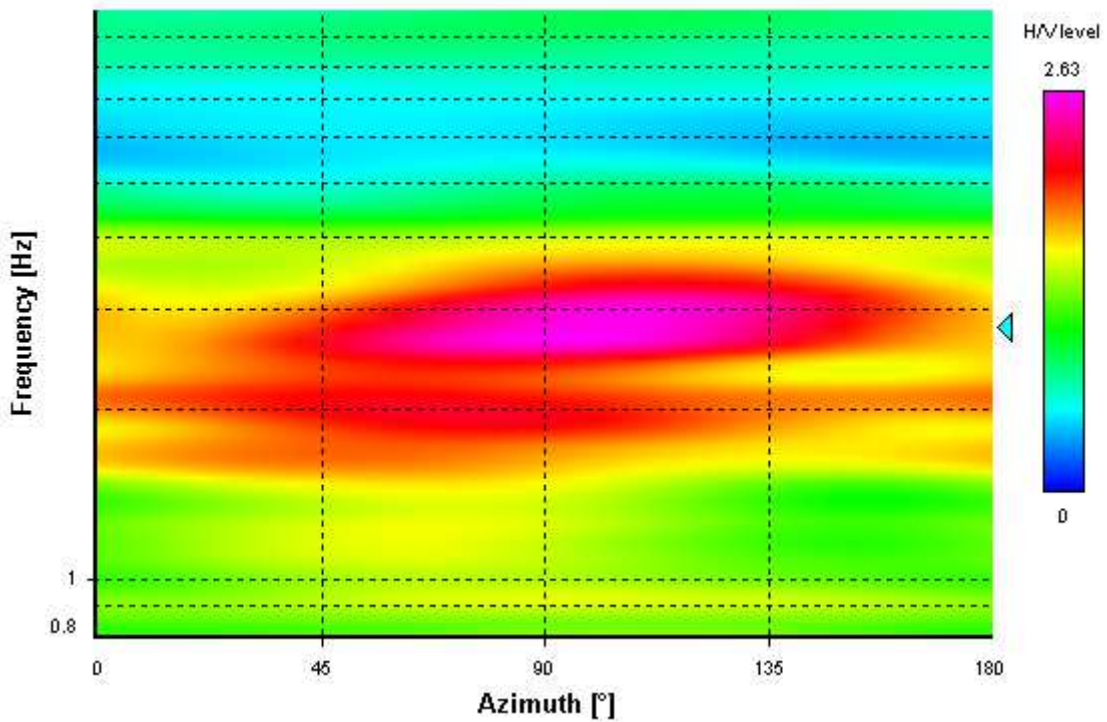
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



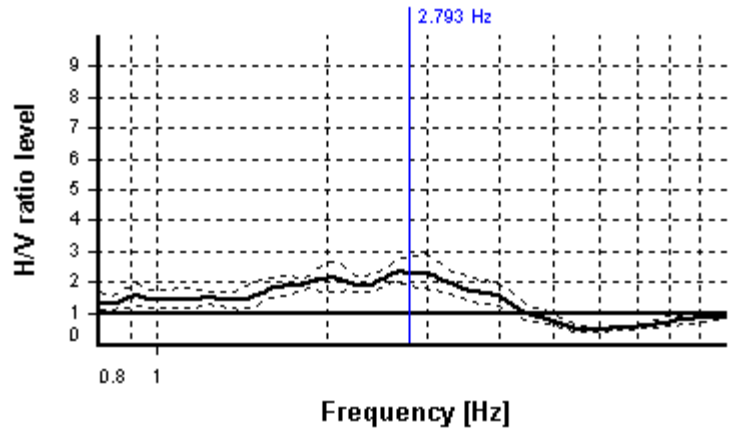
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

2.793 Hz

A_0 amplitude = 2.303

Average $f_0 = 2.527 \pm 0.379$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	12 valid windows (length > 3.58 s) out of 12	OK
$n_c(f_0) > 200$	1818.48 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 55	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	4.30887 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.3 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	5.23% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.37917 >= 0.13963	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.23455 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Geologo Miriano Scorpioni
06061 - Castiglione del Lago PG
Via: Marcantoni, 28
e-mail: miriano.geo@libero.it
C.FISC: SCRMRN61L05Z110L
P.IVA: 01887370540

Oggetto : Realizzazione campo agrofotovoltaico

Il committente : *Bio Soc. Agricola srl*

Località: Cinelli - Vetralla (VT)

Data: Giugno 2022

Indagine geofisica tramite tecnica MASW

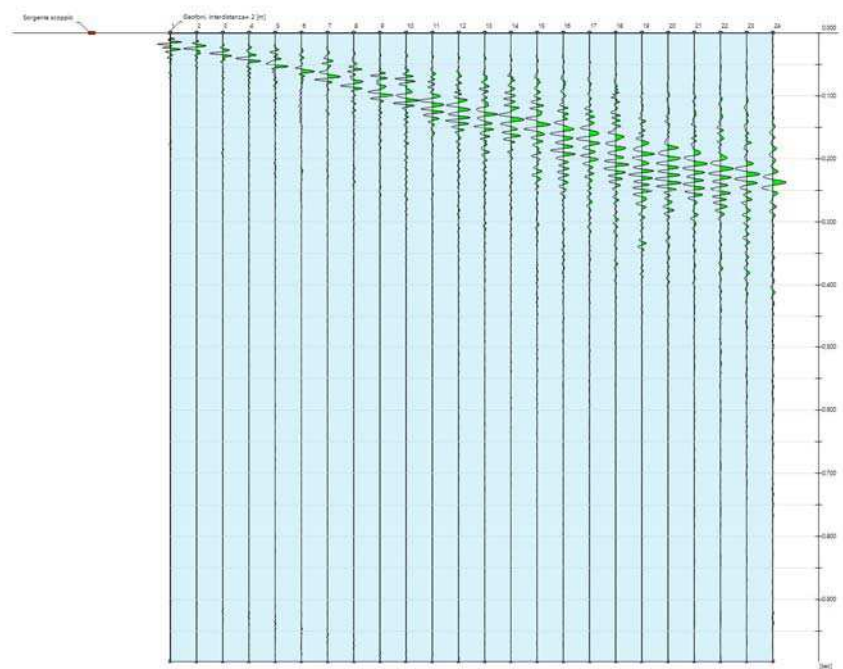
Documentazione fotografica



Dati generali

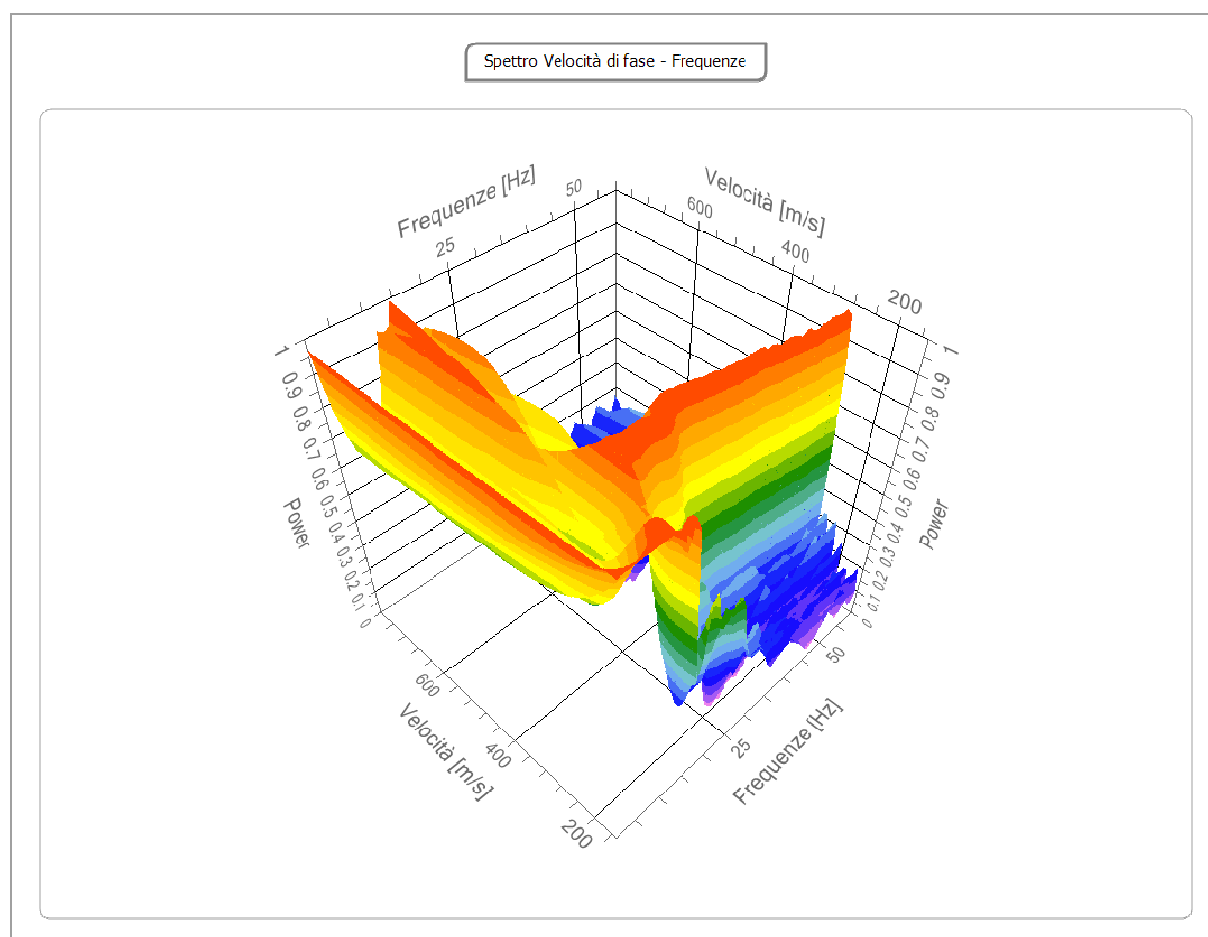
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	998.4
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.064



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	150
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	12.7	439.8	0
2	14.6	403.9	0
3	16.4	348.1	0
4	18.0	326.8	0
5	21.7	325.5	0
6	24.6	333.4	0
7	25.9	336.1	0
8	27.9	340.1	0
9	30.6	336.1	0
10	33.5	328.1	0
11	36.5	316.2	0
12	39.0	310.8	0
13	43.1	305.5	0
14	46.9	290.9	0
15	49.6	290.9	0
16	52.0	285.6	0
17	53.8	282.9	0
18	55.7	281.6	0
19	58.0	280.3	0

Inversione

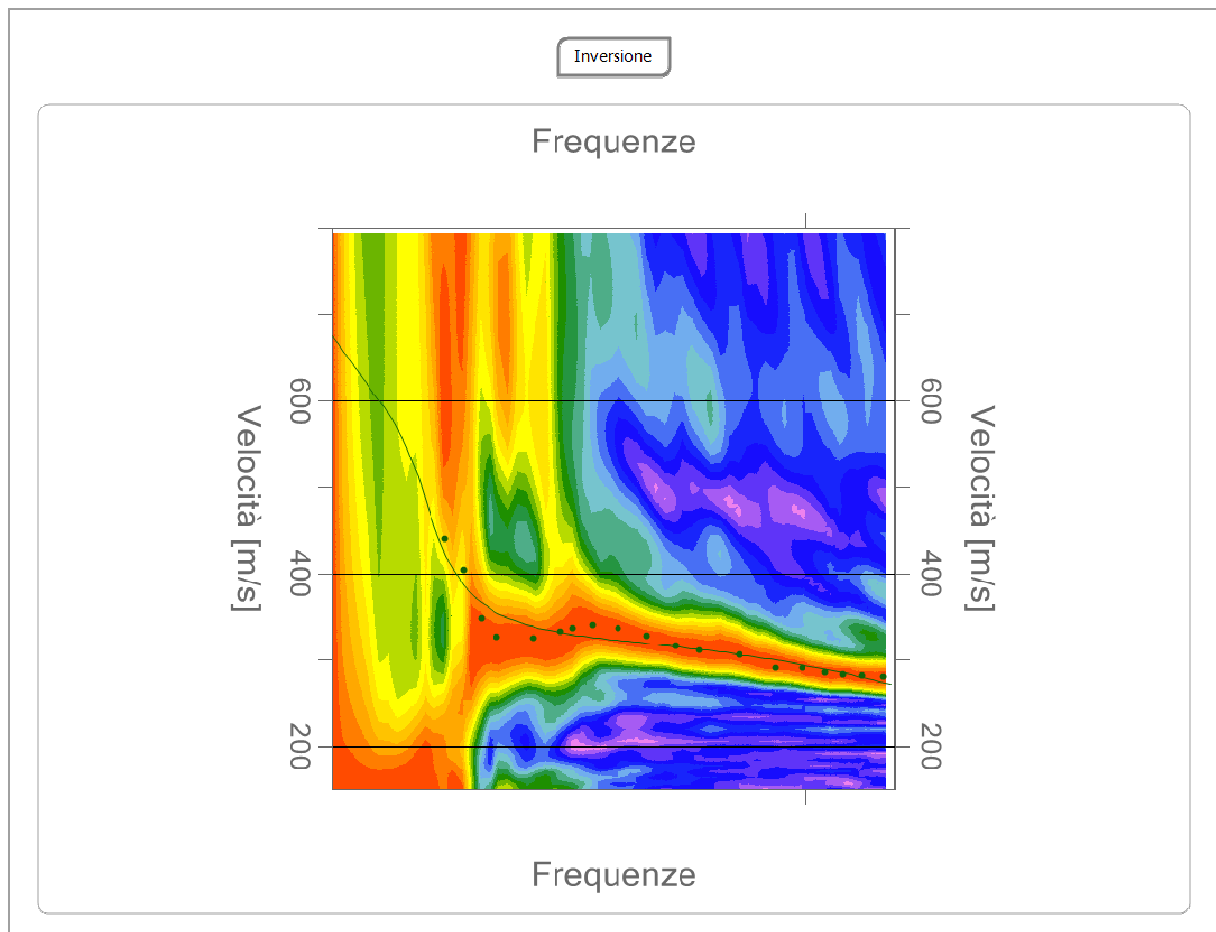
n.	Descrizione	Prof. [m]	Spess. [m]	P. V. [kg/mc]	Coeff. Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	Coperture	1.40	1.40	1700.0	0.30	No	409.2	218
2	Tufiti prev. terrose	11.14	9.74	1800.0	0.30	No	716.9	383
3	Tufiti prev. litoidi	18.18	7.04	1800.0	0.30	No	997.1	533
4	Basamento	34.14	15.96	2200.0	0.30	No	1392.8	744.5

Percentuale di errore

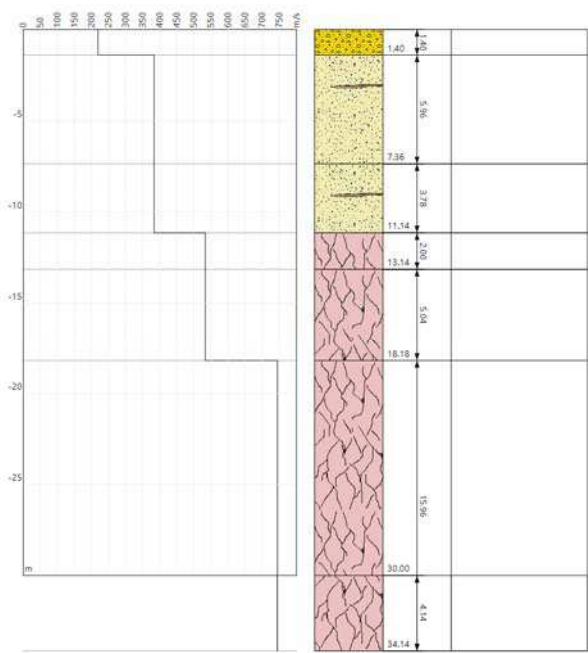
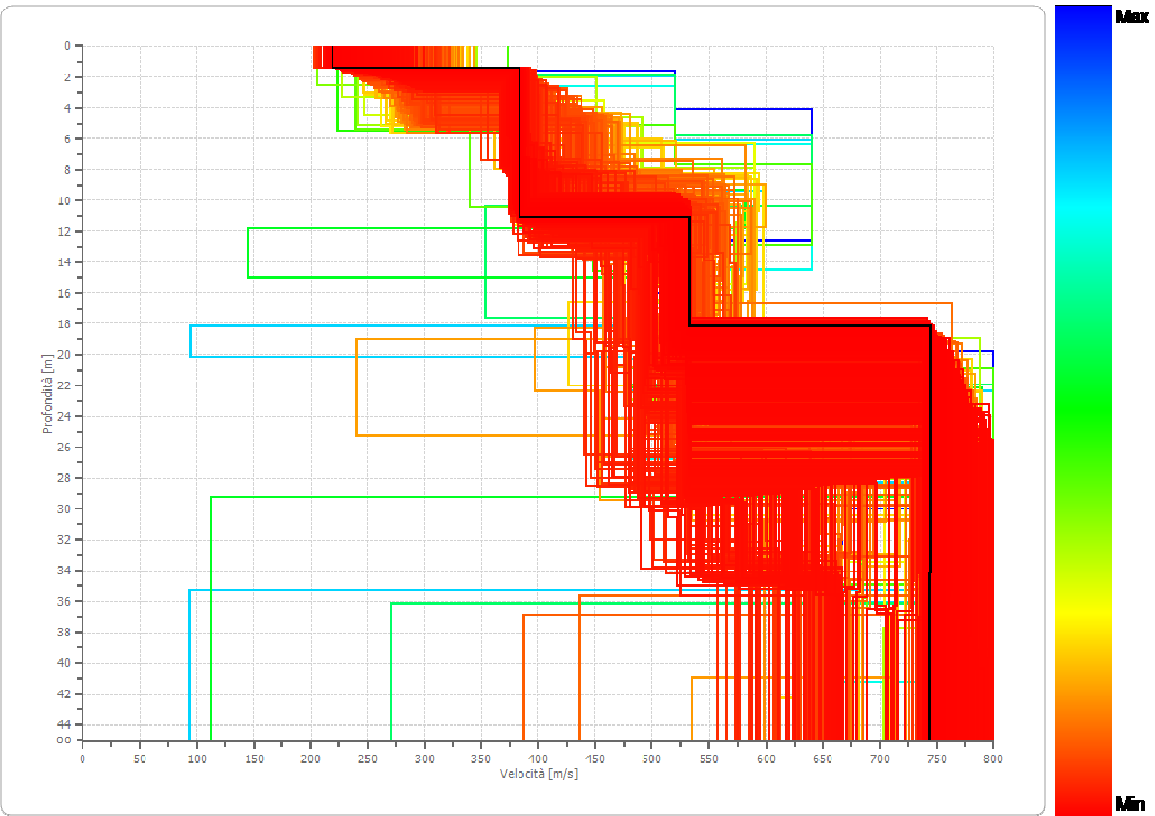
0.125 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.033



Profilo di velocità



Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	492.52
Categoria del suolo	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.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	1.40	218.71	409.17	0.30	-	-	-	-
2	11.14	383.08	716.68	0.30	264.16	924.55	572.34	686.81
3	18.18	532.97	997.10	0.30	511.31	1789.57	1107.83	1329.39
4	34.14	744.48	1392.79	0.30	997.64	3491.74	2161.56	2593.87

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;