

AGOSTO 2022

**TORCELLO WIND S.r.l.**

**IMPIANTO EOLICO TORCELLO**

**PROVINCIA DI VITERBO**

**COMUNE DI BAGNOREGIO (VT)**

**Montana**

## **STUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO**

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

**Coordinamento**

Corrado Pluchino

**Codice elaborato**

2799\_4680\_R21\_Rev0\_Studio geologico geotecnico.docx



## Memorandum delle revisioni

| Cod. Documento                                      | Data    | Tipo revisione  | Redatto | Verificato  | Approvato |
|---|---------|-----------------|---------|-------------|-----------|
| 2799_4680_R21_Rev0_Studio geologico geotecnico.docx | 08/2022 | Prima emissione | DL      | C. Pluchino | L. Conti  |

## Gruppo di lavoro

| Nome e cognome    | Ruolo nel gruppo di lavoro                         | Ordine   |
|-------------------|--|--|
| Laura Conti       | Direttore Tecnico - Progettista                    | Ord. Ing. Prov. PV n. 1726   |
| Corrado Pluchino  | Coordinamento Progettazione                        | Ord. Ing. Prov. MI n. A27174   |
| Daniele Crespi    | Coordinamento SIA                                  |  |
| Riccardo Festante | Tecnico competente in acustica                     | ENTECA n. 3965   |
| Mauro Aires       | Ingegnere Civile – Progettazione Strutture         | Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9583J                                    |
| Matteo Lana       | Ingegnere Ambientale                               |  |
| Giuseppe Ferranti | Architetto – Progettazione Civile                  | Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328 |
| Sergio Alifano    | Architetto   |  |
| Fabio Lassini     | Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile | Ord. Ing. Prov. MI n. A29719   |
| Vincenzo Gionti   | Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile |  |
| Andrea Fronteddu  | Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica      | Ord. Ing. Cagliari n. 8788 – Sez. A                                  |
| Matthew Piscedda  | Esperto in Discipline Elettriche                   |  |
| Davide Lo Conte   | Geologo  | Ordine Geologi Umbria n.445  |
| Riccardo Baecker  | Ingegnere Ambientale                               |  |





|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
| Elena Comi         | Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale | Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A |
| Matteo Cuda        | Naturalista                                |   |
| Marco Corrù        | Architetto                                 |   |
| Francesca Jasperro | Esperto Ambientale                         |   |
| Fabrizio Columbro  | Ingegnere Ambientale                       |   |
| Luca Morelli       | Ingegnere Ambientale                       |   |

**SOMMARIO**

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | PREMESSA  | 2  |
| 2.     | UBICAZIONE E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO | 3  |
| 3.     | NORMATIVA DI RIFERIMENTO                              | 3  |
| 4.     | STUDIO GEOLOGICO                                      | 5  |
| 4.1    | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO              | 5  |
| 4.2    | SUCESSIONE DELLE VULCANITI                            | 6  |
| 4.3    | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO                          | 10 |
| 4.1.1  | DATI SULLA FRANOSITÀ STORICA DELL'AREA                | 11 |
| 4.1.2  | DATI SULL'ALLUVIONAMENTO DELL'AREA                    | 14 |
| 4.1.3  | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO                           | 14 |
| 5.     | MODELLAZIONE GEOLOGICA                                | 16 |
| 5.1    | INDAGINI GEOGNOSTICHE                                 | 16 |
| 5.2    | MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI SINTESI             | 16 |
| 6.     | MICROZONAZIONE SISMICA                                | 17 |
| 6.1    | MODELLAZIONE SISMICA                                  | 17 |
| 6.2    | SISMICITÀ STORICA                                     | 17 |
| 6.3.   | AZIONE SISMICA  | 21 |
| 6.3.2. | VERIFICHE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE                | 21 |
| 6.3.3. | PRESENZA DI FAGLIE SISMOGENETICHE ATTIVE              | 22 |
| 7.     | CONCLUSIONI   | 22 |
|        | ALLEGATI GRAFICI                                      | 22 |

## 1. PREMESSA

Su incarico della Montana Spa, viene elaborato il presente studio geologico, ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della normativa sismica vigente, relativo allo **“Studio Geologico preliminare per realizzazione impianto eolico nei comuni di Bagnoregio e Lubriano”** in Provincia di Viterbo.

Lo studio dell'area in esame è finalizzato al riconoscimento dell'assetto geolitologico-stratigrafico, geomorfologico e idrogeologico generale per valutarne l'idoneità delle opere in progetto rispetto alla stabilità geomorfologica del territorio.

Inoltre vengono forniti, sulla base di esperienze pregresse in aree limitrofe su terreni simili e dall'analisi delle prove eseguite in situ, i parametri fisico-meccanici da utilizzare per effettuare un adeguato dimensionamento delle strutture fondali per le opere previste in progetto.

Per le determinazioni di cui sopra sono stati eseguiti:

- Raccolta di dati bibliografici di natura geologica, idrogeologica e geotecnica relativi a studi precedenti svolti nell'area in oggetto.
- Rilevamento geologico e geomorfologico dettagliato di superficie dell'area di intervento e delle aree limitrofe al fine di individuare fenomeni di dissesto in atto o allo stato latente.
- Esecuzione di n. 3 indagine sismica di superficie con stendimento MASW
- Esecuzione di n. 3 indagine sismica di tipo passivo HVSR
- Esecuzione di n.3 indagine di sismica di superficie a rifrazione
- Studio geologico- tecnico sulle problematiche progettuali-costruttive secondo quanto emerso dai punti precedenti.

Tutte le operazioni di campagna e la loro elaborazione sono state eseguite secondo il D.M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”, secondo la Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”, l'allegato C del Regolamento Lazio di cui alla DGR n. 375/2016” ed in riferimento alle Raccomandazioni e Direttive dell'A.G.I (Associazione Geotecnica Italiana).

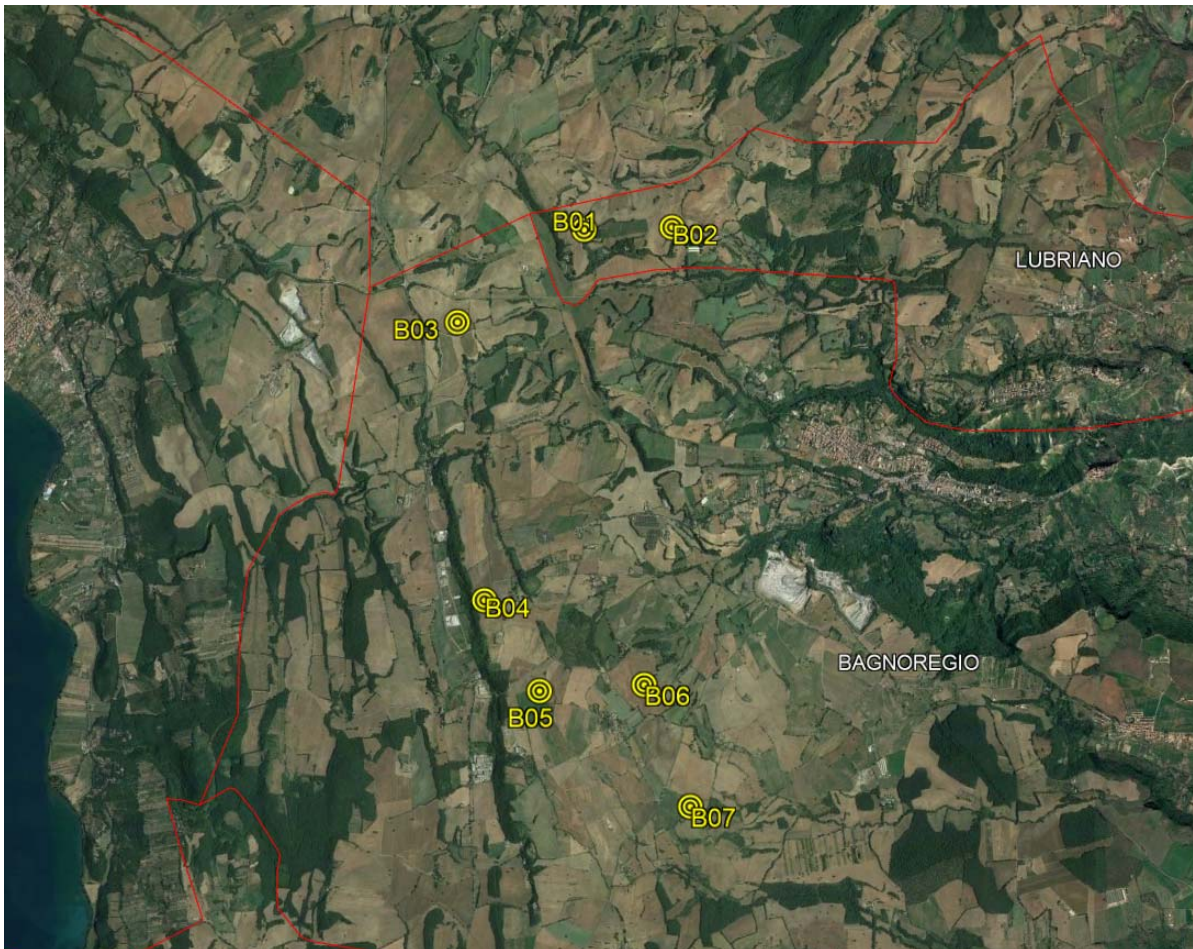
Resta comunque inteso che in fase di progettazione definitiva dovranno essere eseguite indagini puntuali per una più precisa caratterizzazione geotecnica dei siti oggetto di installazione, ed ottenere un modello stratigrafico del sottosuolo.

Si allegano, alla presente relazione:

- Corografia IGM a scala 1:25.000;
- Stralcio CTR con individuazione area in esame a scala 1:10.000;
- Planimetria ubicazione indagini geognostiche;
- Appendice A – Indagini sismiche

## 2. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

L'area di intervento ricade nel Comune di Bagnoregio e nel Comune di Lubriano, nella parte del territorio laziale ai confini con la Regione Umbria.



La zona, risulta altresì ricompresa nell'ambito della Tavoleta I.G.M. "Bolsena" IV N.O. del Foglio 137 della Carta d'Italia e dell'Elemento 334-130 "Capraccia" e 334-090 "Piazzano" della Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio.

L'intervento riguarda lo studio geologico preliminare finalizzato alla realizzazione di un impianto eolico.

## 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Regolamento regionale 26/2020 per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica, determina l'abrogazione del regolamento regionale 13 Luglio 2016, n. 14 (Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico)" e prescrive con l'allegato C, i "Livelli di Vulnerabilità dell'Opera, indagini e prove minime di tipo geologico, e geomeccanico da eseguirsi ai sensi del Regolamento Regionale".

Nella fattispecie, l'intervento può essere classificato con un livello di vulnerabilità dell'opera MEDIO

| PERICOLOSITA'       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Zona Sismica        |       |       |       |       |       |
| PROGETTI            | 1     | 2a    | 2b    | 3a    | 3b    |
| classi d'uso I e II | MEDIO | MEDIO | MEDIO | BASSO | BASSO |
| classe d'uso III    | ALTO  | ALTO  | MEDIO | MEDIO | MEDIO |
| classe d'uso IV     | ALTO  | ALTO  | ALTO  | MEDIO | MEDIO |

Da quanto sopra, unito al fatto che si è in zona pianeggiante, quindi con pendenza inferiore a 15°, deriva che, secondo il disposto Regolamento 26 ottobre 2020, n. 26, la classe di pericolosità geologica è a rischio medio.

Da ciò consegue che le indagini minime debbano essere quelle indicate nella seguente figura:

| TERRENI   |  |
|---|--|
| <b>Livello di Rischio Sismico</b><br><b>MEDIO</b> | <p>a) Almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU), dinamica, (DPSH) o dilatometriche DMT, oppure, almeno 2 Prove Penetrometriche statiche (CPT, CPTE, CPTU) o dinamiche (DPSH), che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.</p> <p>b) <b>In sostituzione delle prove di cui alla lett. a) che precede, solo per le classi III e IV:</b> almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU), dinamica (DPSH) o dilatometriche DMT, che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.</p> <p>c) Nel caso di esecuzione del Sondaggio Geognostico: <b>prelievo di campioni quando la litologia consente un campionamento indisturbato o almeno significativo</b>, del terreno fondazionale da sottoporre a Prove Geotecniche di laboratorio, certificate ai sensi dell'articolo 59 del DPR 380/2001, per la definizione delle <b>caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche</b> (Prova di Taglio Diretta, Prova Edometrica, Prova Triassiale, Prova di Taglio Ciclico, Colonna Risonante, ecc.);</p> <p>d) Almeno 2 Prova Sismiche in sito attive (MASW, SASW, MFT, FTAN, ecc.) o passive (REMI, SPAC, ESAC, f-k, MAAM, ecc.), possibilmente perpendicolari tra di loro per la definizione del profilo di velocità dell'onda S.</p> <p>e) Almeno 1 Acquisizione di Microtremore Sismico a stazione singola (HVSR), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno;</p> <p>f) Almeno una prova sismica diretta in foro (DH, CH, SDMT) eseguita fino alla profondità pari al raggiungimento del bedrock sismico o comunque fino alla profondità di almeno 30 metri i, in tutti i casi in cui dovrà essere eseguito uno studio di Risposta Sismica Locale (RSL) per le classi d'uso III e IV.</p> <p>g) Analisi della <b>Risposta Sismica Locale</b>, per tutte le classi d'uso III e IV come previsto dalla DGR 493/19 ed in tutti i casi in cui (es. inversioni di velocità, bruschi passaggi di rigidità, ecc.) il sottosuolo non è classificabile nelle categorie di cui alla Tabella 3.2.11 delle NTC'18, eseguita tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• codice di calcolo <b>1D</b> unicamente per sottosuoli costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica piana;</li> <li>• codice di calcolo <b>2D</b> da eseguire per sottosuoli non costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica non pianeggiante.</li> </ul> |

Fig. 2: Indagini minime obbligatorie - Regolamento 26 ottobre 2020, n. 26 – Allegato C

Si Si precisa che l'intero lavoro è stato svolto nel rispetto di tutti i punti previsti dalla relativa DGR in merito alla tipologia di intervento prevista.

## 4. STUDIO GEOLOGICO

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'assetto geologico dell'area di intervento è stato ricostruito mediante rilevamenti di superficie eseguiti nella zona in esame e tramite il raffronto con i dati ricavati con i dati ricavati dalla Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, Foglio 137 "Viterbo".

L'area oggetto di studio ricade nell'ambito dei depositi vulcanici originati dal Complesso vulcanico Vulsino, costituiti da tufi stratificati, lave e scorie che si susseguono nella serie stratigrafica le cui prime fasi si ebbero circa 576-500.000 anni fa.

La distribuzione delle alternanze di depositi vulcanici e lacustri indica come il lago abbia subito, nel corso della sua storia, profonde modificazioni legate alla complessa evoluzione del Distretto Vulsino. Le prime grandi eruzioni sono caratterizzate dall'emissione di non meno di 50 km<sup>3</sup> di magma, successivamente si verificò una fase di intensa deposizione di scorie da attività di fontana di lava nella zona circumcalderica settentrionale (360-352.000 anni fa), cui seguirono alternanze di depositi ignimbrici, lave e depositi lacustri.

Questo apparato è stato protagonista delle più imponenti ed estese manifestazioni vulcaniche della regione; durante la sua vita, lunga e complessa, si è avuta l'emissione di una grande varietà di prodotti vulcanici attestanti un'attività che iniziata nel Pleistocene, è durata fino a tempi molto recenti ed è tuttora in atto sotto forma idrotermale e solfatarica.

L'apparato vulcanico Vulsino è un vasto stratovulcano, policentrico, costruito in più fasi da una sequenza di lave, piroclastiti di vario tipo, epiclastiti e sedimenti variamente compenetrati, di difficile correlazione stratigrafica.

Il carattere policentrico del distretto vulcanico dei Vulsini, con la sua complessa stratigrafia derivante dalla compenetrazione di prodotti emessi nel tempo dai differenti centri di emissione distribuiti su una vasta area, ha uno stretto legame con l'evoluzione tettonica recente. Vari Autori hanno evidenziato alcuni elementi caratteristici di tali relazioni nel tentativo anche di chiarire le possibili implicazioni petrogenetiche per i prodotti vulcanici (LOCARDI et alii, 1975; NICOLETTI et alii, 1979-1980; VAREKAMP, 1979, 1980, 1981; METZELTIN & VEZZOLI, 1983; BARBERI et alii, 1984).

Gli autori riportano che l'attività vulcanica è avvenuta tramite centri di emissione di tipo fessurale, da cui venivano emesse lave generalmente basaltiche, tefritico-fonolitiche e leucitiche oltre a prodotti piroclastici ed una serie di centri di emissione di tipo craterico ( caldera di Bolsena ), i cui prodotti erano di tipo eruttivo acido, prevalentemente piroclastici ed ignimbrici.

La storia geologica dell'area ( G. BUONASORTE ET ALII " Ricerca ed esplorazione nell'area geotermica di Torre Alfina (Lazio – Umbria) Estratto da Boll. Soc. Geol. It., 107, 1998, 265-337, 38ff.,11tab.,1tav. n.t., 1 tav. f.t.), può essere così schematicamente riassunta.

Nel Pliocene inferiore si sono verificati movimenti di sprofondamento a carattere regionale, con i quali è connessa una estesa ingressione marina che viene colmata da sedimenti prevalentemente argillosi. A tale sprofondamento si accompagnò l'attivazione o riattivazione di faglie dirette e la formazione di un sistema di depressioni tettoniche ed alti strutturali allungati in direzione NNO-SSE; seguì un sollevamento regionale che portò all'emersione, prima del bacino occidentale (Bacino di Radicofani) alla fine del Pliocene inferiore e successivamente del bacino orientale (Bacino del Tevere) nel Pliocene medio-superiore (BRANDI et al., 1970; BALDI et al., 1974). All'inizio dell'attività vulcanica, dunque, i principali elementi tettonico-strutturali erano già



delineati e la situazione paleomorfologica vedeva le argille affioranti modellate dal nuovo ciclo erosivo che si era instaurato.

Intorno a 1 milione di anni fa l'area vulsina inizia ad essere interessata da una intensa attività vulcanica, con manifestazioni sia effusive che esplosive che coinvolgono differenti centri di emissione e determinano la messa in posto di depositi differenziati ma comunque ricadenti in quelli della Provincia Magmatica Romana.

La successione cronologica degli eventi che hanno portato alla messa in posto dei depositi vulcanici che costituiscono la struttura del bacino idrogeologico può essere così schematizzata:

- 0.8-0.6 Ma : inizio di una intensa attività piroclastica fessurale con messa in posto di depositi da caduta e marginalmente da flusso, con colate laviche tefritico leucitiche di aspetto basaltico ( Prodotti Piroclastici di Base ) . I diversi prodotti vulcanici di caduta, unitamente alle colate, si distribuiscono su una superficie con spessori variabili in relazione soprattutto alla paleomorfologia. Si forma così, in questa fase, una potente successione vulcano-sedimentaria, tipica dei livelli basali dell'intero complesso vulcanico ed ha inizio una forte subsidenza dell'area interessata dal vulcanismo;
- 0,6 - 0,3 Ma : Prodotti di Attività Mista, essenzialmente effusiva costituite da colate di latiti, leucititi, tefriti, basaniti, fonoliti e trachiti talora accompagnate da prodotti piroclastici con locali intercalazioni lacustri (apparato policentrico di Bolsena e suoi centri periferici);
- 0,3 - 0,15 Ma : Prodotti Piroclastici Finali rappresentati da coltri ignimbriche e da depositi di caduta.

## 4.2 SUCESSIONE DELLE VULCANITI

In relazione alla successione degli eventi, la sequenza vulcanica che costituisce l'acquifero in esame, a partire dai prodotti più antichi, è di tipo multistrato, ossia costituita da alternanze tra piroclastiti prevalenti e lave intercalate; procedendo dal basso verso l'alto essa può essere così schematizzata.

### 4.2.1 Prodotti Piroclastici di base

- Trattasi di depositi piroclastici prevalentemente di caduta; lo spessore complessivo è molto variabile e raggiunge valori anche superiori a 100 m, a testimonianza dell'esistenza di una paleomorfologia del substrato anche piuttosto articolata. Questa formazione è caratterizzata da una pronunciata stratificazione; si riconoscono strati di cineriti, lapilli, pomici bianche, alternati a strati di epiclastiti vulcaniche arenacee o siltitiche, con locali intercalazioni lentiformi di marne e diatomiti biancastre . Nei lapilli, pomici ed ignimbriti sono frequenti i cristalli di leucite più o meno alterata, di pirosseno e talora di sanidino; si tratta di termini con carattere per lo più fonolitico-trachitico. Le inclusioni effusive sono costituite da lave tefritico leucitiche di aspetto basaltico.

### 4.2.2 Prodotti di attività mista, essenzialmente lavica con subordinate piroclastiti

- Trattasi di tufi ed epiclastiti stratificate, di una coltre ignimbrica trachitico-fonolitica di colore giallo-rossastro, ricca in pomici ed inclusi litici, e da lenti diatomitiche biancastre a sottile laminazione piano parallela. A queste si associano colate laviche tefritiche a leucite e tefritico-leucitiche di colore grigio scuro- nerastro, afanitiche, con grossi fenocristalli di leucite ( leucitofiro ). I centri di eruzione sono individuabili in una serie di cono vulcanici allineati lungo la frattura di Montalfina-Poggio del Torrione e lungo la frattura Castel Giorgio- Pod. Boschetto. I suddetti cono vulcanici sono costituiti da colate di lave tefritiche e da scorie rosse e nere più o meno saldate con spesse coperture di piroclastiti.

### 4.2.3 Prodotti Piroclastici finali

- Sono costituiti da Ignimbriti e tufi con associati depositi lacustri e diatomiti. Si tratta di un'unità il cui centro di eruzione è individuabile in Poggio del Torrione; presenta marcata stratificazione, nella quale si riconoscono, a grandi linee, una successione costituita, a partire dal basso, da: piroclastiti di caduta ben stratificate con associate colate laviche di tefrite leucitica; da depositi lacustri e diatomiti ed infine

da ignimbriti tefritico-fonolitiche. Lo spessore di questi depositi piroclastici finali della porzione occidentale della struttura, tende a diminuire gradualmente in direzione settentrionale verso Castel Giorgio. Depositi riferibili ad ignimbriti tefritico-fonolitiche di estensione relativamente ampia si ritrovano anche nel settore centro-orientale della struttura vulcanica ricadente in territorio Umbro circa in corrispondenza dell'aree ricompresa tra Torre S. Severo, Porano e Canonica, e con terminazione settentrionale in corrispondenza della rupe residuale su cui si erge Orvieto. I depositi ignimbritici sono costituiti, prevalentemente, da tufo a matrice giallo-arancio con cristalli di sanidino e scorie nere anche di notevoli dimensioni ( Tufo litoide Giallo a Scorie Nere) cui si possono associare facies a matrice cineritica di colore avana con piccole pomice biancastre.

#### 4.2.4 Coperture eluviali e colluviali

- Nella parte sommitale dell'altopiano dell'Alfina, tra Castel Giorgio e Castel Viscardo, in prossimità della S.S. n° 74 Maremmana, fra Castel Giorgio e Case Perazza ed infine nella zona fra Villanuova e Canonica, si ritrovano estese coltri eluvio-colluviali, dello spessore dell'ordine della decina di metri, derivanti dal disfacimento delle vulcaniti. Si tratta di materiale a tessitura limoso argilloso debolmente sabbioso, con piccole scorie e lapilli più o meno alterati. Nella zona posta a sud dell'abitato di Castel Giorgio la genesi di detti depositi eluvio-colluviali può essere ricondotta anche ad accumuli di sedimenti alluvionali nell'ambito della porzione ricadente in prossimità della S.S. n° 74 Maremmana, connessi con la presenza di una soglia in corrispondenza di una presumibile scarpata di faglia, di ridotto rigetto, che ne ha ostacolato, per un certo tempo, il deflusso verso il T.Romealla.

#### 4.2.5 Coltri detritiche

- In corrispondenza delle aree poste a valle della scarpata cordiera che definisce il limite delle vulcaniti Vulsine, si ritrovano, con estensioni anche rilevanti, affioramenti di materiali detritici derivanti dallo smantellamento dei depositi vulcanici. I massimi ispessimenti, variabili tra 10 e 15 m, si riscontrano in corrispondenza delle paleo depressioni del substrato pliocenico che risultano colmate da detti depositi. Le coltri detritiche sono costituite da frammenti più o meno grossolani di tufi e da blocchi lavici in matrice di taglia limosa derivanti dalla degradazione delle stesse vulcaniti.

#### 4.3. Substrato delle vulcaniti

Il substrato delle vulcaniti è rappresentato da sedimenti argillosi ed argillo-sabbiosi, di facies marina riferibili al plio-pleistocene, localmente eteropici con sedimenti sabbioso-conglomeratici argillosi, affioranti all'altezza dell'abitato di Benano. Nella parte estrema nord-occidentale dell'altopiano dell'Alfina, il substrato è costituito da sedimenti flyschoidi pertinenti la Formazione di S. Fiora (Unità Liguridi in facies austroalpina interna), costituiti da argilloscisti con lembi calcarei.

La morfologia del tetto del substrato riflette sia l'assetto antecedente la deposizione delle prime vulcaniti e sia l'evoluzione tettonica della grande depressione vulcano-tettonica di Bolsena. Infatti l'aumento di spessore della vulcaniti procedendo verso la parte sud-occidentale dell'acquifero è il risultato della progressiva subsidenza dell'area bolsenese, a seguito dell'attività delle presunte lineazioni tettoniche con direttrici anti-appenniniche.

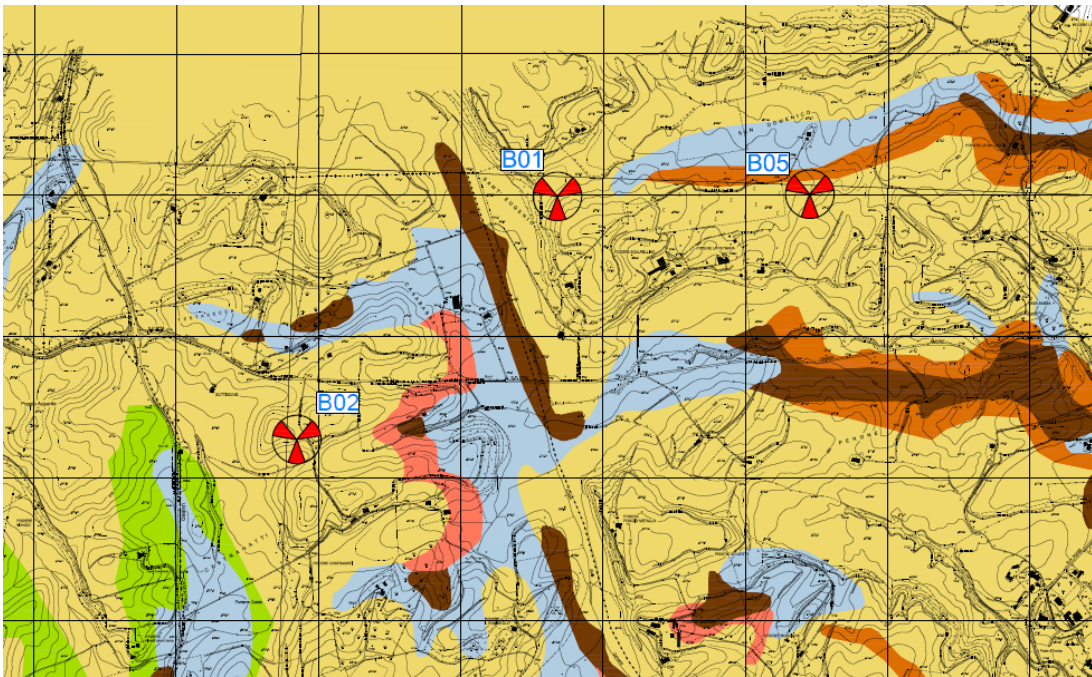
Lungo il limite dell'affioramento, le marginali aree in cui si ritrovano affioramenti del substrato incuneato all'interno delle vulcaniti sono riconducibili a paleoalti dello stesso substrato che oggi, a seguito dell'erosione, si manifestano, a seguito dell'inversione di rilievo, come vallecchia, anche fortemente incise. Al contrario, le zone di affioramento delimitate da due incisioni rappresentano locali depressioni del substrato dove si sono messe in posto le vulcaniti cordiere.

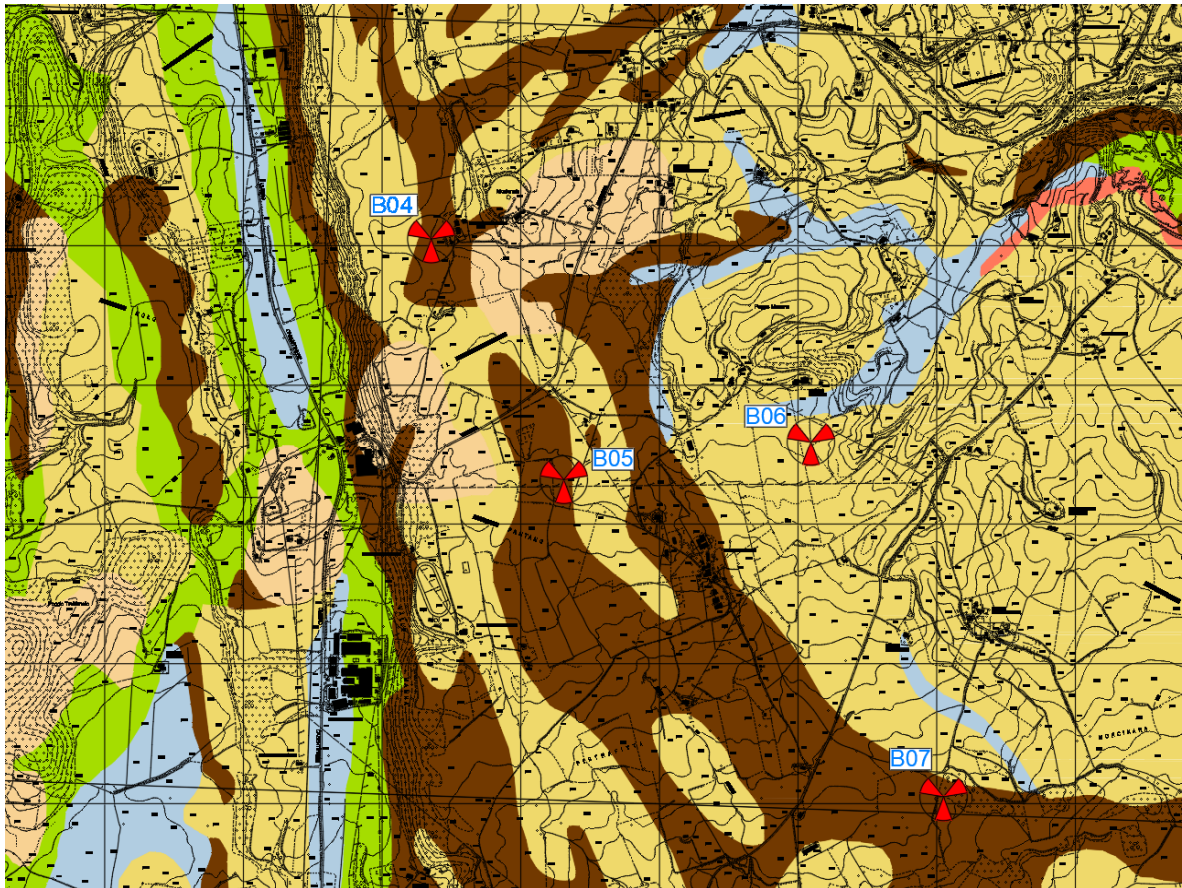
In dettaglio nell'area interessata, l'impalcatura dell'immediato sottosuolo è rappresentata, al di sotto di una copertura pedogenizzata di spessore centimetrico e omogeneamente distribuita su tutta l'area in esame, dalla formazione dei tufi Superiori Settentrionali che sono caratteristici della zona circostante Bagnoregio.


La formazione si presenta in alternanze di varia potenza di strati terrosi, livelli sabbie vulcaniche, pomici, lapilli e ceneri. Il colore varia da tonalità grigio chiare a giallastre raramente rossastre, talvolta è possibile ritrovare intercalazioni di tufi rimaneggiati in cui sono visibili impronte di foglie e frustoli vegetali.


Il basamento dell'apparato vulcanico è costituito da un substrato di tipo sedimentario marino, nel dettaglio ad una profondità di circa 200 – 300 metri ritroviamo la facies argillosa che determina la fine delle vulcaniti.


Nel dettaglio verso la parte di valle del fabbricato ritroviamo terreno di riporto costituito da tufi e piroclastiti rimaneggiate.








- 

**Ghiaia, sabbia e argilla**  
 Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti  
 anche terrazzate e coperture colluviali ed eluviali
  
- 

**Tufo e tufite**
  
- 

**Lava**
  
- 

**Tufo litoide**  
 Ignimbriti tefritico-fonolitiche, fonolitico-tefritiche fino a trachitiche;  
 presentano sia facies incoerenti (pozzolane) sia facies compatte (tufo litoide)
  
- 

**Tufi leucitici con intercalazioni di depositi lacustri e diatomiferi**
  
- 

**Ubicazione indicativa pala**

### 4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Sotto il punto di vista geomorfologico, la zona in esame si colloca ad una quota che va da 550 a 590 m s.l.m., lungo un terrazzo morfologico inserito nell'ampia zona dell'altopiano vulsino.

Sotto il punto di vista geomorfologico l'area di intervento, si pone nella porzione sommitale del plateau, è, quindi caratterizzata da forme molto addolcite su cui si riconoscono modeste inflessioni, in corrispondenza delle piccole incisioni delle aste idriche secondarie, che vengono a modellare solo in maniera estremamente blanda il paesaggio.

Il paesaggio, nel complesso, è quello tipico dell'altopiano vulcanico dell'apparato Vulsino, caratterizzato da un andamento dolce, sia in termini di elevazione altimetrica che di pendenze, delle forme. I morfotipi prevalenti sono rappresentati da blande collinette, solitamente allungate in direzione delle antiche colate, separate da blandi compluvi in cui si imposta il locale reticolo idrografico che, talora, si sviluppa lungo le direzioni di contatto litologico.

Considerate le favorevoli condizioni morfologiche, praticamente pianeggianti e vista per la notevole distanza rispetto al più prossimo corso d'acqua e tenuto conto delle caratteristiche di resistenza complessive dei materiali in presenza, non si rilevano elementi geomorfici evolutivi in grado di interferire con le strutture in oggetto, che vengono ad inserirsi in un'area stabile.

Tutte le aree oggetto di intervento si pongono a distanza da elementi geomorfologici rilevanti e nel complesso non si denotano segni di squilibrio o elementi manifesti che possano far nutrire dubbi sulla sua stabilità d'insieme; questa situazione di sostanziale stabilità sarebbe ulteriormente confermata dalla presenza nel sottosuolo di litotipi dotati di buone caratteristiche di resistenza e dalla assenza di dinamiche erosive imputabili all'idrografia superficiale.

Dall'analisi cartografica le pale BN5 e B02 ricadono all'interno del Bacino del Fiume Fiora mentre le altre all'interno del Bacino del Fiume Tevere.

Ad ulteriore conferma della stabilità del territorio in oggetto, come riportato nella "Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" del P.A.I a scala 1:10.000, edita dall'Autorità di bacino del Fiume Tevere, per l'area in esame non vengono segnalati fenomeni di dissesto e processi morfogenetici di tipo evolutivo in atto e/o allo stato latente e dalla tavola 1.1.4 Arre Vulnerabili dal punto di vista Idrogeologico del P.T.P.G. della Provincia di Viterbo Assessorato ambiente e Pianificazione Territoriale.

Pertanto, l'assetto morfologico generale dell'area, nonché le caratteristiche di resistenza dei terreni in presenza, evidenziano una sostanziale stabilità dell'area e, nel dettaglio dell'opera, i lavori non interferiranno con la stabilità dell'area.

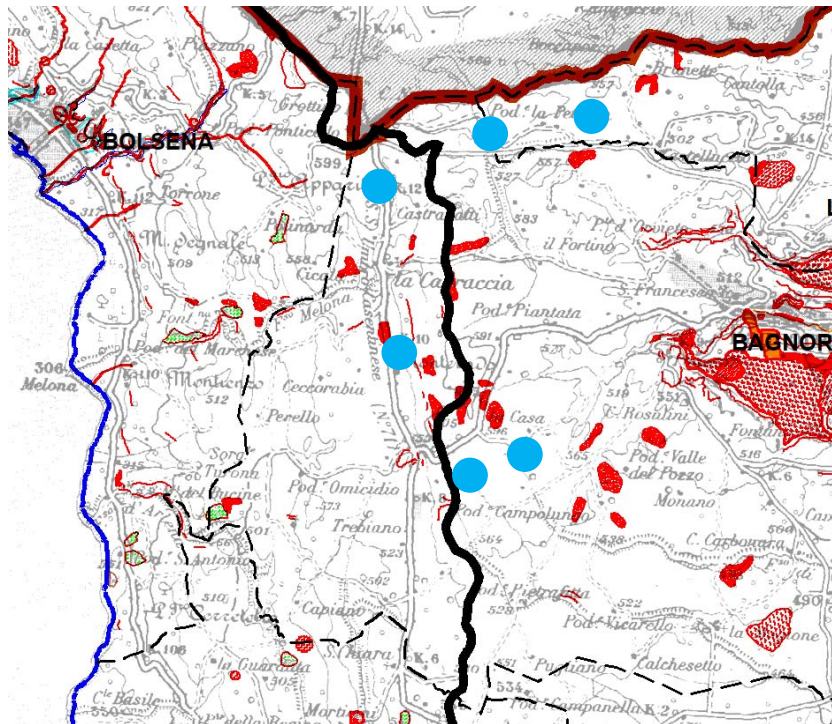



Tavola 1.1.4 Aree Vulnerabili dal punto di vista Idrogeologico del P.T.P.G.

 Area oggetto di intervento

**DISSESTI GRAVITATIVI STORICI**

Autorità dei Bacini Regionali:

-  Frane Attive
-  Frane non Attive

Autorità di Bacino del Fiora:

-  Frana attiva
-  Frana quiescente
-  Frana stabilizzata
-  Frana di altro tipo di dimensioni non cartografabili
-  Nicchia di Frana
-  Frana di crollo di dimensioni non cartografabili



**DISSESTI IDRAULICI STORICI**

Autorità dei Bacini Regionali Nord:

-  Aree di esondazioni storiche  
Fonte dei dati: Segnalazioni ABR prima del 1999
-  Aree di esondazione potenziale  
Fonte dei dati: ABR - Esondazioni potenziali - Studi preliminari

Autorità del Fiora:

-  Aree di esondazioni storiche Fiora  
Fonte dei dati: Segnalazioni Provveditorato OOPF Toscana prima del 1999

-  Frane recenti osservate dal Servizio Difesa Suolo, Regione Lazio
-  Erosioni e dissesti spondali recenti osservati dal Servizio Difesa Suolo e da ABR

Fonte Dati: Regione Lazio - Banca Dati Difesa Suolo - curata dal Dott. C. Bionchi; aggiornamento Febbraio 2003

**INVENTARIO DEI DISSESTI GRAVITATIVI**

| Fenomeni attivi   | Fenomeni quiescenti   | Fenomeni stabili*   |   |
|---|---|---|---|
|  |  |  | Frana per crollo o ribaltamento                                   |
|  |  |  | Frana per scivolamento traslativo                                 |
|  |  |  | Frana per scivolamento rotazionale                                |
|  |  |  | Frana per colamento   |
|  |  |  | Frana complessiva   |
|  |  |  | Area con franosità diffusa  |
|  |  |  | Area interessata da deformazioni gravitative profonde (DOPV)      |
|  |  |  | Area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soffocato |
|  |  |  | Falsa ala cono di debole  |
|  |  |  | Debris flow (o colata di detriti)                                 |
|  |  |  | Area a calanchi   |
|  |  |  | Frana preesistente  |
|  |  |  | Otto di scarpata di frana   |
|  |  |  | Otto di scarpata  |
|  |  |  | Frana non cartografabile  |

**Dissesti idraulici normate (PAI)**

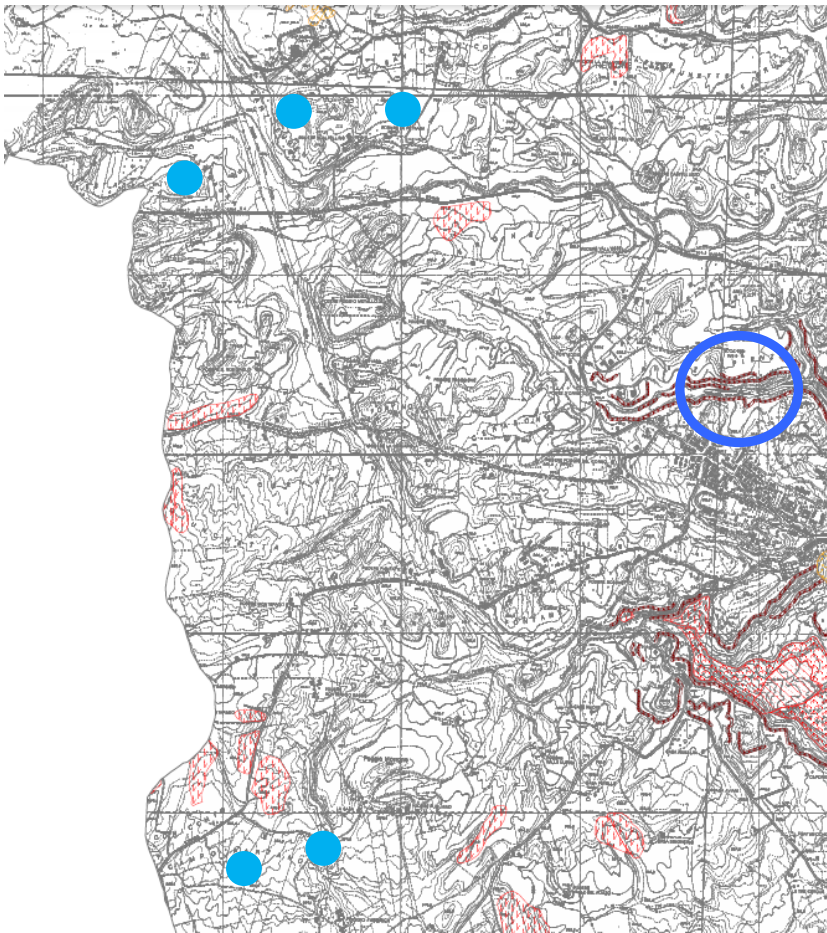
-  Aree a pericolo d'inondazione

Fonte dati: Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) rispettive Autorità di Bacino

**4.1.1 DATI SULLA FRANOSITÀ STORICA DELL'AREA**

Dal punto di vista della stabilità globale dell'area, all'interno della "Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" del P.A.I. edita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere e dalla Carta Tav 2.01 Aree sottoposte a tutela per Dissesto Idrogeologico a scala 1:10.000, si può affermare che la zona non ricade all'interno delle aree a maggior rischio da frana R3 e R4.

La zona di interesse è esterna ad ogni tipo di perimetrazione (Fig. 2).  
Sull'area in generale non si riscontrano rotture di pendio importanti o scarpate recenti di erosione.



Stralcio PAI – Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana – [www.abtevere.it](http://www.abtevere.it)

## Legenda

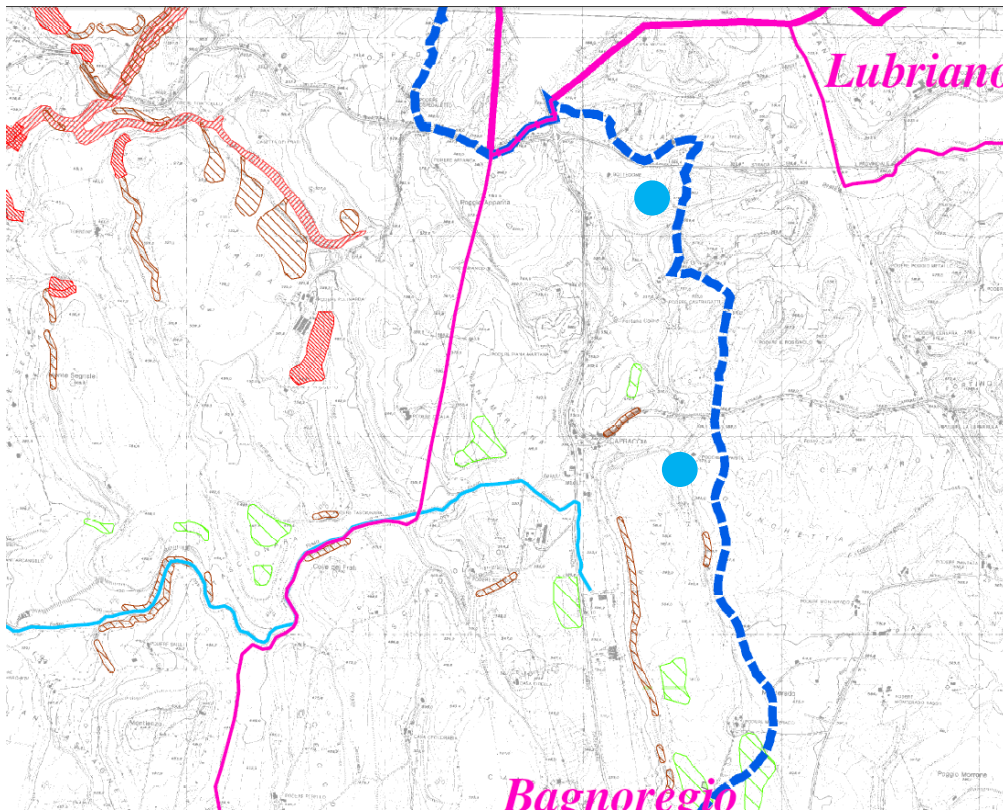
### Inventario dei fenomeni franosi

| fenomeno attivo | fenomeno quiescente | fenomeno inattivo | fenomeno presunto |  |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|--|
|                 |                     |                   |                   | frana per crollo o ribaltamento                                  |
|                 |                     |                   |                   | frana per scivolamento   |
|                 |                     |                   |                   | frana per colamento  |
|                 |                     |                   |                   | frana complessa  |
|                 |                     |                   |                   | area con franosità diffusa                                       |
|                 |                     |                   |                   | area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)     |
|                 |                     |                   |                   | area interessata da deformazioni superficiali lente e/o siflusso |
|                 |                     |                   |                   | falda e/o cono di detrito  |
|                 |                     |                   |                   | debris flow (colata di detrito)                                  |


| fenomeno attivo | fenomeno quiescente | fenomeno inattivo | fenomeno presunto |                               |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
|                 |                     |                   |                   | area a calanchi o in erosione |
|                 |                     |                   |                   | frana presunta                |
|                 |                     |                   |                   | orlo di scarpata di frana     |
|                 |                     |                   |                   | frana non cartografabile      |















### Situazioni di rischio da frana

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | R4 - 'molto elevato' |
|  | R3 - 'elevato'       |



Stralcio PAI Autorità Regionale dei Bacini del Lazio

 Area oggetto di intervento

|   |  |
|---|--|
| <p><b>AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE</b><br/>(artt. 7 - 23 - 24 - 25 - 26)</p> <p> Aree a Pericolo A (artt. 7 e 23)</p> <p> Aree a Pericolo B1 (artt. 7 e 24)</p> <p> Aree a Pericolo B2 (artt. 7 e 25)</p> <p> Aree a Pericolo C (artt. 7 e 26)</p> | <p><b>AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO DI FRANA E D'INONDAZIONE</b><br/>(artt. 9 - 19 - 27)</p> <p> Aree di Attenzione Geomorfológica (artt. 9 e 19)</p> <p> Aree di Attenzione Idraulica (artt. 9 e 27)</p> <p> Corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n. 452 del 01/04/05 (artt. 9 e 27)</p> <p> Altri corsi d'acqua principali (artt. 9 e 27)</p> |
| <p><b>AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO DI FRANA</b><br/>(artt. 6 - 16 - 17 - 18)</p> <p> Aree a Pericolo A (artt. 6 e 16)</p> <p> Aree a Pericolo B (artt. 6 e 17)</p> <p> Aree a Pericolo C (artt. 6 e 18)</p>   | <p><b>LIMITI AMMINISTRATIVI</b></p> <p> Limite Autorità dei Bacini Regionali</p> <p> Limiti Comunali</p> <p> Limite Regionale</p>   |

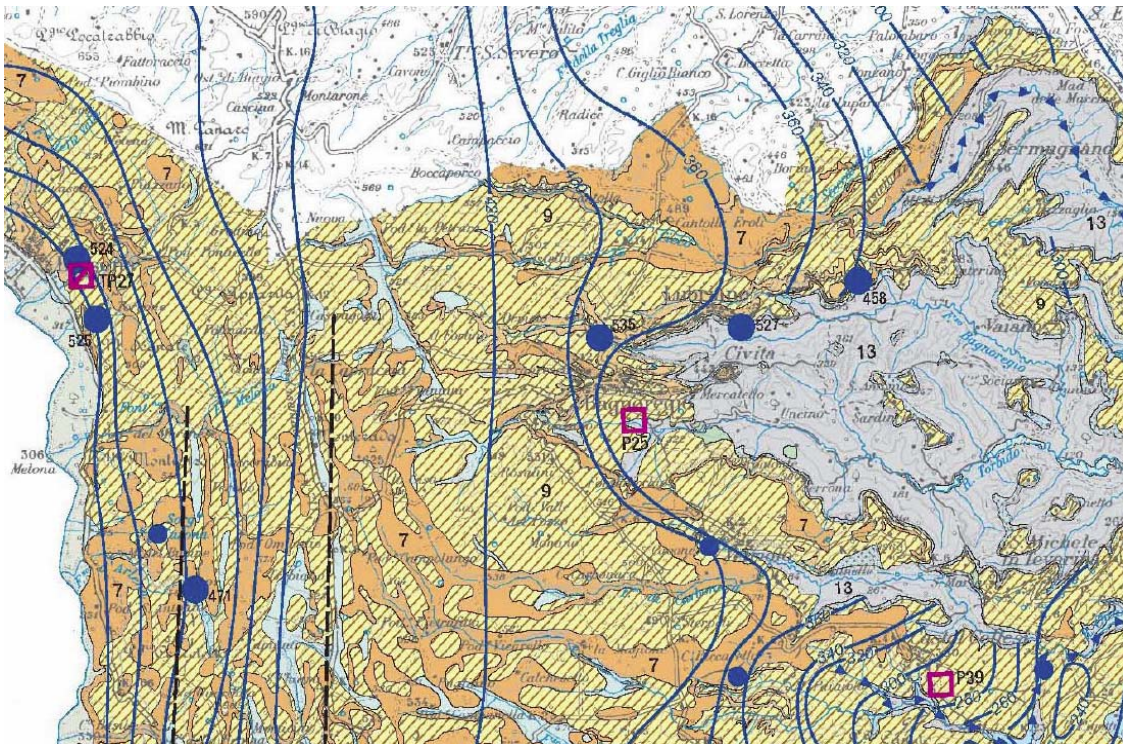


#### 4.1.2 DATI SULL'ALLUVIONAMENTO DELL'AREA

La zona in oggetto si trova ad una quota di circa 550 m s.l.m., distante da zone con problematiche di tipo idraulico, pertanto si escludono possibilità di alluvionamento.

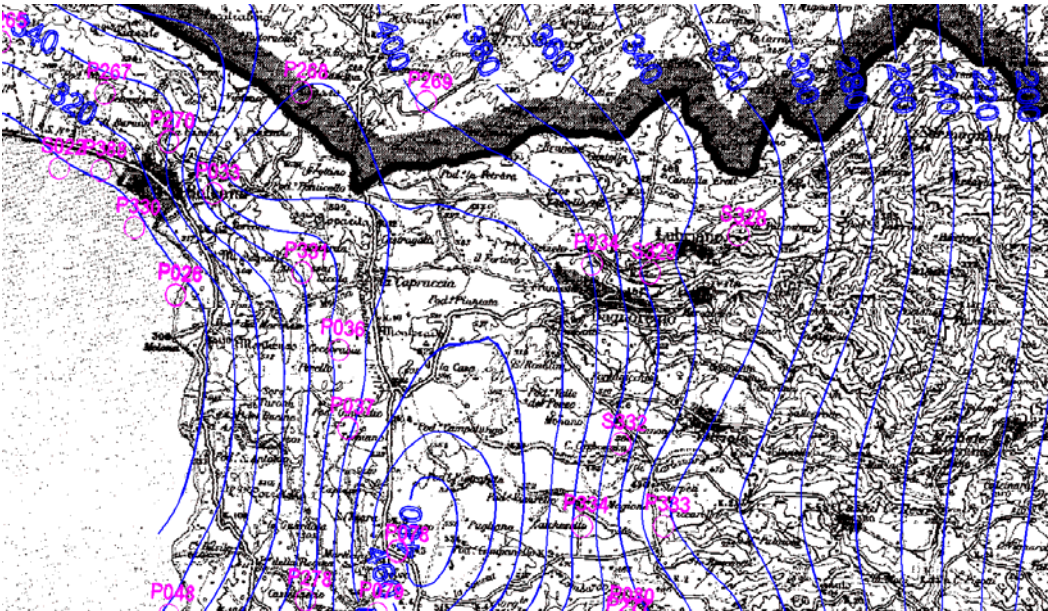
#### 4.1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'idrogeologia della zona è caratterizzata dalla presenza delle formazioni vulcaniche appartenenti al complesso vulcanico vulsino. La potenzialità dell'acquifero basale delle vulcaniti dipende oltre che dal generale afflusso proveniente dalle aree a monte, anche dalla paleomorfologia sepolta del basamento impermeabile sedimentario. Infatti, ove questo risulta più approfondito vi è un maggiore spessore di materiali vulcanici ed un maggiore spessore dell'acquifero. Dove invece, il basamento sedimentario forma delle zone di alto sepolte, lo spessore delle vulcaniti e quindi dell'acquifero tende a diminuire drasticamente, fino a volte, a scomparire.



- |          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> | <b>COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta</b><br>Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e coluviali ( <i>OLOCENE</i> ). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dai corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.                          |
| <b>2</b> | <b>COMPLESSO DEI DEPOSITI DETRITICI - potenzialità acquifera medio alta</b><br>Detriti di falda e di pendio, depositi morenici, di conchiglie e di frane e terre rosse ( <i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i> ) con spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove poggia su un substrato più permeabile non contiene falde significative, ma contribuisce alla ricarica della falda del substrato. Dove è sostenuto da un substrato meno permeabile ospita falde sospese che alimentano sorgenti diffuse a regime generalmente stagionale. Le grandi conchiglie possono contenere falde perenni alimentate da infiltrazione zenitale e, localmente, da apporti provenienti dagli acquiferi con cui sono in continuità idraulica. |
| <b>3</b> | <b>COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI - potenzialità acquifera bassa</b><br>Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose antiche terrazzate, ( <i>PLEISTOCENE</i> ). L'eterogeneità granulometrica dei litotipi di questo complesso favorisce la presenza di piccole falde sospese locali.  |
| <b>4</b> | <b>COMPLESSO DEI TRAVERTINI - potenzialità acquifera medio alta</b><br>Travertini antichi, recenti ed attuali, concrezioni travertinee intercalate a depositi alluvionali e lacustri ( <i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i> ). Spessore variabile fino ad un massimo di un centinaio di metri. Dove affiora in estese placche isolate è sede di una circolazione idrica significativa che dà luogo a falde locali di buona produttività; dove si trova in continuità idraulica con gli acquiferi alluvionali e/o carbonatici regionali, la produttività della falda aumenta perché ben alimentata.   |
| <b>5</b> | <b>COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - potenzialità acquifera medio alta</b><br>Sabbie dunari, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune deliziose ( <i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i> ). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.  |
| <b>6</b> | <b>COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LAGUSTRI - potenzialità acquifera bassa</b><br>Depositati prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salinastre con locali intercalazioni ghiaiose e/o travertinee ( <i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i> ). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La prevalente componente argillosa di questo complesso impedisce una circolazione idrica sotterranea significativa; la presenza di ghiaie, sabbie e travertini può dare origine a limitate falde locali. Il complesso può assumere il ruolo di acquiduc, confinando la circolazione idrica sotterranea degli acquiferi carbonatici (Piana Pontina e di Cassino).                                |
| <b>7</b> | <b>COMPLESSO DELLE LAVE, LACCOLITI E CONI DI SCORIE - potenzialità acquifera medio alta</b><br>Scorie generalmente saldate, lave e laccoliti ( <i>PLEISTOCENE</i> ). Spessori da qualche decina a qualche centinaio di metri. Questo complesso contiene falde di importanza locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata.   |
| <b>8</b> | <b>COMPLESSO DELLE POZZOLANE - potenzialità acquifera media</b><br>Depositati da colata proclastica, generalmente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le lignimbriti e tuffi ( <i>PLEISTOCENE</i> ). Spessore da pochi metri ad un migliaio di metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali.  |
| <b>9</b> | <b>COMPLESSO DEI TUFFI STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE - potenzialità acquifera bassa</b><br>Tuffi stratificati, tuffi terrosi, brocca proclastica, pomoli, lapilli e blocchi lavici in matrice cinatica ( <i>PLEISTOCENE</i> ). I termini del complesso si presentano interdigitali tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definirne lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo   |

L'acquifero locale sembra costruito da un'unica falda di notevole potenzialità che da rilevazioni effettuate nell'area si è riscontrato che il livello della falda di base, si pone ad una profondità dell'ordine di 50 m dal p.c. come confermato anche Tav. 034 della Carta delle Isopieze dello studio redatto a corredo del PTPG del territorio provinciale (Assessorato Ambiente settore Tutela delle Acque), essendo la quota del piano campagna media di circa 570 m slm e la falda posta circa 320 m slm, la soggiacenza della falda principale (profondità della superficie piezometrica misurata a partire del piano campagna) è di circa 50 m.



Stralcio PAI – Tav. 034 della Carta delle Isopieze

I litotipi affioranti nell'area in esame, presentano nel complesso caratteristiche di permeabilità per porosità e fatturazione medio-alta, l'andamento della falda freatica di base è omogeneo ed in direzione ovest - est. Nella "Carta della vulnerabilità degli acquiferi superficiale" Tav 041 dello studio redatto a corredo del PTPG del territorio provinciale (Assessorato Ambiente settore Tutela delle Acque), l'area ricade fra le aree ricomprese

nelle classi con grado di vulnerabilità delle acque sotterranee da Media (M) ad Alta (A) con un tempo di arrivo da sei mesi ad un anno. La formazione sedimentaria al disotto delle vulcaniti funge da acquiclude.

Inoltre, in base alla modesta entità dell'intervento in progetto, si ritiene che esso non alteri le condizioni idrogeologiche attualmente in essere, e che esso abbia impatto pressoché nullo sull'equilibrio geomorfologico ed idrogeologico esistente.

## 5. MODELLAZIONE GEOLOGICA

### 5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'intervento riguarda la realizzazione di un parco eolico

In considerazione delle informazioni già presenti, delle proprietà geomeccaniche dei materiali e della tipologia di intervento e della fase preliminare di studio, si è ritenuto sufficiente caratterizzare l'area da un punto di vista geotecnico basandosi su indagini pregresse eseguite in area limitrofa, mentre per la caratterizzazione sismica sono state eseguite n° 3 stese di sismica tipo Masw e n° 3 misure di sismica passiva HVSR di cui al par. 5.3.3.

### 5.2 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI SINTESI

Per l'analisi della costituzione del sottosuolo, come previsto dal D.M. 17/01/2018, si fa riferimento a quanto appurato in fase di rilievo geologico generale oltre che con dati derivanti da pregressi studi effettuati su terreni simili in aree limitrofe.

Nella zona investigata, al di sotto del terreno alterato superficiale, di spessore medio intorno a 0.6 m, ritroviamo le ignimbriti ad alto grado di addensamento nella parte a nord ed est mentre nella zona di sud che si affaccia la versante che degrada verso valle ritroviamo terreno di riporto con un buon grado di addensamento; il comportamento di detti materiali può essere riassunto dai sottoelencati valori dei parametri di resistenza e deformabilità.

Non si esclude localmente la presenza di coperture superficiali di scarse caratteristiche geotecniche.

Per il calcolo dei parametri geotecnici di progetto si dovrà eventualmente tenere conto, in funzione dell'Approccio utilizzato, del coefficiente parziale  $\gamma_M$  secondo quanto riportato nella tab. 6.2 II.

| Parametro                                    | Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale | Coefficiente parziale $\gamma_M$ | (M1) | (M2) |
|--|---|----------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$  | $\gamma_{\phi'}$                 | 1.0  | 1.25 |
| Coesione efficace                            | $C'_k$  | $\gamma_{c'}$                    | 1.0  | 1.25 |
| Resistenza non drenata                       | $C'_{uk}$   | $\gamma_{cu}$                    | 1.0  | 1.4  |
| Peso dell'unità di volume                    | $\gamma$  | $\gamma_\gamma$                  | 1.0  | 1.0  |

Da cui

APPROCCIO1 Combinazione 1 (**A1+M1+R1**) e APPROCCIO 2 Combinazione (**A1+M1+R3**)

Si hanno i seguenti parametri:

#### ***C.1 piroclastiti med addensate da 0 a -1.0 /-6.0 m***

| parametri               | Valori caratteristici | Valori di progetto |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| peso di volume $\gamma$ | = 17.50 kN/mc         | = 17.50 kN/mc      |
| Coesione $c'$           | = 0 kN/mq             | = 0 kN/mq          |
| Angolo attrito $\phi'$  | = 28°                 | = 28°              |

***C.2 Piroclastiti addensate da -1.0/- 6.0 m***

| parametri               | Valori caratteristici | Valori di progetto |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| peso di volume $\gamma$ | = 18.50 kN/mc         | = 18.50 kN/mc      |
| Coesione $c'$           | = 10 kN/mq            | = 10 kN/mq         |
| Angolo attrito $\phi'$  | = 33°                 | = 33°              |

**APPROCCIO1 Combinazione 2 (A1+M2+R2)*****C.1 piroclastiti med addensate 0 a -6.0 m***

| parametri               | Valori caratteristici | Valori di progetto |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| peso di volume $\gamma$ | = 17.50 kN/mc         | = 17.50 kN/mc      |
| Coesione $c'$           | = 0 kN/mq             | = 0 kN/mq          |
| Angolo attrito $\phi'$  | = 28°                 | = 23.04°           |

***C.2 Piroclastiti addensate da -1.0/ -6.0 m***

| parametri               | Valori caratteristici | Valori di progetto |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| peso di volume $\gamma$ | = 18.50 kN/mc         | = 18.50 kN/mc      |
| Coesione $c'$           | = 10 kN/mq            | = 8 kN/mq          |
| Angolo attrito $\phi'$  | = 33°                 | = 27.45°           |

**6. MICROZONAZIONE SISMICA****6.1 MODELLAZIONE SISMICA**

In sintesi, le indagini geofisiche svolte hanno evidenziato una situazione di progressivo miglioramento delle condizioni di rigidità dei materiali al di sotto del piano campagna.

Per l'approfondimento in merito alle indagini sismiche effettuate, con la definizione dei sismostrati incontrati e le loro velocità caratteristiche, si rimanda al paragrafo 6.3.3.

**6.2 SISMICITÀ STORICA**

Il territorio comunale di Bagnoregio e di Lubriano ricadono, in generale, all'interno dell'ampia zona sismogenetica n. 42, allungata parallelamente alla costa tirrenica, in direzione nord ovest – sud est, fino alla zona meridionale della provincia viterbese.

In generale il territorio viterbese non è stato interessato da eventi tellurici di notevole entità e non sembra essere sede di sorgenti sismogenetiche particolarmente attive.

I terremoti conosciuti, con maggiore intensità, sono il terremoto di Bagnoregio del 1695 e quello di Tuscania del 1971, classificati come VII grado della scala MCS, con pochi danni a Viterbo, mentre, il terremoto con più effetti dannosi è stato il terremoto del 1349, con genesi all'interno dell'Appennino.

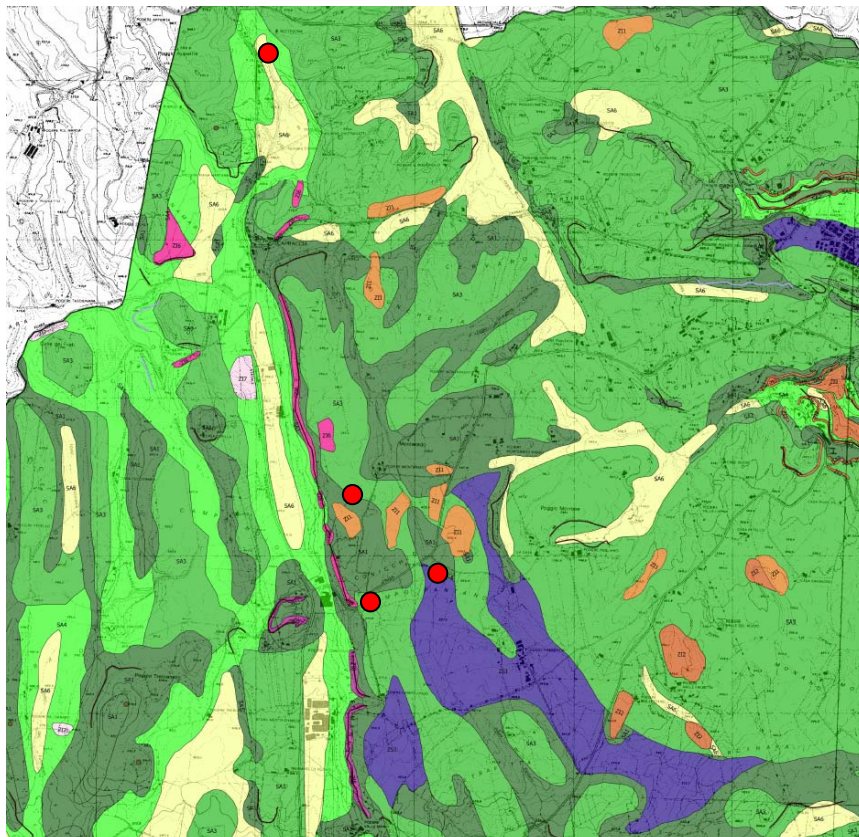
***Comune di Bagnoregio numero eventi 41***

| Effetti | In occasione del terremoto del |    |    |    |    |    |                             |      |      |      |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|-----------------------------|------|------|------|
| Int.    | Anno                           | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale            | NMDP | Io   | Mw   |
| 8-9     | 1695                           | 06 | 11 | 02 | 30 |    | Lazio settentrionale        | 50   | 8-9  | 5.80 |
| 7       | 1703                           | 01 | 14 | 18 |    |    | Valnerina                   | 197  | 11   | 6.92 |
| 7-8     | 1738                           | 07 | 19 | 01 |    |    | Lazio settentrionale        | 2    | 6-7  | 4.86 |
| 7       | 1743                           | 01 | 21 | 21 | 55 |    | Lazio settentrionale        | 22   | 7    | 5.01 |
| 5       | 1759                           | 06 | 14 |    |    |    | Lazio settentrionale        | 2    | 5    | 4.16 |
| 6       | 1873                           | 03 | 12 | 20 | 04 |    | Appennino marchigiano       | 196  | 8    | 5.85 |
| 4       | 1898                           | 06 | 27 | 23 | 38 |    | Reatino                     | 186  | 8    | 5.50 |
| NF      | 1898                           | 08 | 25 | 16 | 37 | 4  | Valnerina                   | 67   | 7    | 5.03 |
| NF      | 1899                           | 07 | 19 | 13 | 18 | 5  | Colli Albani                | 122  | 7    | 5.10 |
| NF      | 1902                           | 10 | 23 | 08 | 51 |    | Reatino                     | 77   | 6    | 4.74 |
| 6-7     | 1903                           | 06 | 21 | 13 | 29 |    | Lazio settentrionale        | 8    | 5-6  | 4.40 |
| NF      | 1905                           | 02 | 12 | 08 | 28 |    | Monte Amiata                | 61   | 6    | 4.55 |
| NF      | 1905                           | 12 | 09 | 21 | 41 |    | Valle Umbra                 | 42   | 5    | 4.24 |
| NF      | 1911                           | 01 | 18 | 06 | 52 |    | Lugnano in Teverina         | 19   | 6    | 4.42 |
| 2       | 1916                           | 11 | 16 | 06 | 35 |    | Alto Reatino                | 40   | 8    | 5.50 |
| 4       | 1917                           | 04 | 26 | 09 | 35 | 5  | Alta Valtiberina            | 134  | 9-10 | 5.99 |
| 2       | 1917                           | 10 | 14 | 17 | 05 |    | Montefiascone               | 17   | 5-6  | 4.20 |
| 3       | 1919                           | 06 | 29 | 15 | 06 | 1  | Mugello                     | 565  | 10   | 6.38 |
| NF      | 1919                           | 10 | 22 | 06 | 10 |    | Anzio                       | 142  | 6-7  | 5.22 |
| NF      | 1930                           | 07 | 23 | 00 | 08 |    | Irpinia                     | 547  | 10   | 6.67 |
| 5       | 1931                           | 05 | 13 | 00 | 26 |    | Alto Viterbese              | 10   | 5    | 4.25 |
| 4       | 1940                           | 06 | 19 | 14 | 10 |    | Monte Amiata                | 28   | 6    | 4.64 |
| 5       | 1940                           | 10 | 16 | 13 | 17 |    | Val di Paglia               | 106  | 7-8  | 5.29 |
| 6       | 1957                           | 12 | 06 | 04 | 54 |    | Orvietano                   | 63   | 7    | 4.97 |
| NF      | 1958                           | 06 | 24 | 06 | 07 |    | Aquilano                    | 222  | 7    | 5.04 |
| 3       | 1960                           | 07 | 12 | 14 | 08 |    | Monti Martani               | 35   | 7-8  | 4.93 |
| 2       | 1969                           | 07 | 02 | 07 | 55 |    | Monti della Tolfa           | 72   | 7    | 4.77 |
| 4       | 1971                           | 02 | 06 | 18 | 09 |    | Tuscania                    | 89   | 7-8  | 4.83 |
| 5       | 1971                           | 03 | 02 | 18 | 52 | 1  | Orvietano                   | 14   | 7    | 4.46 |
| 4       | 1979                           | 09 | 19 | 21 | 35 | 3  | Valnerina                   | 694  | 8-9  | 5.83 |
| 3-4     | 1982                           | 02 | 07 | 23 | 17 | 5  | Monti Volsini               | 34   | 5    | 3.76 |
| 4       | 1994                           | 02 | 09 | 21 | 49 | 1  | Val di Paglia               | 27   | 4-5  | 3.55 |
| 4-5     | 1997                           | 09 | 26 | 00 | 33 | 1  | Appennino umbro-marchigiano | 760  | 7-8  | 5.66 |
| 4       | 1997                           | 09 | 26 | 09 | 40 | 2  | Appennino umbro-marchigiano | 869  | 8-9  | 5.97 |
| 4-5     | 1997                           | 10 | 03 | 08 | 55 | 2  | Appennino umbro-marchigiano | 490  | 5    | 5.22 |
| 4-5     | 1997                           | 10 | 06 | 23 | 24 | 5  | Appennino umbro-marchigiano | 437  | 5    | 4.47 |
| 4       | 1997                           | 10 | 14 | 15 | 23 | 1  | Valnerina                   | 786  | 5    | 5.62 |
| 3-4     | 1998                           | 04 | 05 | 15 | 52 | 2  | Appennino umbro-marchigiano | 395  | 4    | 4.78 |
| 3       | 2000                           | 04 | 01 | 18 | 08 | 0  | Monte Amiata                | 68   | 6    | 4.52 |
| NF      | 2000                           | 12 | 16 | 07 | 31 | 0  | Ternano                     | 129  | 5-6  | 4.29 |
| NF      | 2005                           | 12 | 15 | 13 | 28 | 3  | Val Nerina                  | 350  | 5    | 4.14 |


Comune di Lubriano numero eventi 17

| Effetti | In occasione del terremoto del |    |    |    |    |    |                             |      |     |      |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|-----------------------------|------|-----|------|
| Int.    | Anno                           | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale            | NMDP | Io  | Mw   |
| 8-9     | 1695                           | 06 | 11 | 02 | 30 |    | Lazio settentrionale        | 50   | 8-9 | 5.80 |
| 4       | 1940                           | 10 | 16 | 13 | 17 |    | Val di Paglia               | 106  | 7-8 | 5.29 |
| 6       | 1957                           | 12 | 06 | 04 | 54 |    | Orvietano                   | 63   | 7   | 4.97 |
| 3       | 1971                           | 02 | 06 | 18 | 09 |    | Tuscania                    | 89   | 7-8 | 4.83 |
| 5       | 1971                           | 03 | 02 | 18 | 52 | 1  | Orvietano                   | 14   | 7   | 4.46 |
| NF      | 1984                           | 04 | 29 | 05 | 02 | 5  | Umbria settentrionale       | 709  | 7   | 5.62 |
| NF      | 1993                           | 06 | 05 | 19 | 16 | 1  | Valle del Topino            | 326  | 6   | 4.72 |
| 4       | 1994                           | 02 | 09 | 21 | 49 | 1  | Val di Paglia               | 27   | 4-5 | 3.55 |
| 4-5     | 1997                           | 09 | 26 | 00 | 33 | 1  | Appennino umbro-marchigiano | 760  | 7-8 | 5.66 |
| 4       | 1997                           | 09 | 26 | 09 | 40 | 2  | Appennino umbro-marchigiano | 869  | 8-9 | 5.97 |
| 3-4     | 1997                           | 10 | 03 | 08 | 55 | 2  | Appennino umbro-marchigiano | 490  |     | 5.22 |
| 3-4     | 1997                           | 10 | 06 | 23 | 24 | 5  | Appennino umbro-marchigiano | 437  |     | 5.47 |
| 2-3     | 1997                           | 10 | 14 | 15 | 23 | 1  | Valnerina                   | 786  |     | 5.62 |
| 3-4     | 1998                           | 04 | 05 | 15 | 52 | 2  | Appennino umbro-marchigiano | 395  |     | 4.78 |
| 4       | 2000                           | 04 | 01 | 18 | 08 | 0  | Monte Amiata                | 68   | 6   | 4.52 |
| 2-3     | 2000                           | 12 | 16 | 07 | 31 | 0  | Ternano                     | 129  | 5-6 | 4.29 |
| NF      | 2005                           | 12 | 15 | 13 | 28 | 3  | Val Nerina                  | 350  | 5   | 4.14 |


Per quanto concerne la Microzonazione Sismica del Comune di Bagnoregio si precisa che lo studio di livello 1, nella "Carta delle zone omogenee in prospettiva sismica 3 di 3 pone il sito in "Area stabile suscettibile di amplificazione" con sigla SA4.




## Zone stabili

 ZS1 - Lave(Lss) con inclinazione <math><30^\circ</math>.

## Zone stabili suscettibili di amplificazione

 SA1 - Lave (Lss) e scorie saldate.

 SA2 - Ignimbriti (Ig).

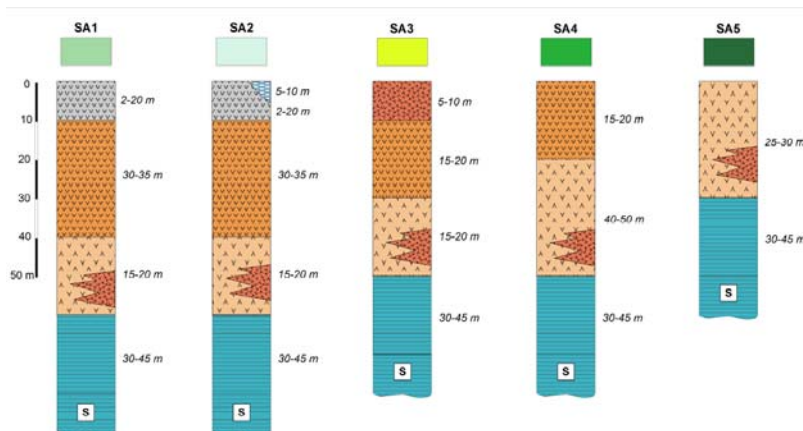
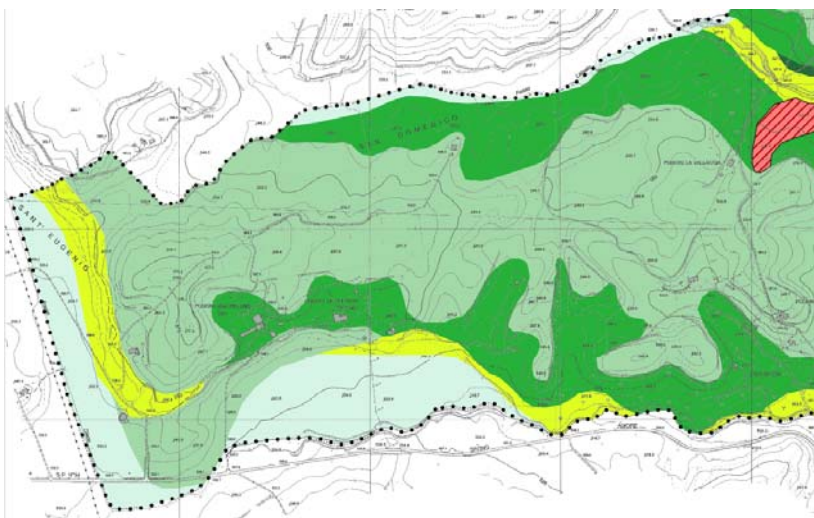
 SA3 - Tufi superiori settentrionali vulsinii (Ts) localmente con infiltrazioni travertinosi (Tr).

 SA4 - Tufi basali vulsinii (Tb).

 SA5 - Depositi prevalentemente argillosi in facies marina (Dar).

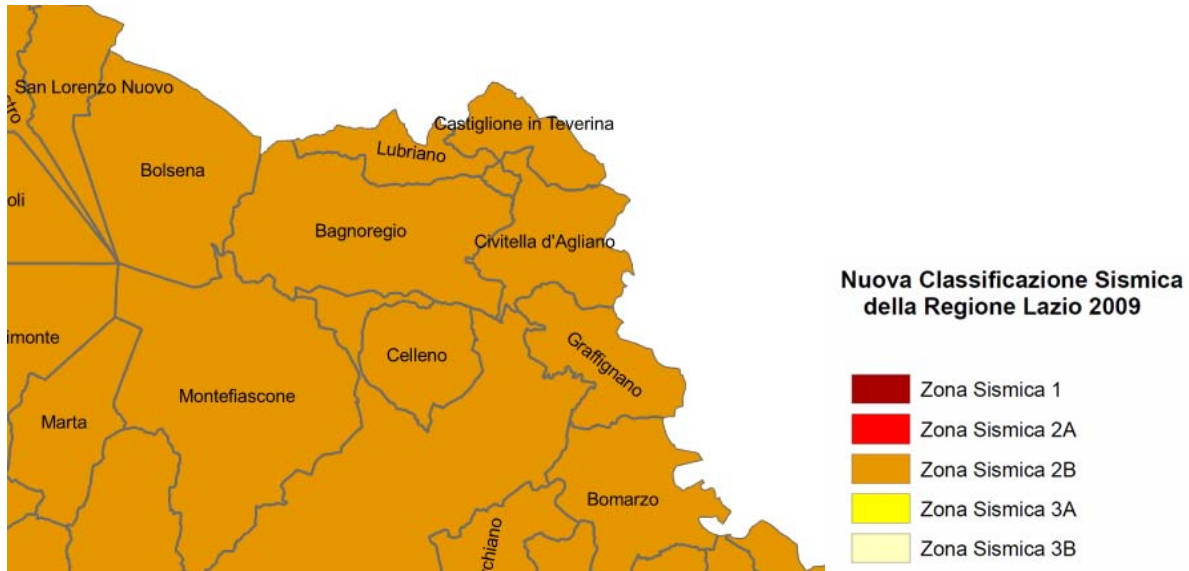
 SA6 - Terreni alluvionali detritici (Al), (Cd), (Dv) e (D).

Per quanto concerne la Microzonazione Sismica del Comune di Lubriano si precisa che lo studio di livello 1, nella "Carta delle zone omogenee in prospettiva sismica 3 di 3 pone il sito in "Area stabile suscettibile di amplificazione" con sigla SA1.



### 6.3. AZIONE SISMICA

Nella fattispecie, l'intervento può essere classificato in classe d'uso II, ai sensi del § 2.4.2 del DM 17.01.2018, della DPCM 3685/03 e della DGR Lazio n. 489/12, mentre il territorio del Comune di Bagnoregio, è classificato zona sismica 2B dalla DGR Lazio 387/09 e dalla DGR 545/10.



Le tre le prospezione sismiche tipo Masw hanno riportato valori per cui possiamo classificare il suolo di tipo

**C:** nella stesa **St1** (posizionata più a nord) in prossimità delle pale B02 – B01 – B03

**B:** nelle stese **St2** in prossimità della pala BN5 – **St3** in prossimità della pala B10

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Suolo di tipo C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Le indagini hanno dimostrato un generale aumento delle velocità di propagazione, e non si notano picchi significativi di frequenza fondamentale di sito.

#### 6.3.2. VERIFICHE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Ai sensi delle NTC18 si ha la necessità di verificare se possono sussistere le condizioni di possibile fenomeni di liquefazione dei terreni presenti; nel caso specifico tali verifiche non sono dovute in quanto come prescrive la normativa, le stesse possono essere omesse qualora si manifestino determinate condizioni come



l'assenza di una falda idrica con soggiacenza media stagionale superiore ai 15 metri come avviene nel sito in esame.

### **6.3.3. PRESENZA DI FAGLIE SISMOGENETICHE ATTIVE**

Per la stabilità geologico-tecnica del sito in esame si è anche focalizzata l'attenzione nel verificare la presenza di faglie sismogenetiche attive che potessero originare rotture in superficie: sia il rilevamento di campagna, sia la lettura della bibliografia e cartografia geologica dell'area permettono di escludere la presenza di faglie attive che possano originare fratture superficiali che rendano instabile e pericoloso il sito per le opere in progetto.

## **7. CONCLUSIONI**

L'area in esame non è interessata da fenomeni di dissesto gravitativo né da potenziali fenomeni di alluvionamento.

L'area di intervento ricade parte nel Comune di Bagnoregio e parte nel Comune di Lubriano, nella parte settentrionale del territorio della provincia di Viterbo

Come evidente dallo stralcio della Carta Idrogeologica della Regione Lazio, la falda libera presenta una soggiacenza di oltre 15 m; non si riscontrano, pertanto, i presupposti per fenomeni legati al galleggiamento.

Nella zona investigata ritroviamo il Complesso vulcanico Vulsino, costituito da tufi stratificati, lave e scorie che si susseguono in serie stratigrafica

Nella successive fasi della progettazione dovranno essere effettuate indagini geognostiche di dettaglio per ogni singolo intervento edilizio al fine di definire il locale modello geotecnico, non si può escludere la presenza di coltri o materiale alterato.

Pertanto, conformemente a quanto previsto dalle NTA dei PRG, dal D.M. 11/03/88 e dal D.M. 17/01/2018, si ritengono fattibili gli interventi previsti in progetto ritenendo i suddetti interventi compatibili con l'assetto geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi.

## ALLEGATI GRAFICI



**GEOSYSTEM**  
Studio Associato  
di Geologia e  
Progettazione

TITOLO  
**COROGRAFIA IGM  
F.137 IV N.O. Bolsena**

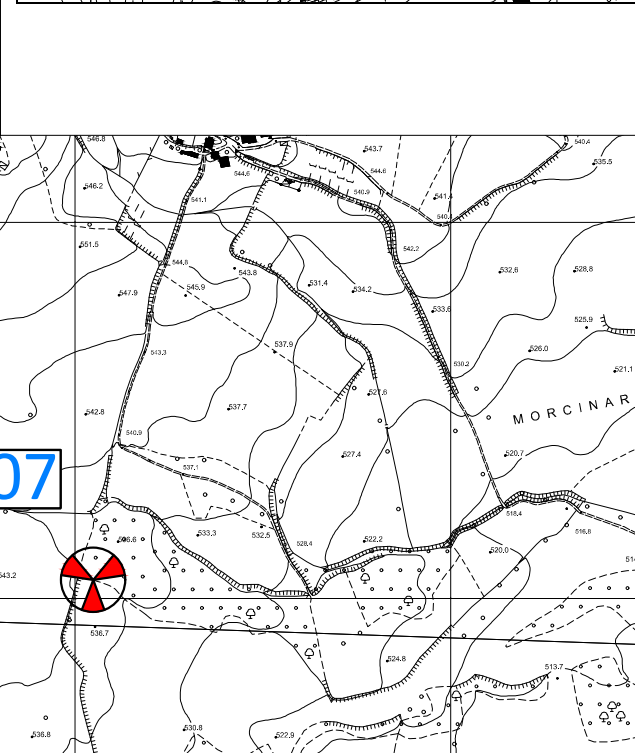
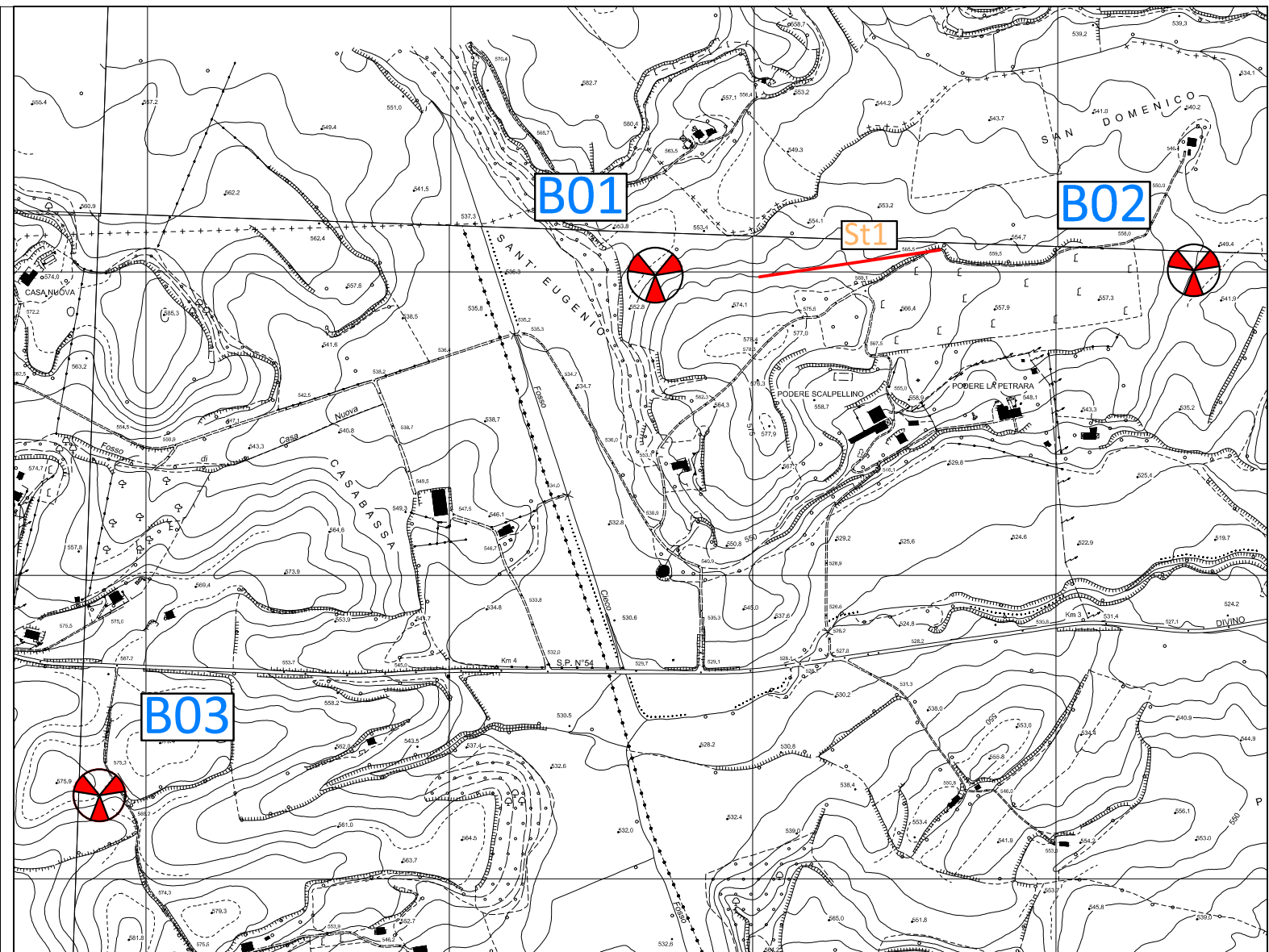
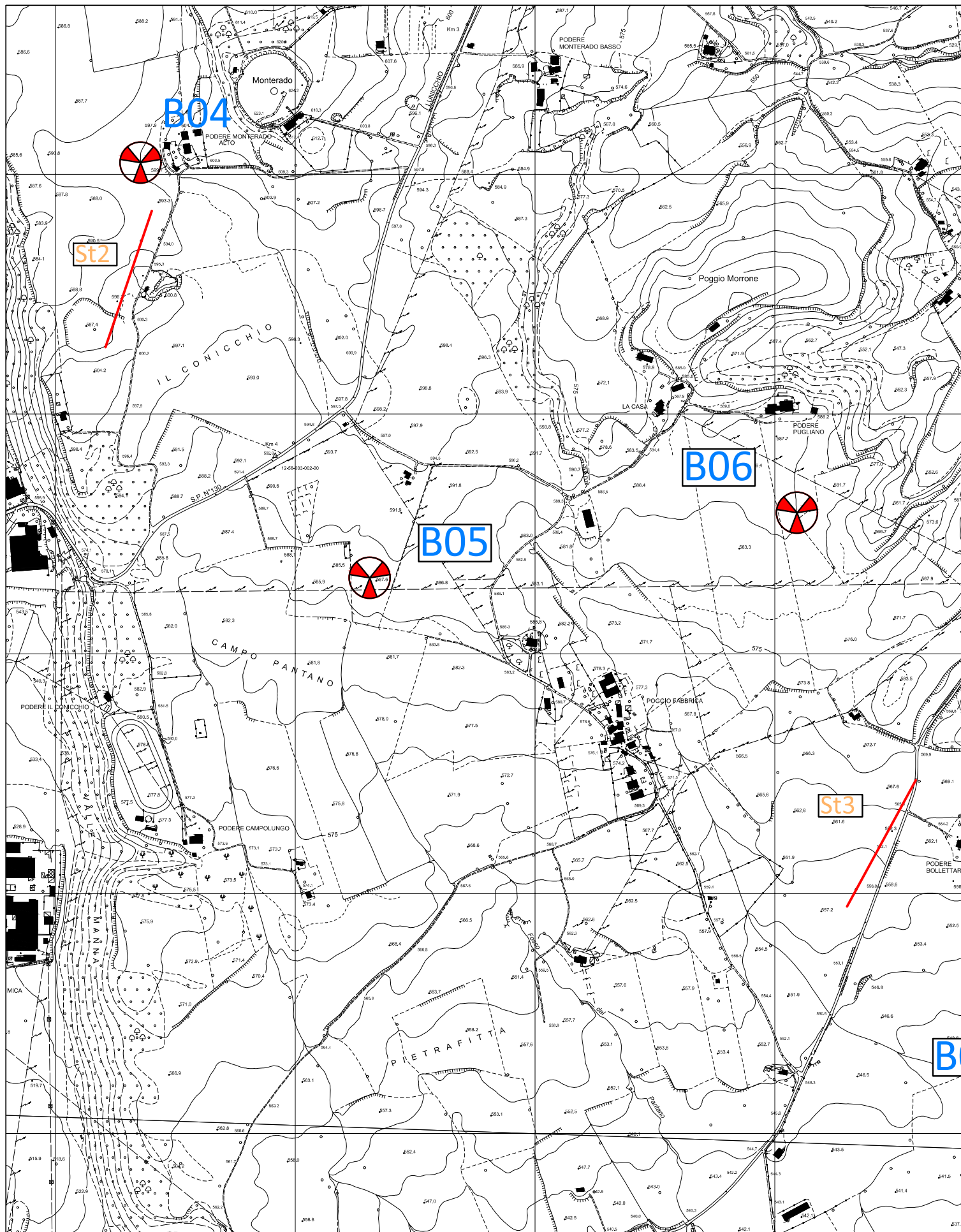
CODICE DOC.  
2243




FOGLIO **1** di **3**

SCALA  
1: 25.000

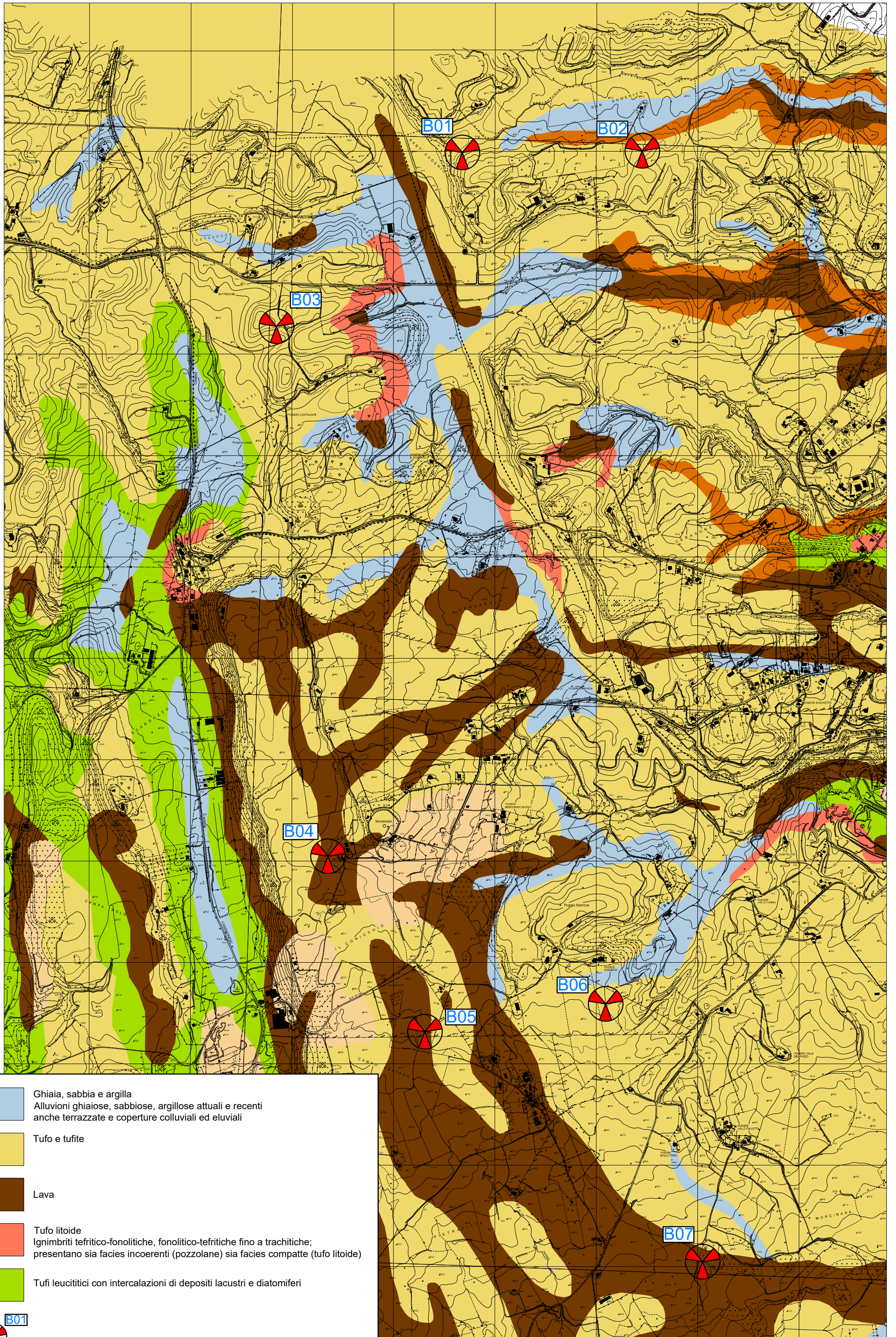
FORMATO  
A4






|     |      |              |      |      |  |
|-----|------|--------------|------|------|--|
| 03  |      |              |      |      |  |
| 02  |      |              |      |      |  |
| 01  |      |              |      |      |  |
| 00  |      | elaborazione | D.L  | S.R. |  |
| REV | DATA | DESC. REV.   | SCR. | AUT. |  |




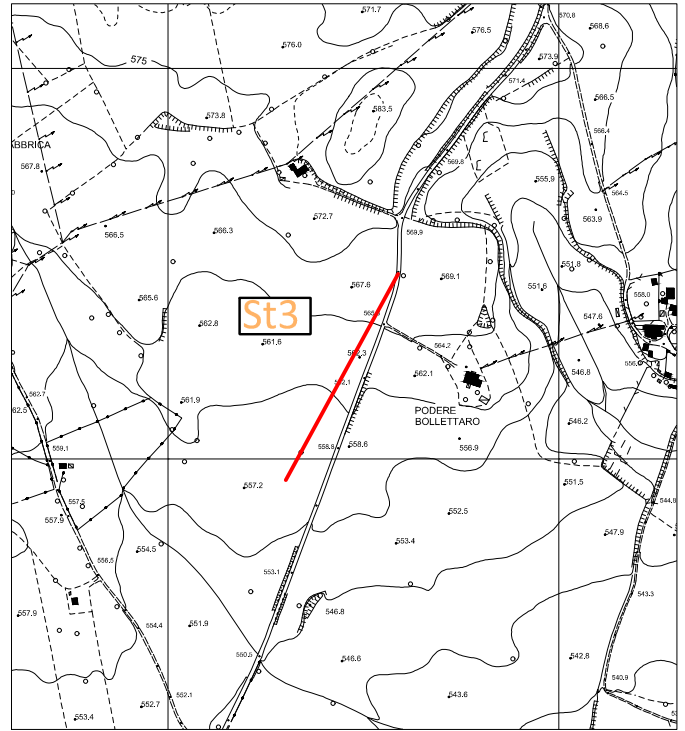
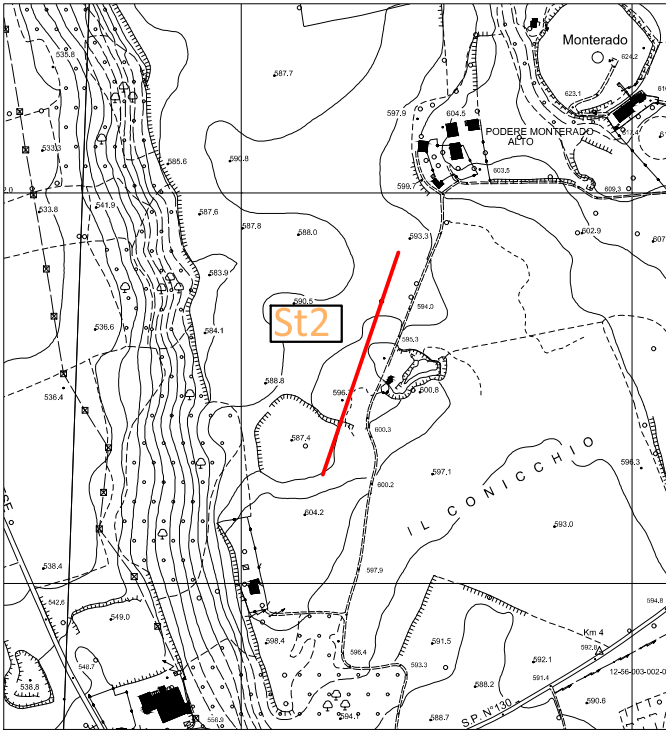
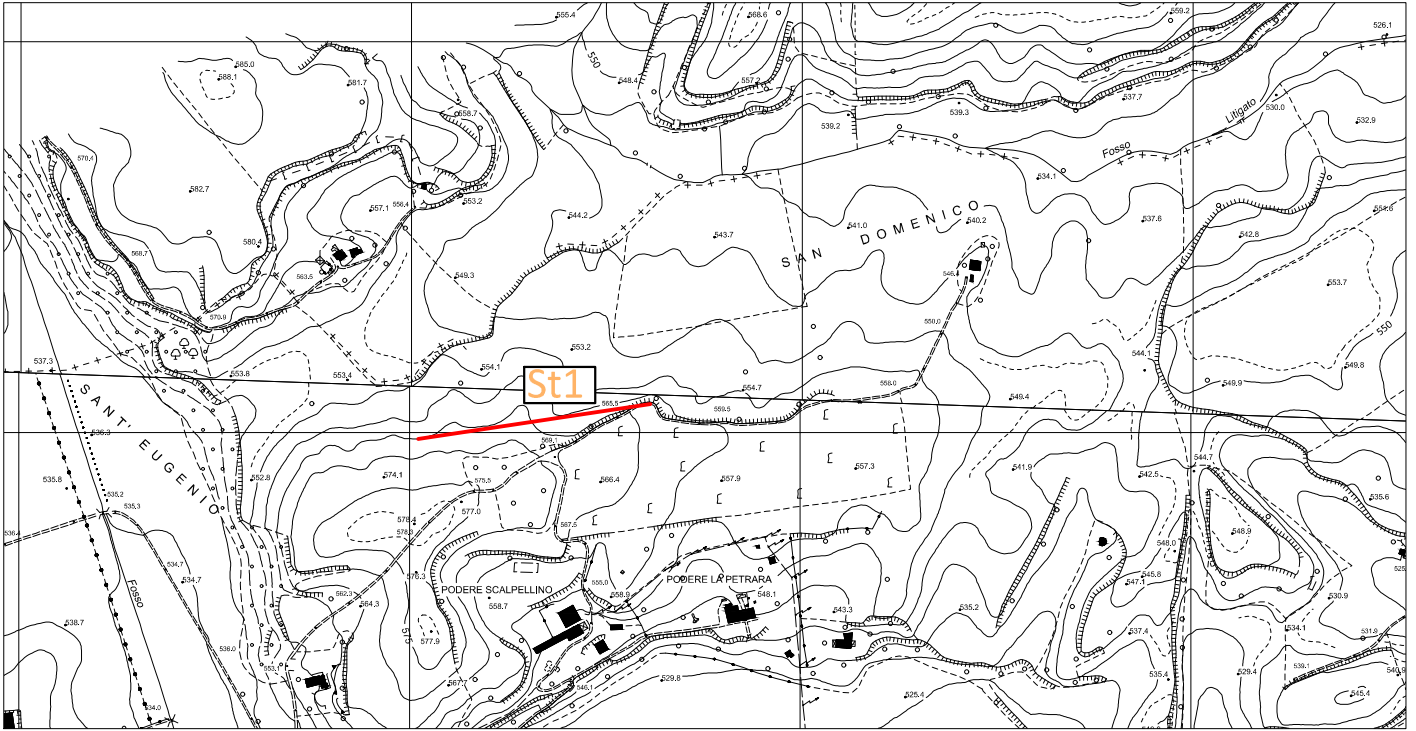
-  Profilo Masw e Rifrazione
-   Ubicazione indicativa Pale

# CARTA GEOLOGICA



-  Ghiaia, sabbia e argilla  
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti  
anche terrazzate e coperture colluviali ed eluviali
-  Tufo e tufite
-  Lava
-  Tufo litoide  
Ignimbriti tefritico-fonolitiche, fonolitico-tefritiche fino a trachitiche;  
presentano sia facies incoerenti (pozzolane) sia facies compatte (tufo litoide)
-  Tufi leucitici con intercalazioni di depositi lacustri e diatomiferi

 B01  
Ubicazione indicativa pala



**St** **Profilo Masw**



TITOLO  
**UBICAZIONE INDAGINI**

CODICE DOC.  
**2243**

FOGLIO **3** di **3**

SCALA  
--

FORMATO  
**A4**

|     |      |              |      |      |  |
|-----|------|--------------|------|------|--|
| 03  |      |              |      |      |  |
| 02  |      |              |      |      |  |
| 01  |      |              |      |      |  |
| 00  |      | elaborazione | D.L  | S.R. |  |
| REV | DATA | DESC. REV.   | SCR. | AUT. |  |