



COMUNE DI BRACCIANO
CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE
AREA OPERE ARCHITETTONICHE E BENI CULTURALI

**LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVI LOCULI ED OPERE
ACCESSORIE**

PROGETTO ESECUTIVO

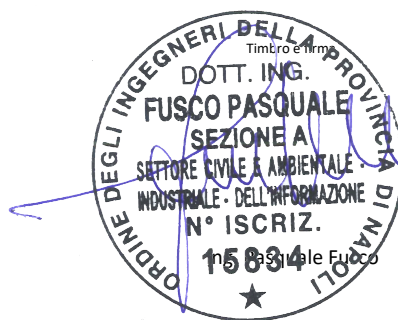
Il progettista:

RTP: ing. Pasquale Fusco (CAPOGRUPPO)

MANDANTE: geol. Giuseppe De Luca

MANDANTE: ing. Mario Elefante

Sede: via Dario Fiore 114 ex 78
80021 Afragola (NA), Italia
Tel: pbx/fax +39 081 8602065
E-mail: ing.pasqualefusco@gmail.com
PEC: pasquale.fusco.15834@ordingna.it



Il Responsabile Unico del Procedimento

Arch. Cecilia Sodano

RELAZIONE GEOLOGICA

DATA EMISS. Marzo 2019
SCALA
FORMATO

CODIFICA

GEO

REVISIONE	DESCRIZIONE	DATA	APPROVATO DA
01	PRIMA EMISSIONE	MARZO 2019	
02			
03			
04			

INDICE

PREMESSA	4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
Morfologia	7
COSTITUZIONE E CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO	8
Costituzione delle caratteristiche geologiche locali	8
Caratteristiche Idrogeologiche.....	12
Valutazione della pericolosità e del rischio Geologico e Geomorfologico del territorio.	14
CALCOLI E CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	15
Fondazioni e Resistenza a Rottura.....	15
Valutazione Della Liquefazione	17
INDAGINI E CONSIDERAZIONI SISMICA DELL'AREA.....	19
Terremoto di progetto e caratteristiche sismiche.....	19
Zonazione sismica e categoria dei suoli di fondazione	20
Categoria dei suoli di fondazione con Metodologia MASW – Re.MI.....	21
Calcolo dell'azione sismica e spettro di risposta.....	22
Classi d'uso.....	25
Amplificazione topografica	25
ALLEGATO A.....	27
Carta Geologica	28
Stralcio Satellitare.....	29
Pianta Ubicazione Indagini.....	30
Tav.A Stralcio Autorita' dei Bacini Regionali del Lazio Piano Stralcio Per L'assetto Idrogeologico (P.A.I.).....	31
Tav. 1 – Carta Planimetria Generale scala 1:2000	32
Tav. 2 – Carta Geomorfologica e della Stabilità scala 1:2000	33
Tav. 3 – Carta Idrogeologica scala 1:2000	34

Tav. 4 – Carta Geolitologica scala 1:2000	35
Tav. 5 – Carta della zonizzazione del territorio in prospettiva sismica scala 1:2000.....	36
ALLEGATO B	37
Indagini Geognostici.....	38
Prove di Laboratorio	49
Indagini Sismiche	56
Documentazione Fotografica.....	65

PREMESSA

L’RPT nella persona dell’ing. Fusco – ing. Elefante e del sottoscritto Geol. De Luca Giuseppe dovendo provvedere alla “**Realizzazione di nuovi loculi e delle opere accessorie nel cimitero del comune di Bracciano**” sito alla via Bombieri in Bracciano (RM), sul lotto di proprietà comunale, con CIG ZBD2252C64 ha conferito l’incarico allo scrivente dott. geol. Giuseppe De Luca, iscritto all’Ordine dei Geologi della Regione Campania al n° 1762, per la redazione di una relazione geologica. Dopo aver effettuato sopralluoghi al fine di fornire valori dei dati inerenti la resistenza dei terreni interessati, lo scrivente ha ritenuto sufficiente usufruire dei dati risultanti da indagini geognostiche eseguite in sito in ottemperanza alla normativa vigente in materia:

Norme Tecniche per la Costruzione DM 17/01/2018

La caratterizzazione e la modellazione geologica e sismica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, sismica e più in generale, di pericolosità geologica del territorio. In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini sono state finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico e sismico. Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche. Metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati in una relazione geologico – sismica. Ed in particolare veniva effettuata l’esecuzione di indagini geognostiche e geotecniche in sito e l’esecuzione di indagini ed esplorazioni del sottosuolo con mezzi speciali, compreso il prelievo dei campioni da analizzare in laboratori per le azioni geotecniche con l’esecuzione di prove DPSH e il sondaggio a carotaggio continuo effettuate dalla società IGEO srl., dove i fa riferimento ai laboratori ufficiali già riconosciuti nel settore di tipo C. I campioni analizzati per le azioni geotecniche, effettuate da Laboratori Certificati interreni settore A– ai sensi art. 59 del D.P.R. del 380/2001 prove geotecniche ai sensi della circ. 7618 dalla società “**Sannio Test Srl**” con Decreto n. **7730 del 02/08/2012**. Inoltre indagini sismiche sono state eseguite dal sottoscritto (nelle pagine che seguono, vengono riportati i di campagna, relativi grafici ed elaborati delle diverse indagini effettuate).

Ordinanza n°3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio di Ministri “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” con relative modifiche ed integrazioni con Ordinanza n° 3316 del 2/10/2003;

Eurocodice 7.1 (1997), Progettazione geotecnica - Parte I: Regole Generali. UNI.

Eurocodice 7.2 (2002), Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio. UNI.

Eurocodice 7.3 (2002), Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita con prove in sito. UNI.

P.C.M. n. 3519 del 28.04.2206, Criteri generali per l'individuazione delle Zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Eurocodice 7.2 (2002), Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio. UNI.

D.M. del 11.03.1988, riguardante le “Norme tecniche per le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” con particolare attenzione a:

Punto A.2. Prescrizioni generali. “Le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche devono essere sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove.”;

Punto A.3. Elaborati geotecnici e geologici comma 8;

Punto B Indagini geognostiche con particolare attenzione al punto B5. Relazione sulle indagini. “La relazione geologica è prescritta per le opere cui fanno riferimento la sezioni E, F, G, H, I, L, M, e O, della presente normativa e per le aree dichiarate sismiche o soggette a vincoli particolari.”

Allo scrivente sono state demandate le risultanze delle indagini con i relativi certificati, necessarie per giungere ad un'adeguata conoscenza delle caratteristiche geologiche dell'area in studio, così come disposto dalla normativa vigente.

Sono state eseguite e considerate indagini geognostiche:

- **Sondaggio a Carotaggio Continuo da 0 a 30,10 mt con 1 SPT**
Certificato denominato Sigla S1 n. 1732/18 emesso il 28/11/2018
- **DPSH (Prove Penetrometriche Dinamiche Pesanti);**
Certificato denominato: DPSH = 1733/18 emesso 28/11/2018
- **Indagine sismica con metodo del tipo Masw e Re.Mi.**

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (mod. 16S24-N) prodotto dalla P.A.S.I. S.r.l. collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.

- **Prove di Laboratorio esame di campioni indisturbati prelevati;**
Certificato Analisi C1 n. 0378T/18 - n. 0379T/18

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

MORFOLOGIA

Il Lago di Bracciano ricade all'interno dell'unità idrogeologica dei Monti Sabatini. La formazione del Lago di Bracciano, iniziata oltre 600 mila anni fa, è legata all'intensa attività del Distretto Vulcanico dei Monti Sabatini caratterizzato da un vulcanismo di tipo areale con l'attivazione di numerosi centri eruttivi (Sacrofano, Baccano, Trevignano, Vigna di Valle, Bracciano, Martignano, Polline, Lagusiello e Monterosi). Il principale centro eruttivo è stato quello di Sacrofano, sia per la grande quantità di prodotti piroclastici eruttati sia per la lunga durata del periodo di attività (tra i 600 mila e i 370 mila anni fa), insieme al centro eruttivo di Baccano (Ente Parco Regionale Bracciano-Martignano, 2009; Capelli et al., 2005).

Il collasso delle strutture vulcaniche a seguito di violenti esplosioni ha comportato la formazione delle caldere omonime (valle di Sacrofano, valle di Baccano). Contemporaneamente, il progressivo svuotamento della grande camera magmatica che alimentava l'attività dei numerosi centri eruttivi del complesso vulcanico Sabatino, insieme all'attività di un sistema di faglie regionali, ha determinato il collasso della parte sommitale della struttura, avvenuto circa 300 mila anni fa, con la formazione di un'ampia depressione vulcano-tettonico che gradualmente si è riempita d'acqua dando origine al Lago di Bracciano.

Il bacino del Lago di Bracciano è inserito nel territorio del Parco Naturale Regionale di Bracciano e Martignano (Legge Regionale n. 36 del 25 novembre 1999) e ricade all'interno della ZPS IT6030085 "Comprensorio Bracciano – Martignano", e del SIC IT6030010 "Lago di Bracciano". Quest'ultimo è stato designato come sito ZSC (Zona Speciale di Conservazione) con DM 06/12/2016 - G.U. 301 del 27-12-2016

L'altitudine del territorio di Bracciano varia dai 117 m s.l.m. ai 530 m s.l.m. e presenta una morfologia pressoché collinari con aree pianeggianti con pendenze verso la caldera del lago, come si evince sia dai dati della tavoletta topografica 1: 25.000 dell'I.G.M. sia dai rilievi aerofotogrammetrici.

Il sito di interesse oggetto d'intervento Cimitero di Bracciano è individuato con esattezza tramite le coordinate geografiche con riferimento di:

42° 6' 22,85''N – 12° 10' 01,16'' E, con una quota di circa 303 m. s.l.m.

COSTITUZIONE E CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO

COSTITUZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI

La zona d'interesse si presenta morfologicamente pianeggiante.

L'area oggetto della presente indagine, secondo un'analisi omogenea dal punto di vista del rilievo, dell'assetto morfologico complessivo e della posizione geografica precedentemente presa in considerazione, effettuata a partire dalla Carta Geologica d'Italia - Foglio 143 "Bracciano" (1:100.000), presenta caratteristiche associabili all'apparato descritto in bibliografia come dei "Vulcani Sabatini". Tale sistema è la denominazione geografica dell'area vulcanica compresa dal tratto finale del corso I prodotti di questo gruppo vulcanico si estendono su un'area di circa 1400 km²: essi sono sempre sottostanti alle vulcaniti di Vico a Nord e sono comunemente sottoposti ai prodotti del vulcano Laziale a Sud. L'area è prevalentemente costituita da un plateau comprendente ignimbriti, espandimenti lavici ed estesissime colate di fango (lahar). verso il bordo settentrionale del plateau si erge un edificio vulcanico a struttura centrale (Rocca Romana ed alture vicine) e debole pendenza, deformato da sprofondamenti a caldera e da coni post-caldera.

Al centro dell'area si apre la grande depressione vulcano-tettonica di Bracciano, il cui sprofondamento ha smembrato numerosi dei centri minori. Degni di menzione sono anche i crateri e le caldere che si estendono ad oriente del Lago di Bracciano, da Martignano a Sacrofano ed a Baccano. Oltre agli apparati summenzionati è opportuno ricordare che le grandi effusioni ignimbritiche sabatine sono connesse ad apparati fessurali distribuiti su una fascia semicircolare che borda a Sud, ad Est ed Ovest, il gruppo sabatino.

Una dettagliata ricostruzione delle fasi vulcaniche sabatine risulta assai difficile, in quanto la successione stratigrafica è disturbata dalle interferenze di numerosi centri vulcanici: si possono trarre considerazioni quindi soltanto sulle effusioni più estese ed aventi un carattere regionale.

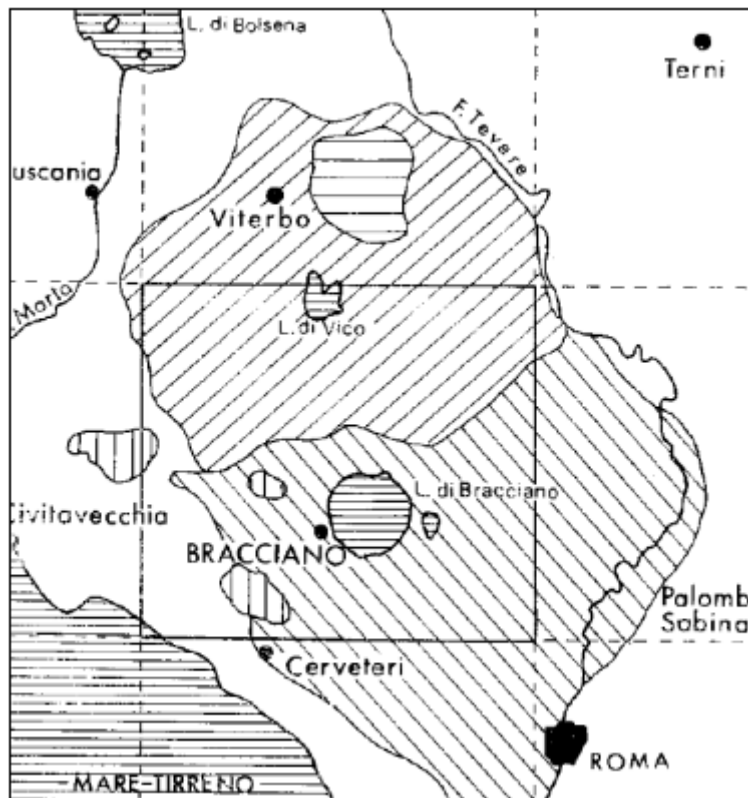
I prodotti di due cicli di effusioni ignimbritiche, localmente sovrapposti ai depositi vulcanico sedimentari, sottostanno ad ampie effusioni laviche particolarmente sviluppate nei settori meridionale ed occidentale.

Un ultimo tardivo ciclo effusivo, posteriore forse alle effusioni ignimbritiche di Vico ha determinato la messa in posto di una serie di colate di probabile natura ignimbritica (mud-flows o lahar) spesso ad alta temperatura: episodi esplosivi e fluvio-lacustri sono ampiamente manifesti in alternanza ai termini maggiori della serie vulcanica, questo a prescindere dalle manifestazioni

eruttive finali, riferibili a piccoli coni eccentrici che hanno dato luogo a locali effusioni laviche, alcune notevolmente estese e ad accumuli di scorie.

Nel caso del Lago di Bracciano ciò è dimostrato dai residui craterici intorno al lago e dalla stratificazione dei materiali inizialmente emessi, là dove non sono mascherati dalla copertura vulcanica tardiva. E' soprattutto a causa di questa copertura che tale ipotesi non può essere sostenuta con elementi più probanti: infatti soprattutto nel settore di NW, sono presenti numerose bocche eruttive adiacenti l'una all'altra, che hanno dato vita ad una copertura tardiva che ha obliterato le vulcaniti precedenti lo sprofondamento.

Tale sistema è la denominazione geografica dell'area vulcanica compresa dal tratto finale del corso del Tevere, a Sud, e dall'area del vulcano di Vico a Nord.



Nel caso in esame, è ben visibile come nel sito oggetto di indagine siano presenti i litotipi sopracitati, depositi in periodi a partire dal Pleistocene (2,588 Ma).

Al substrato dell'area studiata è presente la formazione denominata "Ignimbrite fonolitico - tefritica": ci si riferisce ad una delle più estese formazioni dell'Apparato Sabatino, caratteristica delle zone meridionali ed occidentali, dove costituisce una notevole copertura, con potenze a volte superiori ai 50 m.

Presenta aspetti vari: generalmente in una matrice di colore grigio-chiara si notano inclusi di varia natura: pomici grigie, frammenti di lave diverse e di rocce sedimentarie (calcarei e selci), resti di vegetali e grossi cristalli di pirosseno e biotite, che ne costituiscono la caratteristica peculiare. Di aspetto pipernoide, localmente presenta consistenza litoide e viene cavata come pietra per la costruzione (loc. “piperino”), altrove invece è incoerente ed utilizzata come “pozzolana”. In alcuni luoghi, interpretati come vicini alle bocche di emissione, peraltro difficilmente localizzabili con certezza, gli inclusi si fanno sempre più grossolani fino a costituire un vero e proprio agglomerato vulcanico.

Alla base, localmente, la formazione presenta facies rinsaldate o a blocchi, al tetto facies agglomerati che ricche di pomici. Al di sopra del substrato vulcanico, nell’area in esame, affiorano alluvioni di età medio-recente ed attuale: si tratta di depositi eluviali terrosi, a luoghi argilloso-sabbiosi, dei fondovalle e/o prodotti di disfacimento dei versanti dove non è possibile distinguervi la roccia d’origine.

Le strutture morfologiche che caratterizzano il Foglio “Bracciano” nelle aree interessate dai terreni vulcanici, possono essere riassunte in tre gruppi:

- a) morfologia degli apparati acidi (Ceriti, Tolfa, Manziana);
- b) morfologia dell’Apparato Sabatino;
- c) morfologia dell’Apparato Vicano.

Come già detto nell’inquadramento geologico, l’area in esame ricade nell’Apparato Sabatino: qui la morfologia risulta assai complicata, data la presenza di un numero piuttosto elevato di crateri e bocche eruttive. In generale però si riscontra un andamento morfologico abbastanza addolcito, con i rilievi maggiori nel settore settentrionale.

Essi vanno a mano a mano abbassandosi verso sud, ove la coltre delle vulcaniti si appiattisce per la presenza di depositi prevalentemente di tipo ignimbrico e tufaceo, nonché di sedimenti marini tettonicamente poco disturbati, che ne costituiscono il substrato.

Ad oriente del Lago di Bracciano si hanno diverse depressioni, più o meno vaste, dovute ad antichi crateri (Valle di Baccano, Lago di Martignano, etc...): questi hanno determinato una morfologia mossa, anche se molto addolcita nelle forme dei successivi prodotti di copertura. Ad occidente, l’ignimbrite fonolitico-tefritica ha dato vita all’esteso plateau che interessa quasi totalmente questo settore dell’Apparato.

La stratigrafia in dettaglio evidenzia una successione tipica del vulcanismo della zona.

Inoltre la stratigrafia in dettaglio nel sito d’interesse, come riportata dalle indagini effettuate in sito anche in ottemperanza alla NTC 2018, confermata dall’indagine sismica (MASW e da

indagini al PRG effettuati in aree limitrofe), riferendo sia al Sondaggio eseguito e alla DPSH effettuata nel sito interessato si può considerare come segue:

Nello specifico, immediatamente al di sotto allo strato superficiale di terreno vegetale compattato, uno spessore di circa 0,70 metri, a tratti anche superiore, con **terreno vegetale frammisto a materiale di riporto** che ha reso l'area pianeggiante. Al di sotto con uno strato di circa 3,10 mt fino alla profondità circa 3,80 mt è presente uno strato tufite trachitica fonolitica colore bruno per lo più ceneritica con strati di lapillo e pomici, successivamente fino alla profondità di circa 7,80 è presente tufite trachitica fonolitica contenente grossi frammenti lavici e prodotti di lancio con pomici di grosse dimensioni, dopo si passa fino alla profondità di 30.10 mt ad un'alternanza Ignimbrite fonolitica – tefritica o trachitica a matrice sottile di colore grigio chiaro ed inclusi di varia natura . – cristalli di biotite e pirosseno – pomici di vario colore e dimensioni e frammenti di lave – calcari e selci frequenti di consistenza varia, ora litoide (piperno) ora incoerente pozzolana (colonna litostratigrafia allegata).

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'idrografia del Foglio “Bracciano” è rappresentata in genere da corsi d'acqua a carattere torrentizio ed in fase di prevalente erosione; fa eccezione il Torrente Mignone che mostra un certo alluvionamento, peraltro limitato sia come estensione che come potenza.

Osservando la rete idrografica minore, si può osservare che il Fosso della Porcareccia rappresenta la via di drenaggio naturale preferenziale per le acque superficiali; tale corso d'acqua assume diverse denominazioni prima di immettersi in destra idrografica nel Fosso Lenta, a sua volta affluente del Torrente Mignone.

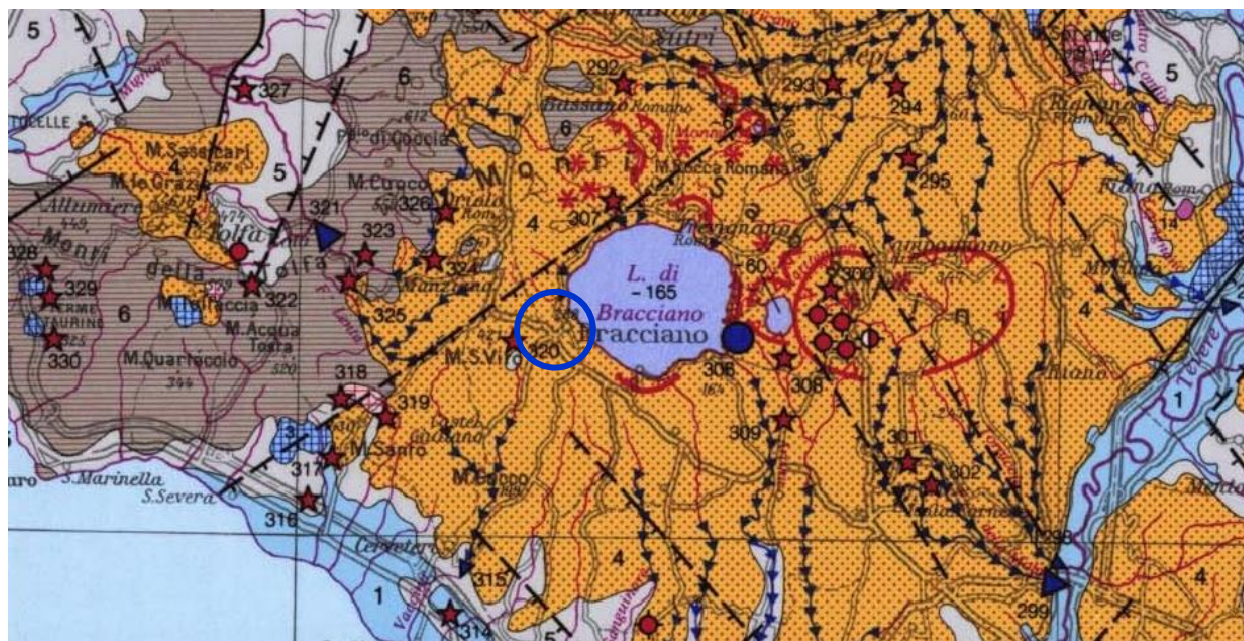
Il Fosso della Porcareccia presenta carattere piuttosto torrentizio, evidenziato dall'andamento nel tempo delle portate, caratterizzate da piene sproporzionatamente grandi rispetto alle medie ed alle magre. Ciò è ricondotto al clima presente nell'area, caratterizzato da estati secche e piogge concentrate nel periodo autunnale ed invernale.

Dal punto di vista idrogeologico (Figura 9) le unità presenti sono riconducibili al “complesso delle vulcaniti”. Si tratta di vulcaniti indifferenziate di diversa litologia (lave, ignimbriti e piroclastiti) particolarmente diffuse lungo il margine tirrenico dove formano estesi edifici, sovente interessati da depressioni vulcano-tettoniche e da caldere, in parte occupate da bacini lacustri (Pliocene p.p.- Quaternario). Lo spessore varia da qualche decina di metri ad oltre un migliaio. Le vulcaniti hanno, nel loro insieme, buona permeabilità dovuta sia al reticolo di fessure, che prevale nei termini lavici e nelle ignimbriti litoidi, sia agli interstizi più diffusi nelle piroclastiti; alla permeabilità si associa notevole capacità di immagazzinamento. Contengono acquiferi di sicuro interesse nell'economia idrogeologica regionale: le falde sospese a quote più elevate sono numerose ma generalmente poco estese e di interesse locale. Maggiore importanza assumono le falde basali, continue, estese ed articolate.

In particolari condizioni idrogeologiche, le colate laviche ed ignimbritiche ospitano falde che alimentano sorgenti con portate notevoli (fino a 1 m³/s), mentre le piroclastiti, territorialmente più estese, contengono falde diffuse che alimentano prevalentemente il flusso di base di corsi d'acqua perenni a regime regolare. Il ruscellamento (variabile dal 2 al 10% della precipitazione annua) sviluppatosi su terreni coesivi ma teneri, ha dato origine ad un reticolo di drenaggio profondamente inciso. L'idrografia sotterranea risulta particolarmente importante soprattutto a S del Lago di Bracciano poiché interessa l'approvvigionamento idrico di Roma e delle località balneari della vicina costa. Come già detto si hanno falde abbondanti alla base delle formazioni vulcaniche, soprattutto dove queste appoggiano su terreni argilloso sedimentari.

Nel sito d'interesse l'idrogeologia locale ha come recapito finale nel lago di Bracciano nonostante la falda acquifera con portata degna di interesse è presente ad una profondità maggiore dei 30 metri.

Nel cerchio, in blu, l'area oggetto di intervento.



Stralcio delle Schema idrologico dell'Italia Centrale

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO

Per pericolosità geologica, si intende quella relativa a processi erosivi, franosi, alluvioni e legata esclusivamente alla natura litologica del terreno. Il rischio viene invece definito come "valutazione dell'intensità del fenomeno" dove per fenomeno si intende tutta la tipologia dei processi visti in precedenza.

Attualmente, come si è visto sia dalla cartografia esistente del P.A.I. e dal rilievo geologico e geomorfologico eseguito, il sito oggetto di intervento non risulta essere interessato e coinvolto in processi morfogenici dovuti alla gravità (movimenti di versante) e al dilavamento delle acque superficiali (inondabilità) tali da compromettere la realizzazione dell'opera in progetto.

Nel complesso, l'area su cui andrà ad insistere l'opera in progetto, risulta, attualmente, pertanto stabile dal punto di vista geologico e geomorfologico.

Infine da indagini storiche e di campagna effettuate nella zona è documentato l'inesistenza di cavità sotterranee nelle vicinanze del sito interessato. Per i tipi di manufatti che verranno realizzati si consiglia di pavimentare e impermeabilizzare adeguatamente la superficie della zona a ridosso delle strutture onde evitare che nel sottosuolo si possa infiltrare l'acqua e raggiungere così i terreni di fondazione riducendo bruscamente i valori dei parametri geotecnici.

CALCOLI E CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

FONDAZIONI E RESISTENZA A ROTTURA

Per la valutazione delle proprietà geotecniche si sono utilizzati i dati relative alle indagini geognostiche provenienti dai sondaggi a carotaggio continuo con SPT, prelievo di campioni con anali di laboratorio nonché prove penetrometriche DPSH che si approfondisce alla profondità di circa 7,80 mt dal p.c. rifiuto strumentale e dall'indagini sismiche del tipo MASW – Re.Mi per la determinazione delle velocità delle onde Vs e Vp.

Sono state, inoltre, confrontate con i dati delle ricerche condotte in zona per la determinazione delle caratteristiche dei terreni in aree molto prossime a quella oggetto d'indagine. Per questa tipologia di intervento, in funzione della fondazione, della scala e della profondità del piano di sedime, in correlazione con i terreni interessati e delle sollecitazioni a cui sono assoggettati, si è determinato la resistenza a rottura per le fondazioni da adottare. In merito a quanto finora esposto, in base alle indicazioni e al tipo di fondazione da adottate, si ipotizzano calcoli su fondazioni profonde, attestando i pali con lunghezza e dimensioni idonee, penetrando negli strati sottostanti e lavorando con una resistenza laterale e di punta tale da contrapporsi alla portanza del manufatto da costruire, tenendo ben presente che alla profondità di circa 8,00 mt è presente uno strato più litoide di materiale trachite tefritica – fonolitica e quindi la realizzazione di quest'opera su fondazioni profonde sembrerebbe più opportuna, rimandando al progettista eventuali verifiche e variazioni per la valutazione dell'esecuzione.

- TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI GEOTECNICI-

Profondità	Litologia	ϕ°	γ (t/m^3)	C' Coesione (KPa)	Eed (Kg/cm ²)
0.00 – 0.70	Terreno vegetale frammisto materiale di riporto	N.C.	N.C.	---	---
0.70 – 3.80	Tufite trachitico - fonolitico bruno per lo più ceneritico con strati di lapillo e pomici	26°	1.50	0	96
3.80 – 8.70	Tufite trachitico - fonolitico grigio per lo più ceneritico assimilabile ad una sabbia limosa contenete grossi frammenti lavici e prodotti di lancio con pomici di grosse dimensioni	32°	2.0	2.1	380
8.70 - 30.10	Ignimbrite fonolitico -tefritica o trachitica a matrice grigio chiara ed inclusi di varia natura - cristalli di biotite e pirosseno - pomici di vario colore e dimensione, frammenti di lave, calcari e selci frequenti, di consistenza varia, ora litoide (piperno) ora incoerente (pozzolana)	35°	2.2	2.1	500

VALUTAZIONE DELLA LIQUEFAZIONE

Con il termine di liquefazione si intende riferirsi alla perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella delle masse viscosi. Ciò avviene solitamente nei depositi di sabbie sciolte fin quando sotto l'azione di carichi applicati o da forze idrodinamiche, la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad uguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Quindi i fenomeni di liquefazione sono da riferire ai terreni granulari in condizioni sature sottoposti a sforzi di taglio tali da azzerare la resistenza di attrito tra le particelle.

La resistenza che un deposito sabbioso saturo oppone alla liquefazione viene definita attraverso un coefficiente di sicurezza. Tale coefficiente di sicurezza (F_s) è definito dal rapporto tra la capacità di resistenza alla liquefazione e la domanda di resistenza alla liquefazione.

$$F_s = CRR/CRS$$

Pertanto, in un deposito, se la tensione tangenziale ciclica (CSR) prodotta da un sisma è maggiore della resistenza tangenziale del terreno (CRR), il fattore F_s definisce la propensione o meno del terreno sabbioso saturo a liquefare.

Il termine CRR (Cyclic Resistance Ratio), si ricava dai risultati delle prove in sito, mentre, il parametro CRS (Cyclic Stress Ratio), è stimato sulla base di considerazioni teoriche ed empiriche, dalle caratteristiche del terreno, alla magnitudo e accelerazione di picco in superficie. Pertanto per stimare il fattore di sicurezza F_s occorre determinare separatamente le due variabili CRS e CRR.

Nel caso di specie si è eseguita una valutazione della liquefazione secondo il metodo semplificato, (Andrus e Stokoe -1997), che utilizza le prove sismiche (V_s) utilizzando un modello semplificato, in questo caso a tre strati, secondo la seguente stratigrafia:

Per quanto riguarda la stabilità nei confronti della liquefazione, viene eseguita una verifica affinché possano essere esclusi quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche, in terreni saturi, associati ad azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

In base al D.M. 17.01.2018, Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni, la verifica a liquefazione può però essere omessa, qualora sia verificata almeno una delle seguenti condizioni:

- ☐ eventi sismici di magnitudo inferiore a 5;
- ☐ accelerazioni massime al piano campagna in condizioni di free-field minori di 0,1g;

- ☐ profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna;
- ☐ sabbie pulite caratterizzate da $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$, essendo $(N1)_{60} > 30$ e $qc_{1N} > 180$ rispettivamente il valore del numero di colpi da SPT e della resistenza di punta da CPT, normalizzati e corretti;
- ☐ distribuzione granulometrica esterna a determinate fasce critiche.

Nel caso in esame, la verifica nei confronti del fenomeno della liquefazione viene esclusa, data l'assenza di eventi sismici di magnitudo superiore a 5.

Dall'analisi eseguita appare che i terreni indagati non sono liquefacibili secondo normativa vigente poiché F_s risulta, per ogni strato, sempre maggiore di 1,25.

Sono state stimate, inoltre, il rischio, la probabilità e la suscettività alla liquefazione.

Il rischio di liquefazione, definito come indice del potenziale di liquefazione (Iwasaki et al., 1978), è “molto basso”.

La probabilità di liquefazione, definita da Juang et al. (2001) dal valore che assume il parametro

Pl ($Pl = 1 / (1 + (\frac{F_s}{0,73})^{3,4})$), assume valori molto bassi.

La suscettibilità di liquefazione, che viene definita in virtù della probabilità di liquefazione, risulta “incerta” poiché $Pl < 0,15$. Occorre precisare che il termine “liquefazione incerta” è un termine tecnico col quale si indica l'intervallo più basso della probabilità di liquefazione.

INDAGINI E CONSIDERAZIONI SISMICA DELL'AREA

TERREMOTO DI PROGETTO E CARATTERISTICHE SISMICHE

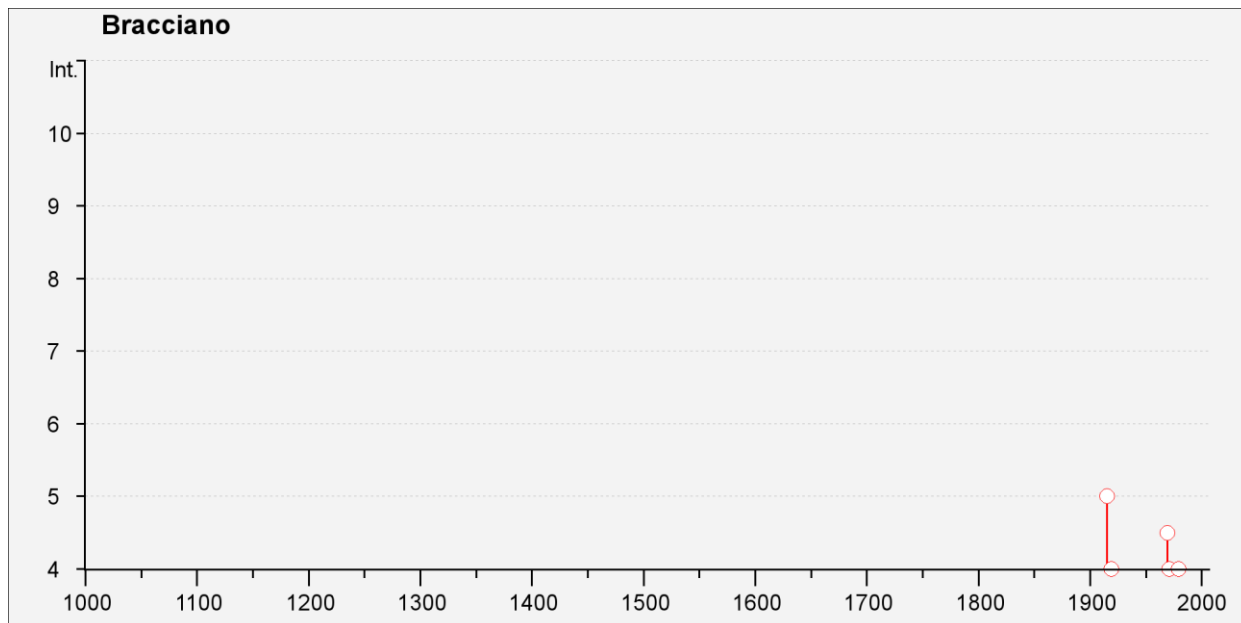
Il territorio del Comune di Bracciano non presenta nei suoi confini amministrativi strutture sismo genetiche note. Risente, ovviamente, di fenomeni sismici che si originano nella catena appenninica e nelle vicine aree vulcaniche, nonché della stessa storia vulcanica.

Particolarmente importanti sono quelli “appenninici”, stante la debole energia dei fenomeni sismici f L'O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2206, Criteri generali per l'individuazione delle Zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone e il D.M. 17.01.2018, Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni, pongono l'attenzione del progettista sulla determinazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

6.1 SISMICITA' STORICA

L'analisi della sismicità storica è stata compiuta una ricerca degli eventi sismici più rilevanti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (vers. CPTI11 – Figura 10), disponibile per un lasso di tempo che va dall'anno 1000 fino al 2006.

Numero di eventi: 15				
Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
2-3	1895 11 01	CASTELPORZIANO	98	6 4.85 ±0.14
2	1898 06 27 23:38	RIETI	186	8 5.49 ±0.12
NF	1902 10 23 08:51	REATINO	77	6 4.80 ±0.26
NF	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8 5.37 ±0.10
5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ±0.09
4	1919 10 22 06:05	Anzio	142	5.48 ±0.15
4-5	1969 07 02 07:55	TOLFA	72	7 4.84 ±0.20
4	1971 02 06 18:09	TUSCANIA	89	4.80 ±0.14
4	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09
3	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
3	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342	5.50 ±0.09
NF	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5.70 ±0.09
NF	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09
3	2005 08 22 12:02	Anzio	57	4.58 ±0.09
NF	2005 12 15 13:28	Valle del Topino	361	5-6 4.66 ±0.09



È stata compiuta una ricerca degli eventi sismici recenti più rilevanti attraverso l'Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-basE (I.S.I.D.E.), servizio di sorveglianza sismica nazionale dell'INGV. L'interrogazione, che ha riguardato un raggio di 20 km dal Comune di Bracciano e una magnitudo M_w compresa tra 2,0 e 10,0, non ha fornito risultati di attività sismica recente.

ZONAZIONE SISMICA E CATEGORIA DEI SUOLI DI FONDAZIONE

Inoltre si ricorda che l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale il Comune di Bracciano risulta essere classificato attraverso la determinazione di questo valore è stato possibile zonare sismologicamente (local hazard) il territorio nazionale in 4 categorie principali. Per il caso in esame si ha il seguente valore:

Zona sismica 3B (Sismicità bassa - Sottozona sismica DGR 387/09 e DGR 835/09).

Inoltre dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 42 del 20/02/2018):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 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).

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu30 < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $VS > 800$ m/s).

S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < cuS30 < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

CATEGORIA DEI SUOLI DI FONDAZIONE CON METODOLOGIA MASW – RE.MI

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva e passiva (MASW - ReMi) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato pari a **322 m/s** per l'analisi MASW e ReMi (considerando come riferimento il piano campagna). Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018 NTC 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria C** (“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)”). (TAV.5)

CALCOLO DELL’AZIONE SISMICA E SPETTRO DI RISPOSTA

In considerazione del recente D.M. 17 gennaio 2018 relativo all’Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. A tal riguardo, la valutazione del rischio sismico e il calcolo dei coefficienti da utilizzare in ingegneria dipendono dall’estensione delle aree prese in considerazione. La definizione degli spettri di risposta, rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto relativamente ad uno Stato Limite, può essere articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri:

1. **FASE - Individuazione della pericolosità del sito;**
2. **FASE – Scelta della strategia di progettazione;**
3. **FASE – Determinazione dell’azione di progetto.**

Il calcolo della V_{s30} tiene conto dello spessore espresso in metri e V la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di **risposta elastico alle componenti orizzontali**.

Categoria di suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C , E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di **risposta elastico delle componenti verticali**.

Categoria di suolo	S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

S = fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione

η = fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ , espresso in punti percentuali

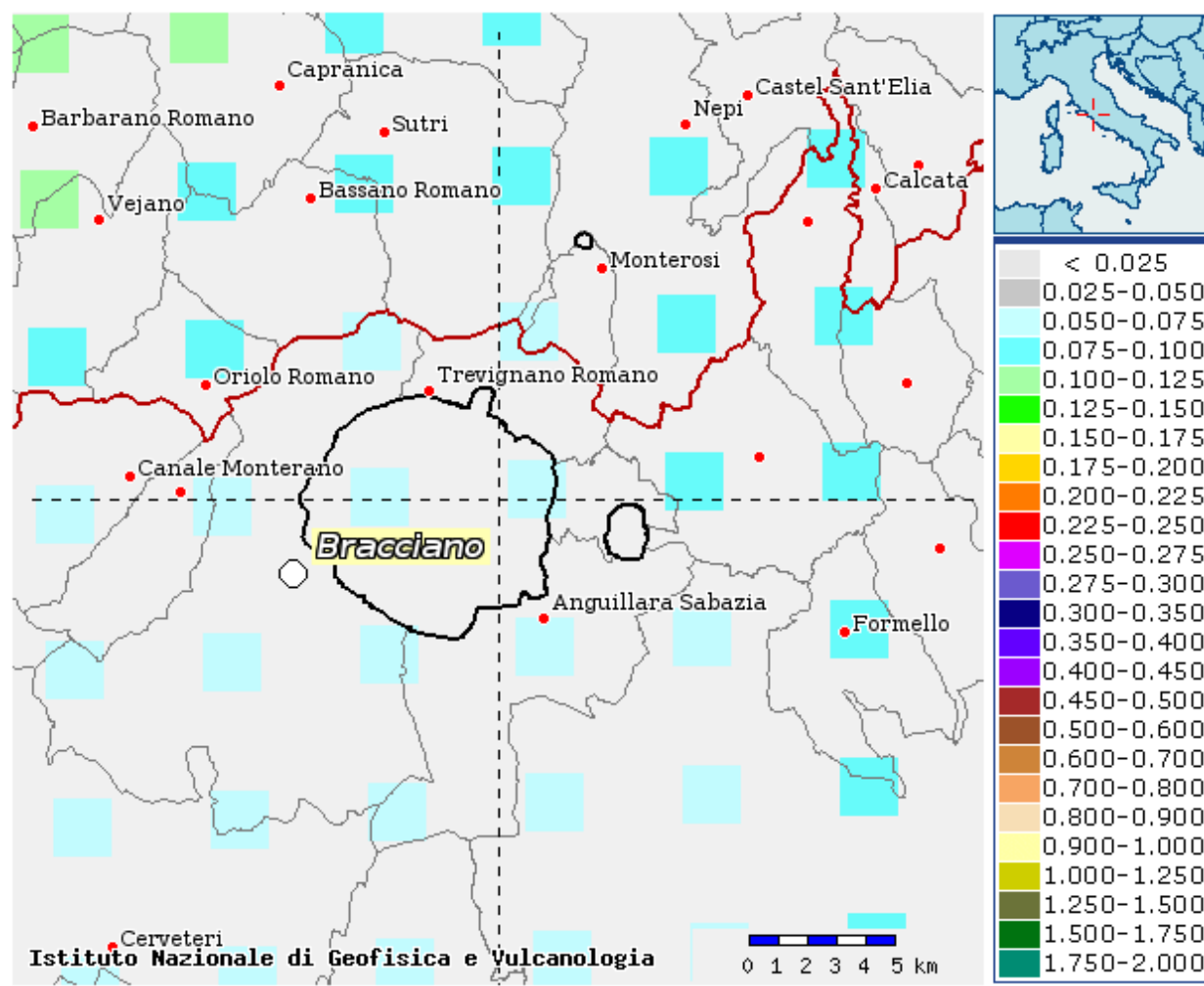
T = periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice

T_B, T_C, T_D = periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione

Dalla caratterizzazione sismica del sito dalla sua stratigrafia e sulla base dei dati ricavati dall'analisi quantitativa delle indagini eseguite e dalla media pesata dei valori di V_s nei primi 30 metri si determina il tipo di profilo stratigrafico del suolo di fondazione cui è associato uno spettro di risposta elastico.

Il territorio del comune di Bracciano è Zona sismica 3B (Sismicità bassa - Sottozona sismica DGR 387/09 e DGR 835/09) caratterizzata da una accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria "A"

$$0,050 < a_g < 0,075 g$$



CLASSI D’USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in 4 Classi d’uso (corrispondenti alle Classi di Importanza di EC8) il manufatto in oggetto ricade nella:

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda **affollamenti significativi**. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.

Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. Scuole, Teatri, Musei, Tribune, **sale con affollamenti significativi, etc.**

Tipo di costruzione (2)

Vita Nominale V_N → numero di anni di uso della struttura (>50)

Classi d’Uso in presenza di azioni sismiche → III Classe

Coefficiente d’uso C_u (1,5)

V_R ≥75 anni

AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Il Supplemento ordinario n. 8 alla Gazzetta Ufficiale di cui alle NTC 2018 al p.to c.3.2.2 riporta che “la modifica delle Caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità delle creste dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all’interazione tra il campo d’onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l’altezza del rilievo e la sua larghezza.

Nel caso in cui il sito da costruzione sia caratterizzato da una superficie topografica che si discosta da una superfici pianeggiante, le NTC 2018 consentono, per configurazioni topografiche semplici, il ricorso ad una valutazione approssimata dell’amplificazione topografica, basata sulla definizione di una serie di categorie topografiche. In particolare al p.to **3.2.2** le NTC 2018 prevedono l’esistenza di 4 categorie topografiche, a ciascuna delle quali viene associato un valore specifico del coefficiente di amplificazione topografica **S_T** p.to **3.2.3.2.1** che moltiplica l’azione sismica di riferimento.

Le categorie topografiche si riferiscono a “configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell’azione sismica se di larghezza superiore a 30 m. In caso di siti di costruzione aventi altezza inferiore a 30m, gli effetti di amplificazione topografica possono essere trascurati”. Tali effetti

possono, inoltre essere trascurati ($S_T = 1$) per pendii e rilievi isolati con inclinazione media non superiore a 15° , ovvero per i casi ricadenti nella categoria topografica **T₁**.

La tabella successiva riporta la definizione delle quattro categorie topografiche considerate dalle NTC 2018 e i corrispondenti valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica **S_T**. Tali valori sono massimi nel senso che si riferiscono a opere o interventi ubicati in corrispondenza della sommità del pendio o cresta del rilievo poiché come specificato dalle NTC 2018 del 17/01/2018 al p.to **3.2.3.2.1**, *"la variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base, dove S_T assume valore unitario"*

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T ₁	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$,	-	1.0
T ₂	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	Sulla sommità del pendio	1.2
T ₃	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	Sulla cresta del rilievo	1.2
T ₄	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	Sulla cresta del rilievo	1.4

Tabella Categorie Topografiche

Il fattore di amplificazione topografica S_T nel sito d'interesse, dato che si tratta di un'area con morfologia pianeggiante, è da ritenersi di categoria T₁ con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ quindi

$$S_T = 1$$

In conseguenza del rispetto dei suggerimenti proposti e delle considerazioni avanzate, lo scrivente esprime parere favorevole alla realizzazione dell'opera in progetto. Tanto si doveva per l'incarico conferitoci, si resta a disposizione per qualsiasi chiarimento di ordine tecnico.

Afragola (NA), dicembre 2018

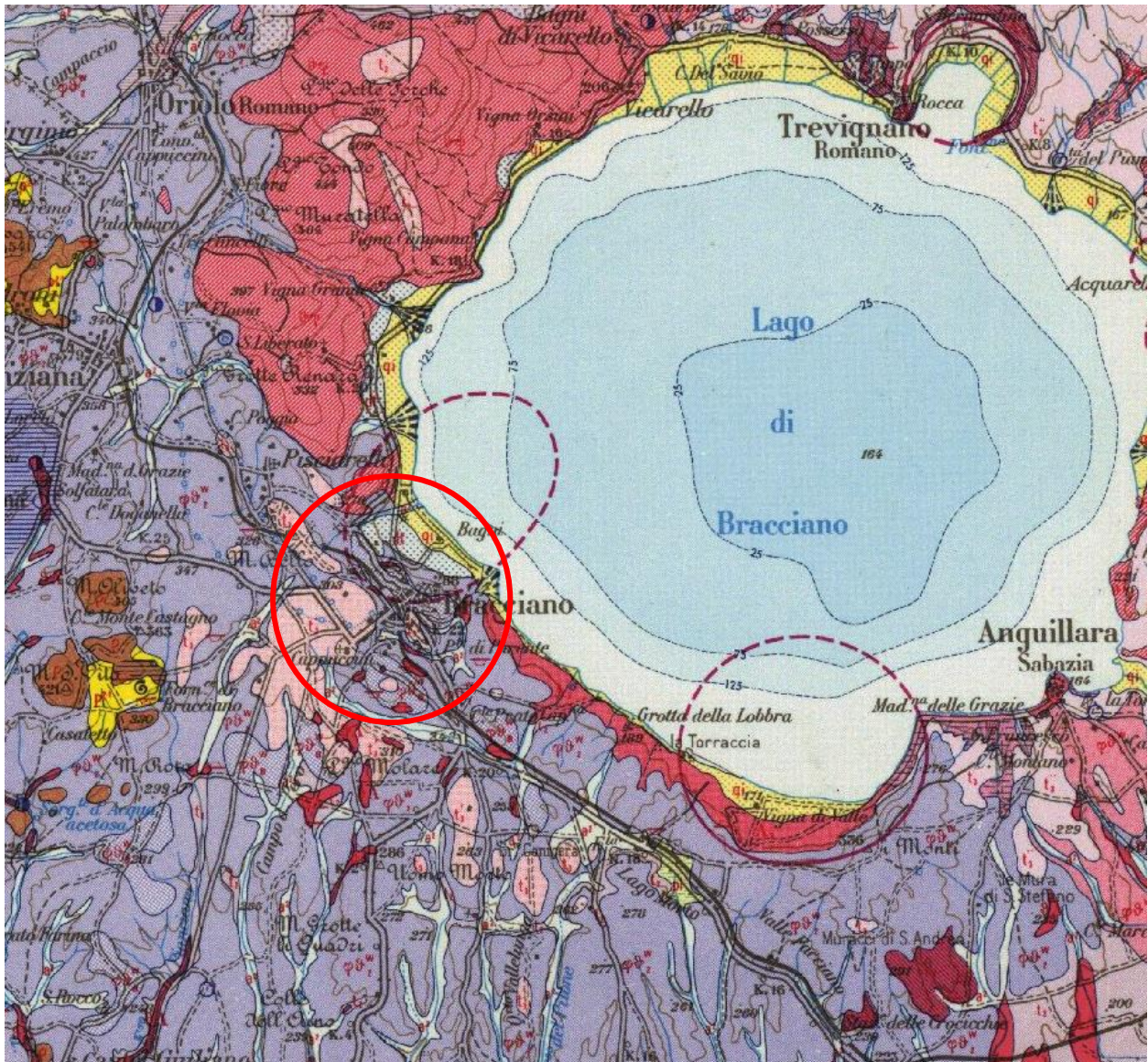
IL TECNICO

dott. Geol. Giuseppe De Luca

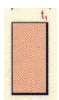
ALLEGATO A

- Carta Geologica
- Stralcio Satellitare
- Pianta Ubicazione Indagini
- Stralcio Autorità dei Bacini Regionali del Lazio Piano Stralcio Per L'assetto Idrogeologico (P.A.I.)
- Tav. 1 – Carta Planimetria Generale scala 1:2000
- Tav. 2 – Carta Geomorfologica e della Stabilità scala 1:2000
- Tav. 3 – Carta Idrogeologica scala 1:2000
- Tav. 4 – Carta Geolitologica scala 1:2000
- Tav. 5 – Carta della zonizzazione del territorio in prospettiva sismica scala 1:2000

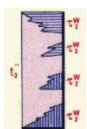
CARTA GEOLOGICA



LEGENDA :



Tufi finali, prevalentemente trachitico-fonolitici, bruni o biancastri, per lo più cineritici, con strati a lapilli ed a blocchi soprattutto sulle pendici esterne dell'apparato; stratificazione fitta con ondulazioni frequenti e piuttosto ampie (t_f).

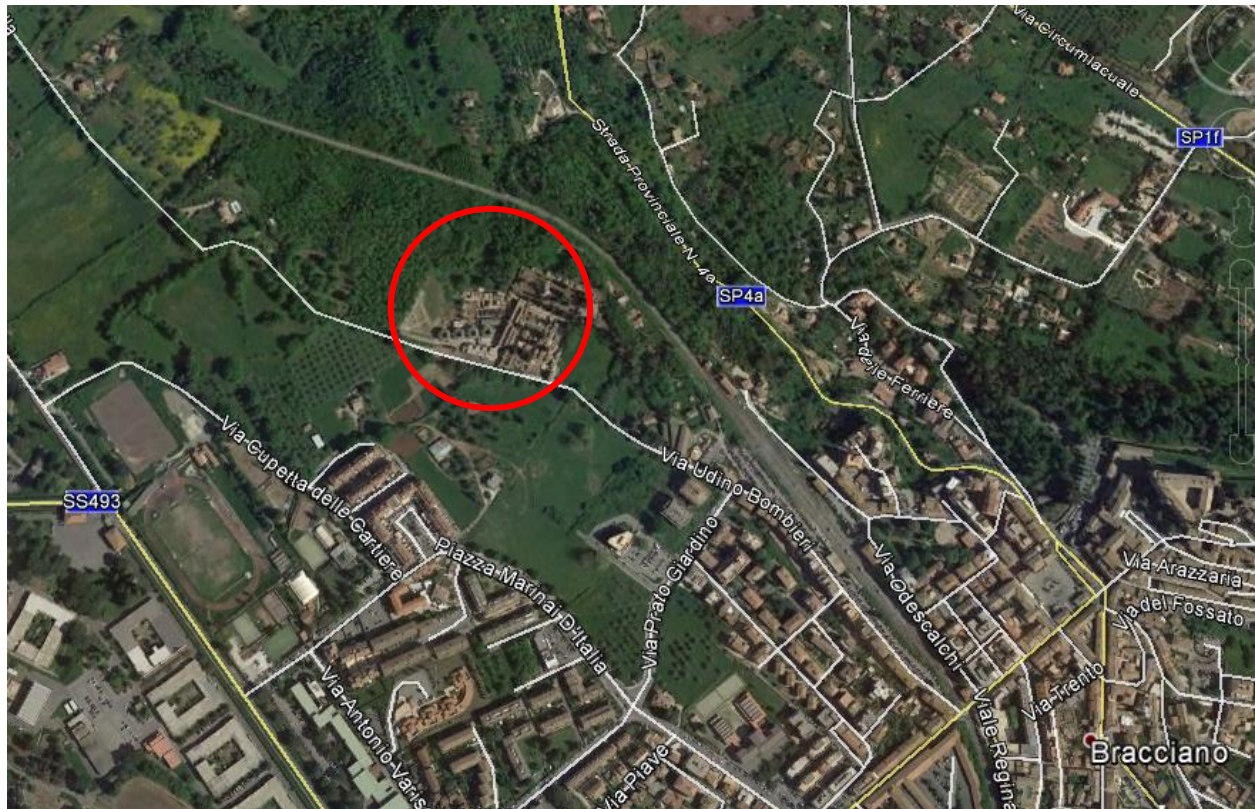


Tufi stratificati generalmente biancastri, contenenti grossi frammenti lavici e prodotti di lancio attribuibili ai crateri del settore orientale dell'apparato (t_s). Sono presenti più livelli di ignimbrite trachitica biancastra con grossi inclusi calcarei (c₁ e c₂). Nell'area di Monterosi intercalati con A₁.



"Ignimbrite" (l.s.) fonolitico-tefritica o trachitica, a matrice micropomicea grigio chiara ed inclusi di varia natura: cristalli di biotite e pirosseno, pomici di vario colore e dimensione, frammenti di lave di varia natura, calcari e selci frequenti, resti di vegetali; di consistenza varia, ora litoidi ("peperino") ora incoerente ("pozzolana"); è potente a volte più di 30 m e costituisce un esteso plateau nel settore occidentale e meridionale dell'apparato (p₀^w). Alla base facies molto rinsaldate o a blocchi (p₀^w_A). Al tetto facies agglomeratiche ricche di pomici (p₀^w_s).

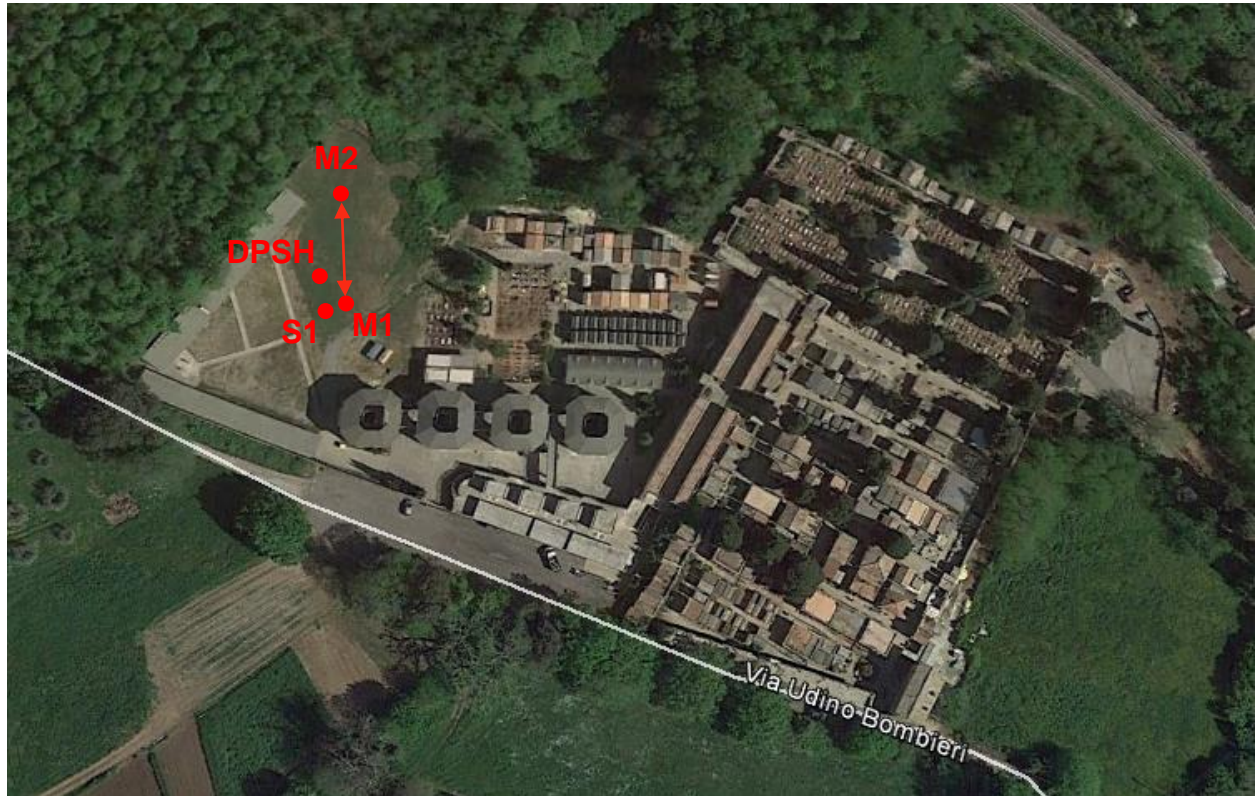
Stralcio Satellitare



Cimitero del capoluogo - Via Udino Bombieri

Comune di Bracciano (RM)

PIANTA UBICAZIONE INDAGINI

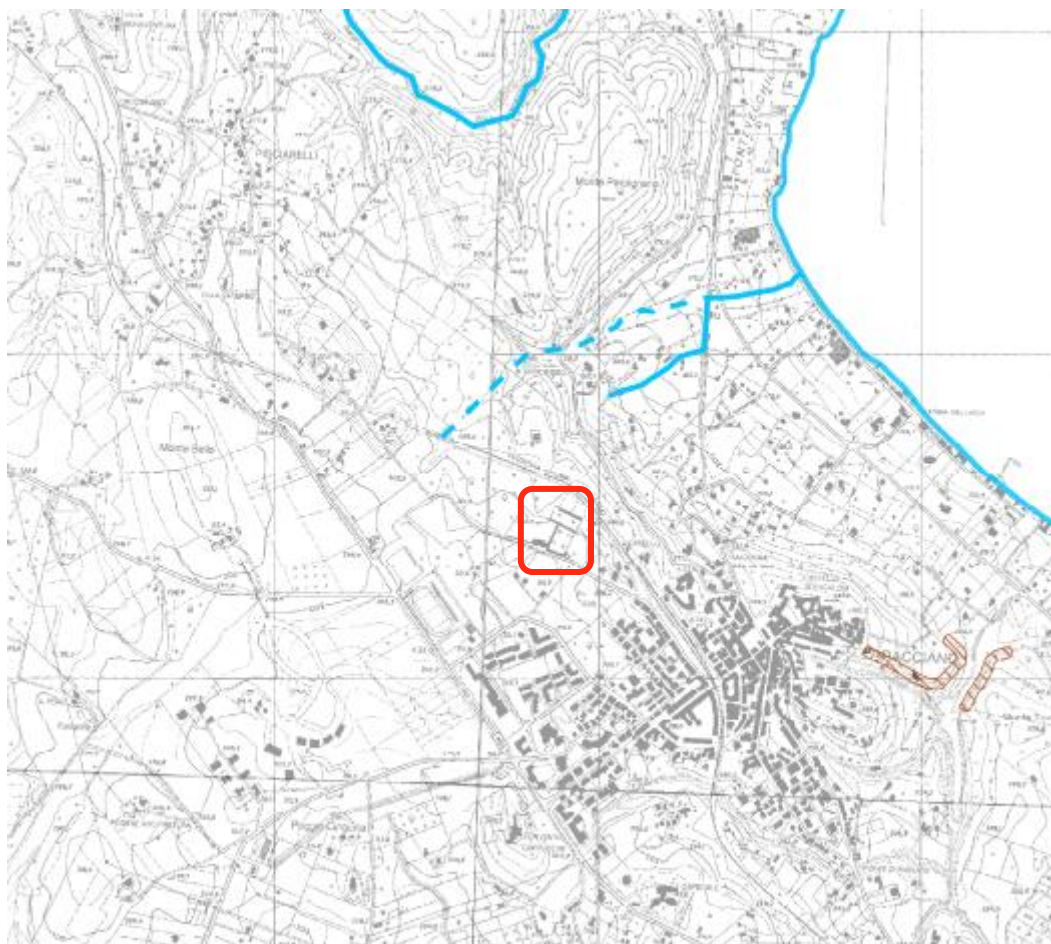


S1: Sondaggio a carotaggio continuo con SPT e Prelievo Campione

DPSH: Prova Penetrometrica Dinamica Pesante

M1- M2: Stendimento sismico Masw e Re. Mi

Tav.A
Stralcio Autorita' dei Bacini Regionali del Lazio
Piano Stralcio Per L'assetto Idrogeologico (P.A.I.)



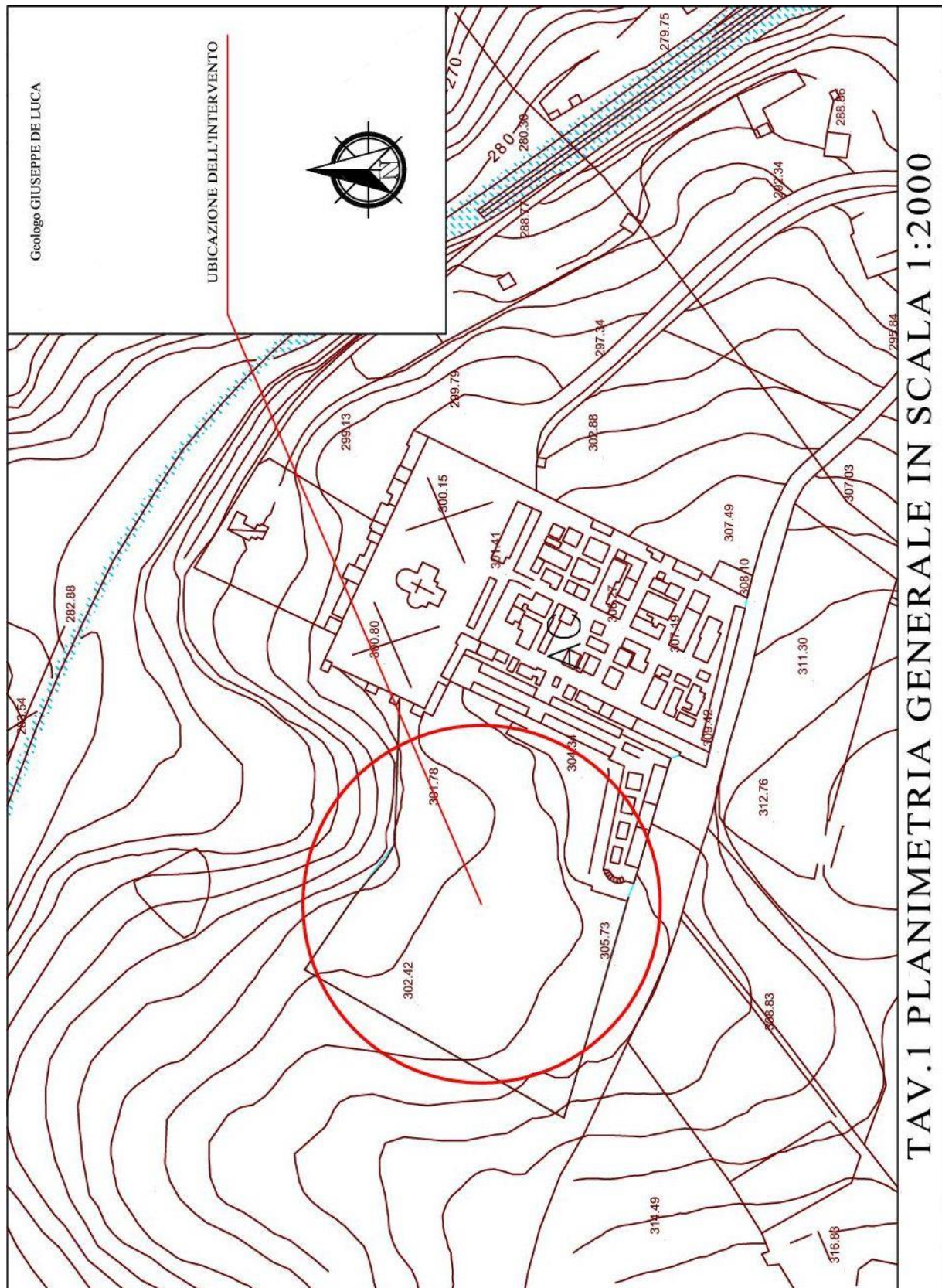
AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE (artt. 7 - 23 - 24 - 25 - 26)	
	Aree a Pericolo A1 (c. 2 art. 7 e art. 23)
	Aree a Pericolo A2 (c. 2 art. 7 e art. 23 bis)
	Aree a Pericolo B1 (c. 2 art. 7 e art. 24)
	Aree a Pericolo B2 (c. 2 art. 7 e art. 25)
	Aree a Pericolo C (c. 2 art. 7 e art. 26)
	Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentire la definizione della pericolosità

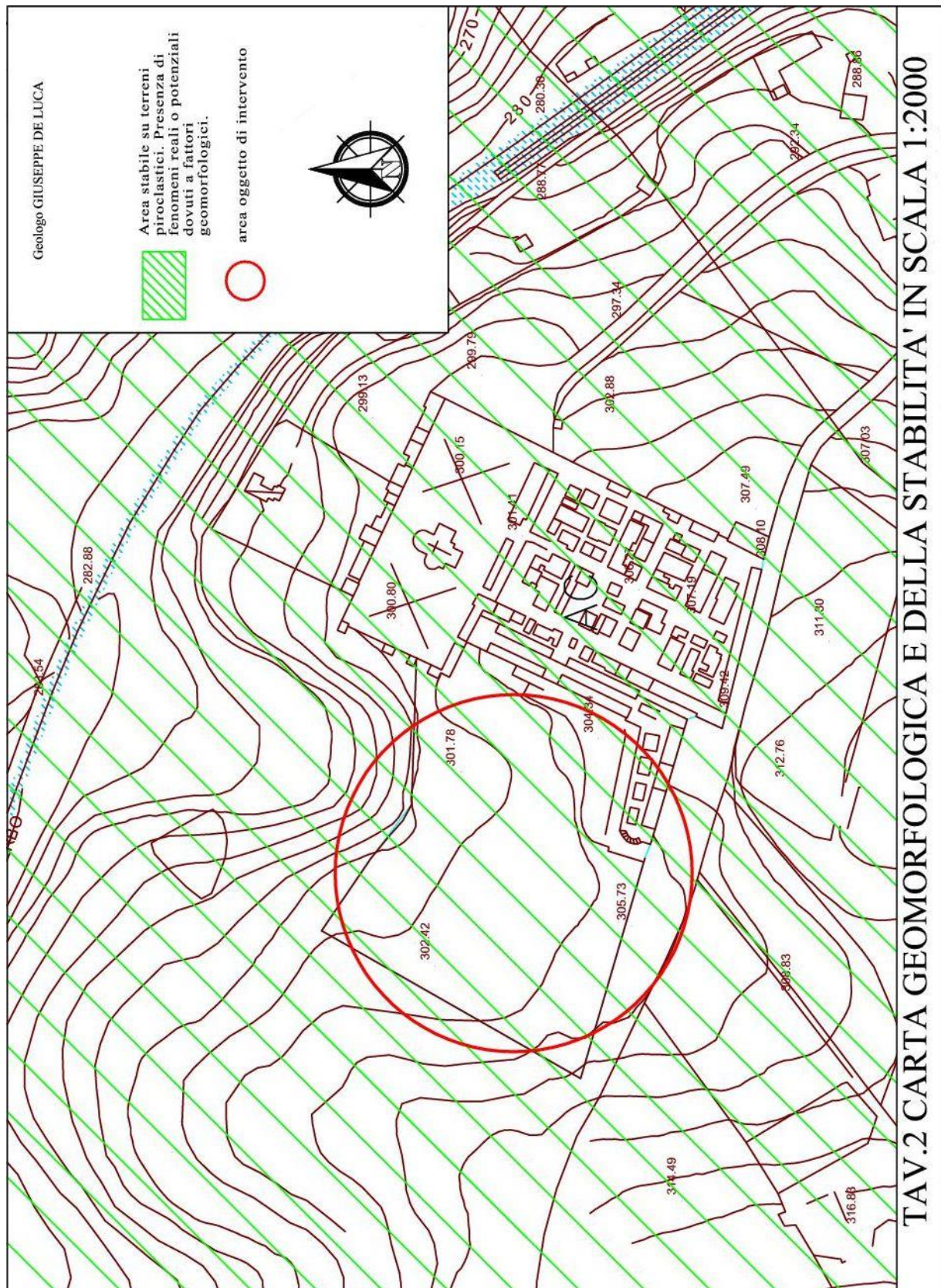
AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO DI FRANA E D'INONDAZIONE (artt. 9 - 19 - 27)	
	Aree di Attenzione Geomorfologica (artt. 9 e 19)
	Aree di Attenzione Idraulica (artt. 9 e 27)
	Aree di Attenzione per presenza di cavità naturali o artificiali soggette a crolli
	Corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05 (artt. 9 e 27)
	Altri corsi d'acqua principali (artt. 9 e 27)

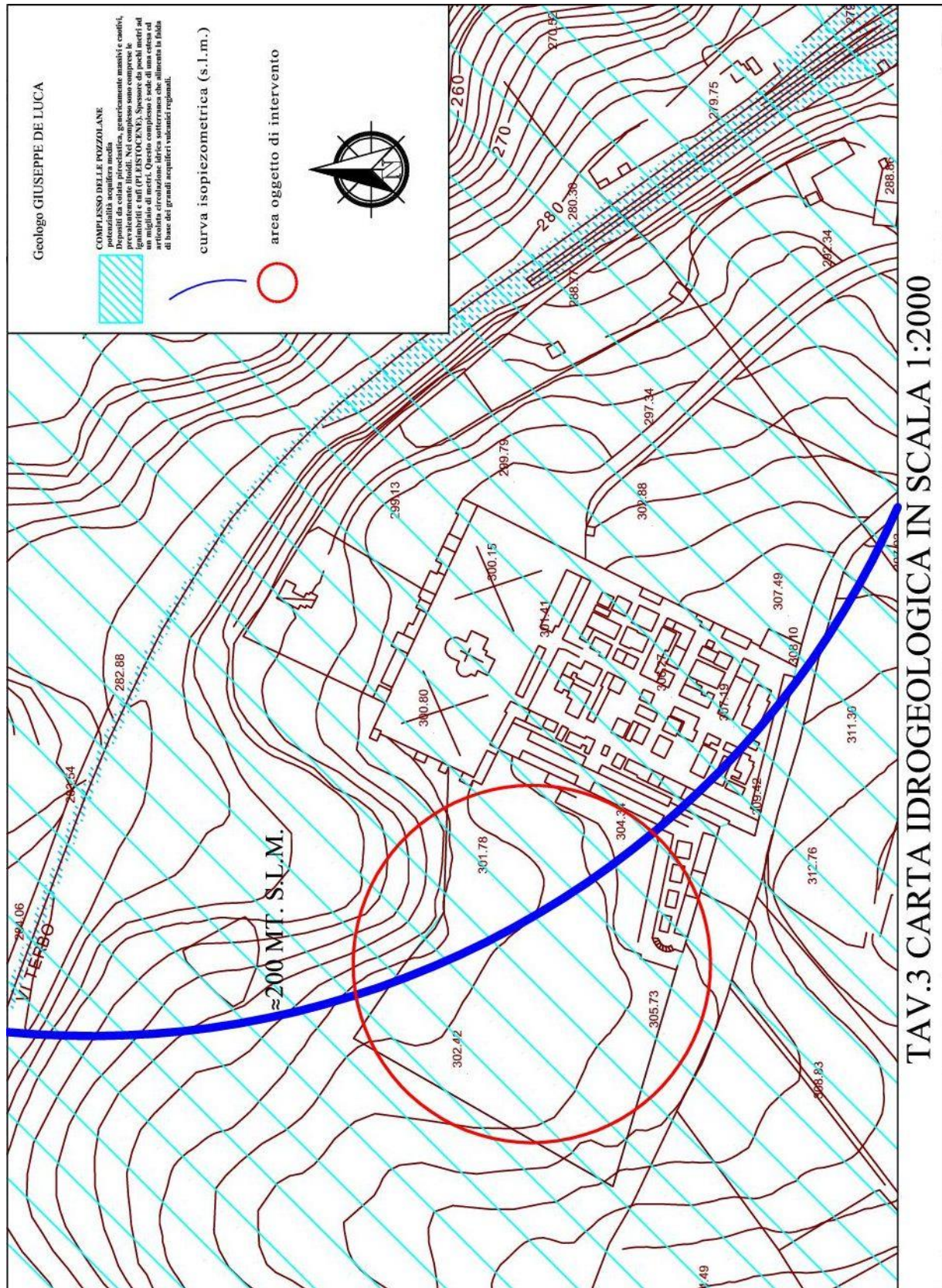
AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO DI FRANA (artt. 6 - 16 - 17 - 18)	
	Aree a Pericolo A (c. 2 art. 6 e art. 16)
	Aree a Pericolo B (c. 2 art. 6 e art. 17)
	Aree a Pericolo C (c. 2 art. 6 e art. 18)
	Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentire la definizione della pericolosità

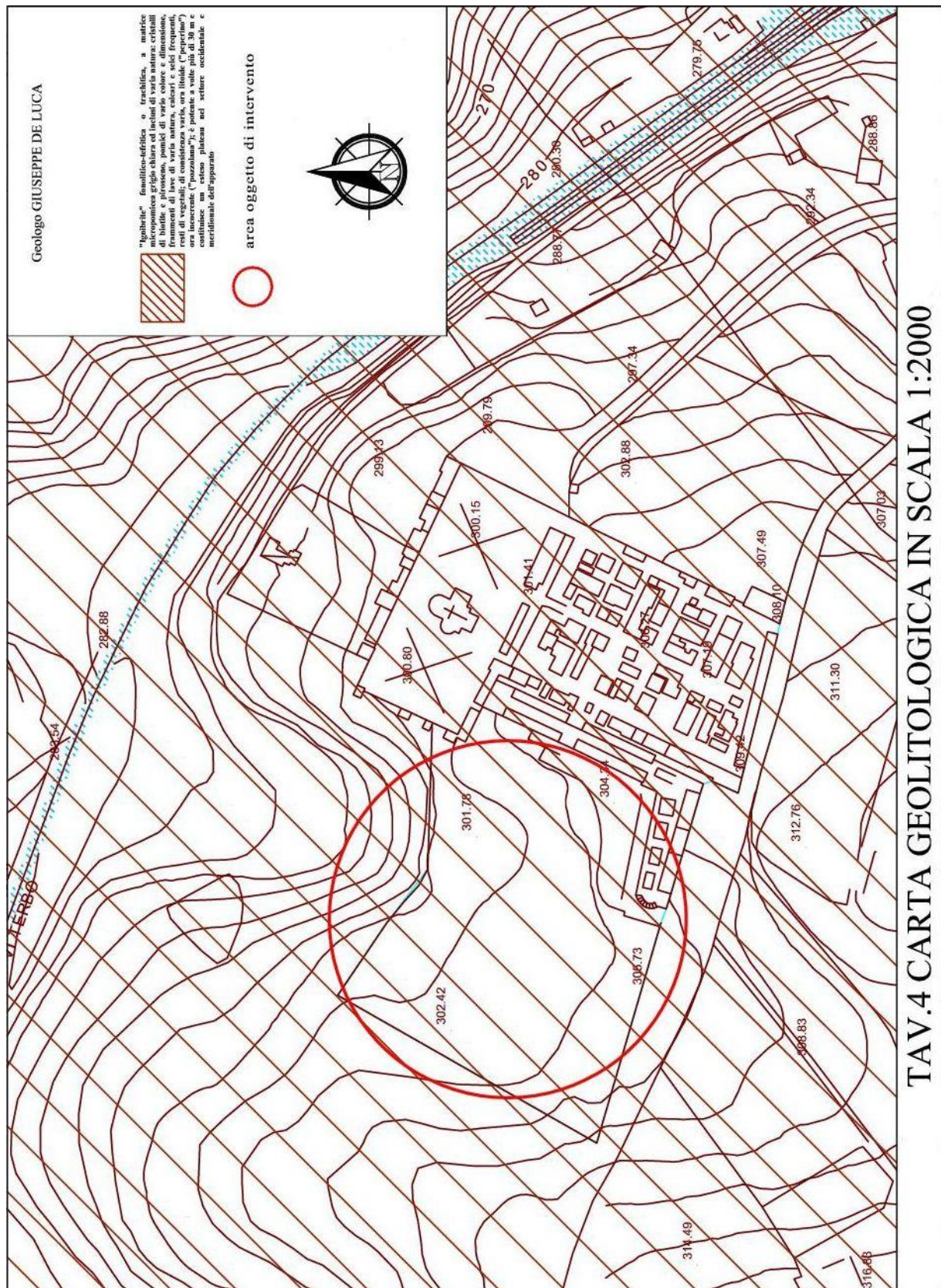


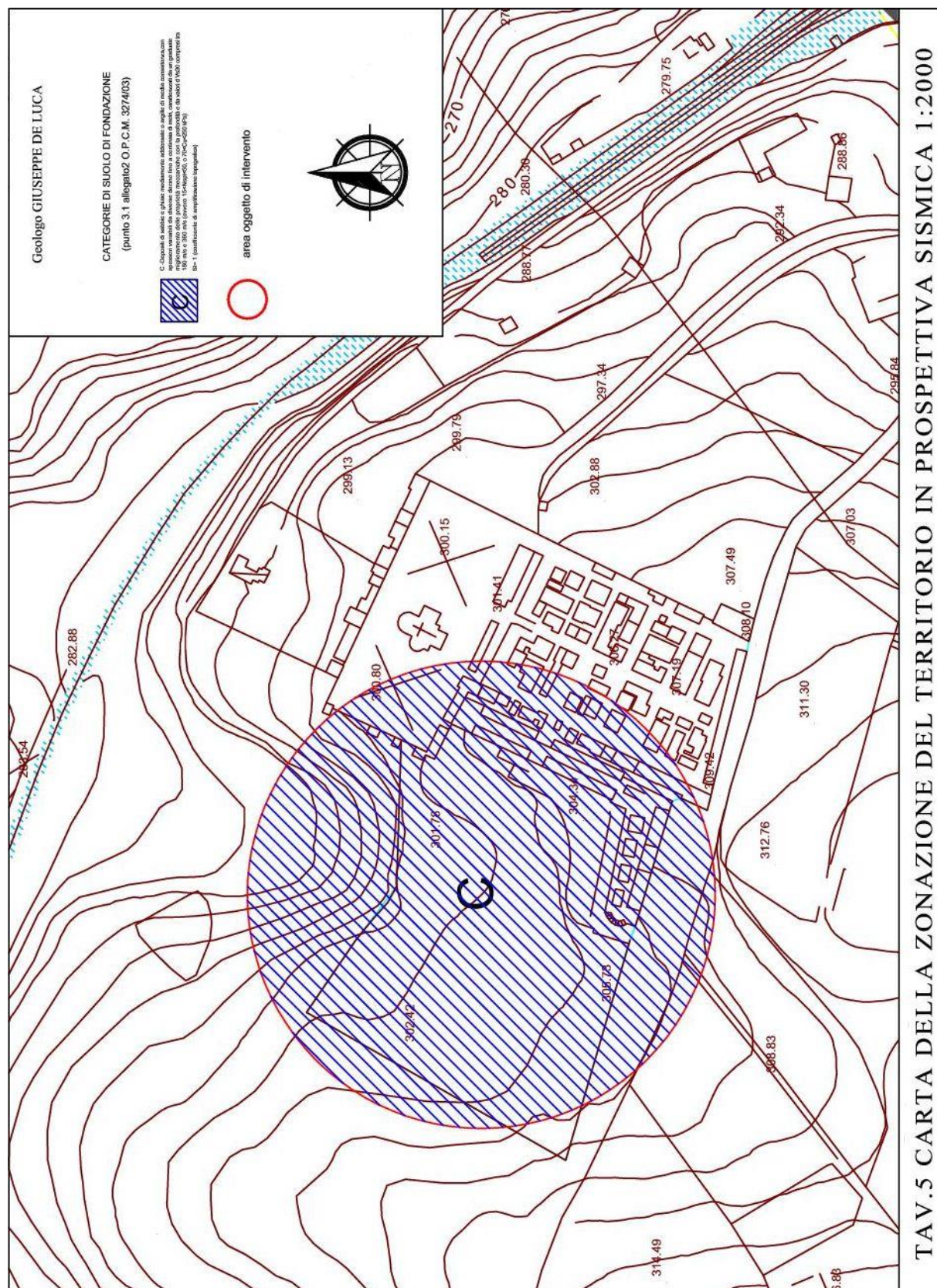
Nel sito d'interesse non è presente alcun rischio di tipo franoso e di inondazione, come viene confermato dagli studi effettuati e documentati dalle carte tematiche dell'Autorita' dei Bacini Regionali del Lazio.











ALLEGATO B

SONDAGGI GEOGNOSTICI

- Sondaggi a carotaggio continuo con SPT e prelievo di campioni indisturbati
- Risultati prove penetrometriche DPSH

PROVE DI LABORATORIO

- Apertura campione indisturbato
- Determinazione del contenuto naturale in acqua
- Determinazione del peso di volume naturale
- Determinazione del peso di volume a secco, della porosità, dell'indice dei vuoti
- e del grado di saturazione
- Determinazione del peso specifico
- Analisi granulometriche ASTM
- Prova di taglio diretto consolidata

INDAGINI SISMICHE

- Surface Wave Analysis MASW – Re.Mi

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

- Foto delle Indagini Effettuate

INDAGINI GEOGNOSTICI



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 - cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it - P.Iva : 01956710618
EN ISO 9001:2008 N.: 1071ITQS rilasciato da EUROCERT

Relazione sondaggi a rotazione a carotaggio continuo

Oggetto:

Costruzione di nuovi loculi e opere accessorie nel cimitero del Capoluogo nel comune di Bracciano

Committente:

Comune di Bracciano



Pastorano (CE) – Novembre 2018

I.GEO S.a.s.
di D'ONOFRI GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva & C.G. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax: 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva.: 01956710618
EN ISO 9001:2008 N.: 10711TQS rilasciato da EUROCERT

Sondaggi a rotazione a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n. 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino alla profondità di 30 metri dal piano campagna.

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda idraulica cingolata TEREDO MN 900 con una capacità di coppia di 920 Kg, mentre l'attrezzatura di perforazione aveva le seguenti caratteristiche ed i seguenti diametri:

• Aste di manovra cave dal diametro ϕ (mm)	76
• Aste di manovra lunghezza (m)	3.0
• Carotiere semplie da ϕ (mm)	101
• Carotiere doppio da ϕ (mm)	101
• Carotiere lunghezza (m)	3.0
• Corona con denti in Widia da ϕ (mm)	101
• Corona diamantata da ϕ (mm)	101
• Tubi di rivestimento ϕ (mm)	127

I sondaggi sono stati eseguiti in accordo alle normative tecniche di riferimento, di seguito indicate:

- AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) - Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche.
- UNI EN 1997-2 (2007) - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 - Eurocode 7 - Geotechnical Design - Part 2: Ground investigation and Testing]
- EN ISO 22475-1 - Geotechnical Investigation and Testing - Sampling Methods and Groundwater measurements - Part 1: Technical Principles for Execution.

Per quanto riguarda il carotaggio continuo, con esso si intende un particolare e complesso metodo di indagine diretta che permette la ricostruzione stratigrafica dettagliata e puntuale dei litotipi presenti nel sottosuolo.

In pratica, mediante un sistema oleodinamico, si imprime all'attrezzo di perforazione, costituito da una serie di aste alla cui estremità inferiore è montato un carotiere a diametro maggiore ed una punta tagliente (corona), sia pressione che rotazione così da "tagliare" il terreno nel modo più indisturbato possibile. Ad ogni variazione di strato ed ogni qualvolta si ritiene opportuno, smontando la batteria di aste, è possibile prelevare un nucleo di materiale (carote) penetrato nel carotiere durante l'approfondimento del perforo. Ogni carota viene riposta in apposite cassette catalogatrici con l'indicazione della profondità di prelievo.

Com'è facilmente intuibile, tale tecnica di avanzamento è molto più lenta di analoghi sistemi di perforazione ma permette un'analisi dettagliata e precisa della stratigrafia del sottosuolo.

Standard Penetration Test (S.P.T.)

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche S.P.T.

Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. sono state praticate nel foro del sondaggio per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni in attraversamento. Queste prove consentono di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore RAYMOND battendo sulle aste di manovra per mezzo di un maglio normalizzato che cade da un'altezza standard. Viene misurata l'infissione del campionatore nel terreno per 3 tratti consecutivi di 15 cm. La somma del valore degli SPT degli ultimi due tratti rappresenta il valore da utilizzare nelle formule.

Qualora in uno dei primi due tratti si superasse il valore di 50 colpi, si considera rifiuto strumentale e la prova viene terminata, annotando la lunghezza del tratto che ha dato rifiuto.

Prelievo campioni di terreno

Nel corso dei sondaggio sono i prelevati n. 4 campioni indisturbati di terreno.

Il prelievo dei campioni indisturbati di terreno viene realizzato adoperando un campionatore cilindrico "fustella" che viene montata alle aste di manovra e poi fatto penetrare nel terreno alle profondità prestabilite con la sola pressione esercitata dalla macchina perforatrice. In questo modo la fustella si riempie di materiale e, appena estratta, deve essere paraffinata alle due estremità onde evitare che, al contatto con l'aria, il materiale perda la sua umidità naturale. Tra i diversi tipi esistenti in commercio, è stato utilizzato il campionatore Shelby "a pareti sottili", che tra tutti è quello che arreca minore disturbo al terreno. Esso è costituito da un cilindro di acciaio Inox ad alta resistenza con parete di spessore molto ridotto (2 mm) dotato di bordo inferiore tagliente. L'estremità inferiore del tubo è aperta per permettere l'ingresso del campione mentre all'estremità superiore il campionatore è collegato alle aste di manovra mediante una testa a vite dotata di una valvola di ritenuta a sfera.

Pastorano (CE) – Novembre 2018

I.GEO/S.a.s.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva e C.A.B. P.IVA: 01859710616

I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it - P.Iva : 01956710618
Certificazione Qualità: EUROCERT n. 1071ITQS



COMMITTENTE: Comune di Bracciano			ATTREZZATURA : Sonda Teredo MN 900			DATA ESECUZIONE: 28/11/2018		
LOCALITA': Via Udino Bombieri, Bracciano (RM)			METODO DI PERF.: Carotaggio continuo			NUMERO CERTIFICATO: 1732/18		
CANTIERE: Costruzione di nuovi loculi e opere accessorie nel cimitero del Capoluogo nel comune di Bracciano			QUOTA INIZ.: Piano campagna			DATA EMISSIONE: 28/11/2018		
			PROFONDITA': 30.10 m			Sigla: S1		
			Coordinate: Lat: 42° 6'22.85"N Long: 12°10'01.16"E			PAGINE: 1 di 1		

Profondità		Colonna Stratigraf.	Stratigrafia e descrizione dei terreni	Falda m	Poker test Kg/cm ^q	Van test Kg/cm ^q	down hole	piezometro	RQD %	Campione indisturbato	S.P.T. (m)
p.c.	Q.rel. (m)										
	0.70		Terreno vegetale frammito materiale di riporto								
	3.10		Tufite trachitico - fonolitico bruno per lo più ceneritico con strati di lapillo e pomici								
	3.80										
	4.90		Tufite trachitico - fonolitico grigio per lo più ceneritico assimilabile ad una sabbia limosa contenete grossi frammenti lavici e prodotti di lancio con pomici di grosse dimensioni								
	8.70										
	10.00		Ignimbrite fonolitico -tefritica o trachitica a matrice grigio chiara ed inclusi di varia natura - cristalli di biotite e pirosseno - pomici di vario colore e dimensione, frammenti di lave, calcari e selci frequenti, di consistenza varia, ora litoide (piperno) ora incoerente (pozzolana)								
	15.00										
	20.00										
	25.00										
	30.10		Fine sondaggio								
	35.00										

7.50

S1C1

8.00

8.00 – 8.15
> 50 Rifiuto

Direttore Tecnico
I. Geo. s.a.s.
di DONOFRIO GIUSEPPE & C.
Dr. Geol. Giuseppe Donofrio
Part. IVA e C.S. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 - cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it - P.Iva : 01956710618
EN ISO 9001:2008 N.: 1071ITQS rilasciato da EUROCERT

Relazione Prova Penetrometrica dinamica Pesante (DPSH)

Oggetto:

Costruzione di nuovi loculi e
opere accessorie nel cimitero
del Capoluogo nel comune di
Bracciano

Committente:

Comune di Bracciano



Pastorano (CE) – Novembre 2018

I.GEO S.a.s.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part.Iva E Codi. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax: 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.iva.: 01956710618
EN ISO 9001:2008 N.: 10711TQS rilasciato da EUROCERT

Prove Penetrometriche Dinamiche Pesanti (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell’infiggere nel terreno una punta conica per tratti consecutivi misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato, con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Per il lavoro oggetto del presente studio, è stato utilizzato un penetrometro dinamico modello PAGANI TG 63-200 KN , come da foto al lato, avente le seguenti caratteristiche:



- maglio di battuta da 63.5 Kg ;



- altezza di caduta = 0.75 m ;

- lunghezza aste = 1.00 m ;



- peso aste = 6.5 Kg ;

- diametro interno aste = 16 mm

- diametro esterno aste = 32 mm

- diametro punta conica = 50.5 mm

- angolo di apertura punta = 90° ;



Nel corso della prova sono stati rilevati, per ogni 20 cm di avanzamento delle aste, il numero dei colpi necessari per l'infissione della punta conica.

I valori registrati sono stati riportati in un diagramma profondità/numero di colpi: sulle ordinate sono state poste le profondità dal piano campagna, mentre sulle ascisse il numero di colpi registrati.

Pastorano (CE) – Novembre 2018

I.GEO S.a.s.
di D'ONOFRI GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
Part. Iva E. Cod. Fisc. 01958710618



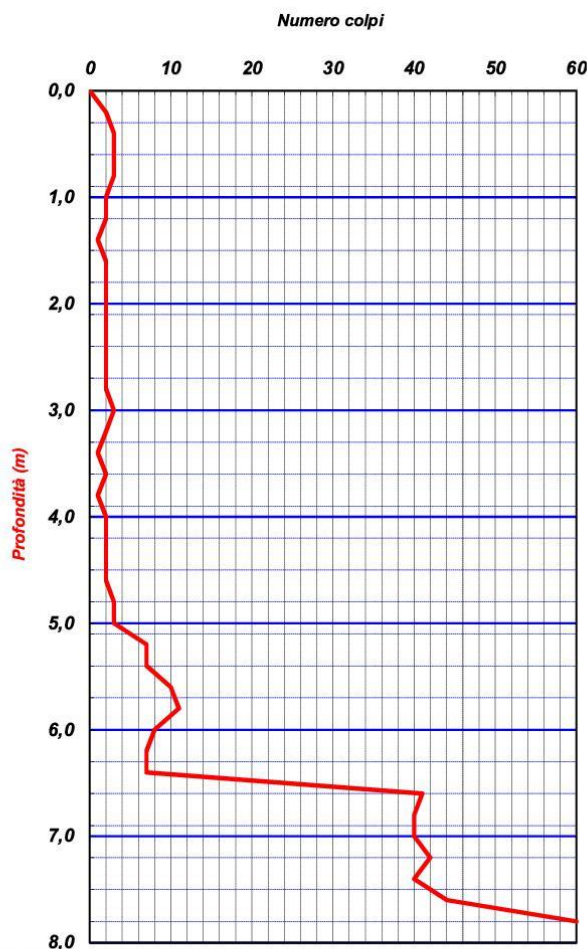
I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
EN ISO 9001:2008 N.: 10711TQS rilasciato da EUROCERT

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	Comune di Bracciano		
OGGETTO:	Costruzioni di nuovi loculi e opere accessorie nel cimitero del capoluogo - comune di Bracciano	N° Certificato	1733/18
LOCALITA':	Via Udino Bombieri, Bracciano (RM)	Sigla Prova	DPSH 1
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°	Data emissione
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 42°06'23"N	Long: 12°10'01"E	28/11/2018
DATA ESECUZIONE PROVA:	28/11/2018	campione indisturbato (m)	Pagina
			1/1

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0						
0,20	2						
0,40	3						
0,60	3						
0,80	3						
1,00	2						
1,20	2						
1,40	1						
1,60	2						
1,80	2						
2,00	2						
2,20	2						
2,40	2						
2,60	2						
2,80	2						
3,00	3						
3,20	2						
3,40	1						
3,60	2						
3,80	1						
4,00	2						
4,20	2						
4,40	2						
4,60	2						
4,80	3						
5,00	3						
5,20	7						
5,40	7						
5,60	10						
5,80	11						
6,00	8						
6,20	7						
6,40	7						
6,60	41						
6,80	40						
7,00	40						
7,20	42						
7,40	40						
7,60	44						
7,80	60						



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)
num. colpi. = numero di colpi

Il direttore tecnico
Dott. Geol. Giuseppe De Luca
Via Aldo Moro, 2 - 81050 PASTORANO (CE)
Part. Iva e Cag. Fisc. 01956710618

PROVE DI LABORATORIO



Via Cesine, 23 - 82018 - S. Giorgio Del Sannio (BN)
Tel. Fax 0824337392 - P.I. 01209370624

www.sanniotest.it | info@sanniotest.it

C.C.I.A.A. n. 20774/2000
Cap. Soc. € 48.753,53

LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

S. Giorgio del Sannio li, 07 dicembre 2018

Rif. Arch.: Verbale di accettazione n° T0705/18 del 30 novembre 2018

RICHIEDENTE: Dott. Geol. DE LUCA GIUSEPPE (Geologo incar.)

CANTIERE : COSTRUZIONE DI NUOVI LOCULI E OPERE ACCESSORIE NEL CIMITERO
CAPOLUOGO
Loc. BRACCIANO (Roma)

COMMITTENTE: COMUNE DI BRACCIANO

IMPRESA ESECUTRICE DEI PRELIEVI: IGEO sas

OGGETTO: PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO SU N° 1 CAMPIONE

PROVE ESEGUITE:

- DETERMINAZIONE PROPRIETA' INDICE (certif. n° 0378T/18)
- PROVA DI TAGLIO DIRETTO (certif. n° 0379T/17)



Lo Spedimentatore
(Dott. geol. Vito Carbone)

IL Direttore del Laboratorio
(Dott. ing. Michele Larocca)



Via Cosine, 23 - 82018 - S. Giorgio Del Sannio (BN)
Tel. Fax 0824337392 - P.I. 01209370624

C.C.I.A.A. n. 20774/2000
Cap. Soc. € 48.753,53

www.sanniotest.it | info@sanniotest.it

LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

verb. accett. n° T0705/18

Dati Progetto - Dati Prelievo - Identificazione Visiva - Prove Eseguite					
Richiedente:	dott. geol. De Luca Giuseppe				
Cantiere:	Costruz. Nuovi loculi e opere accessorie cimitero capoluogo - Loc. Bracciano (Roma)				
Committente:	Comune di Bracciano				
Prelievo n.	S1	Data Inizio Sondaggio	---	Profondità Sondaggio, m	---
Campione n.	C1	Data Prelievo Campione	21/11/2018	Profondità Campione, m	7,5 - 8,0
Sondaggio a rotazione		Sondaggio a Percussione		Campionatore Manuale	
Campione Indisturbato	X	Campione Semidisturbato		Campione Rimaneggiato	
Fustella, L e ϕ mm		Campione, L e ϕ , mm		Contenitore del Campione:	INOX FERRO PVC
Condizioni del materiale estruso dal campionatore:					Paraffinato
Buone	X	Mediocri		Cattive	
Rammollito		Strati Piegati		Rimaneggiato	

IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D2486/75)

Data Apertura Campione:	03/12/2018
Grana:	Fine
Consistenza:	0,81 kg/cm ² (media di 5 determinazioni con pocket penetrometer)
Grado di Plasticità:	-----
Struttura:	detritica
Colore:	dark grayish brown 2.5Y 4/2 (tav. Munsell)
Denominazione:	sabbia e limo debolmente ghiaioso-argillosa
Note:	-----

PROVE ESEGUITE

DESCRIZIONE VISIVA	X
DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	X
DETERMINAZIONE DEI LIMITI ED INDICI DI CONSISTENZA	
ANALISI GRANULOMETRICA CON VAGLI ASTM E DENSITOMETRIA	
ANALISI GRANULOMETRICA PER VIA UMIDA CON SOLI VAGLI ASTM	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATA-DRENATA	X
PROVA DI TAGLIO RESIDUO	
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA con sette fasi di carico	
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)	
PROVA TRIASSIALE (CD - CU - UU)	
PROVA DI PERMEABILITA' CON CELLA EDOMETRICA	

Io Sperimentatore
(dott. geol. Vito Carbone)



il Direttore del Laboratorio
(dott. ing. Michele Larocca)



Via Cesine, 23 - 82018 - S. Giorgio Del Sannio (BN)
Tel. Fax 0824337392 - P.I. 01209370624

C.C.I.A.A. n. 20774/2000
Cap. Soc. € 48.753,53

www.sanniotest.it | info@sanniotest.it

LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

verb. accett. n° T0705/18

certificato n° 0378T/18 del 07/12/2018

pag. 1 di 1

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

data prova: 05/12/2018

Contenuto d'Acqua
(ASTM D2216/80)

NATURALE

VALORI
MEDI

Contenitore, n.
Peso del contenitore, g
Peso lordo campione umido, g
Peso lordo campione secco, g
Peso netto campione umido, g
Peso netto campione secco, g
Peso dell'acqua, g
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W_n), %

2	7	8
21,20	21,17	21,42
121,54	128,19	93,61
101,43	106,03	79,27
100,34	107,02	72,19
80,23	84,86	57,85
20,11	22,16	14,34
25,07%	26,11%	24,79%

25,32%

Peso di Volume

Determinazione, n.
Peso Volumetro, g
Capacità Volumetro, cc
Peso Volumetro + Terra Umida, g
PESO di VOLUME NATURALE (γ_n), kN/mc
PESO di VOLUME SECCO (γ_d), kN/mc

1	2	3
65,45	65,45	65,45
72,00	72,00	72,00
197,62	194,31	196,39
18,36	17,90	18,19
14,65	14,28	14,51

18,15
14,48

Peso Specifico dei Grani (Gs)
(ASTM D854/79)

Passante al Vaglio # 10

Determinazione, n.
Peso Picnometro Vuoto, g
Peso Picnometro + Campione Secco, g
Peso Picnometro + Campione + H₂O a T di prova, g
Temperatura Pesate, °C
Peso Picnometro + H₂O a T di prova, g
Fattore di Correzione, k
PESO SPECIFICO dei GRANI (Gs) a 20°C, kN/mc

a	b
144,29	144,29
213,20	200,91
489,17	482,32
19,9	19,9
447,48	447,48
1,00	1,00
25,31	25,99

25,65

Grandezze Indici

INDICE dei VUOTI (e^*)
POROSITÀ' (n), %
GRADO di SATURAZIONE (S_r), %
PESO di VOLUME SATURO (γ_{sat}), kN/mc

0,77
43,55
84,2%
18,83

Io Spedimentatore
(dott. geol. Vito Carbone)

il Direttore del Laboratorio
(dott. ing. Michele Larocca)





Via Cesine, 23 - 82018 - S. Giorgio Del Sannio (BN)
Tel. Fax 0824337392 - P.I. 01209370624

C.C.I.A.A. n. 20774/2000
Cap. Soc. € 48.753,53

www.sanniotest.it | info@sanniotest.it

LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA - SOMMARIO

Cantiere	Costruz. di nuovi loculi e opere accessorie nel cimitero capoluogo di Bracciano		
Progetto	accett. N° T0705/18		
Numero Sondaggio	S1	Tipo provino	Indisturbato
Descrizione provino	certif. N° 0379T/18 del 07/12/2018		
Peso specifico dei grani	25.65 (Misurato)	Provini sottoposti a prova immerso	
Tipo macchina di taglio	Macchina di Taglio con Geodatalog		

CONDIZIONI INIZIALI	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Numero Campione	1	1	1
Profondità di prelievo (m)	7.5 - 8.0	7.5 - 8.0	7.5 - 8.0
Altezza (mm)	20.0	20.0	20.0
Larghezza (mm)	60.0	60.0	60.0
Sezione (mm²)	3600.0	3600.0	3600.0
Umidità (misura diretta) (%)			
Umidità (trimming) (%)	25	26	25
Densità secca (g)			
Densità umida (kN/m³)	18.36	17.90	18.19
Densità secca (kN/m³)			
Indice dei vuoti			
Grado di saturazione (%)			

FASE DI TAGLIO			
Velocità fase di taglio (mm/min)	0.006874	0.006609	0.006556
Condizioni a rottura (Resistenza al taglio massima)			
Pressione verticale (kPa)	50	99	150
Tensione di taglio (kPa)	35	73	104
Spostamento orizzontale (mm)	8.31	8.32	6.22
Def. verticale (mm)	0.332	0.916	1.010

CONDIZIONI FINALI			
Contenuto d'acqua (%)			
Densità umida (kN/m³)	0.00	0.00	0.00
Densità secca (kN/m³)			

Coesione (kPa)	2.1
Angolo di resistenza al taglio (°)	34.6

Commenti / variazioni delle procedure:





Via Cesino, 23 - 82018 - S. Giorgio Del Sannio (BN)
Tel. Fax 0824337392 - P.I. 01209370624

www.sanniotest.it | info@sanniotest.it

C.C.I.A.A. n. 20774/2000
Cap. Soc. € 48.753,53

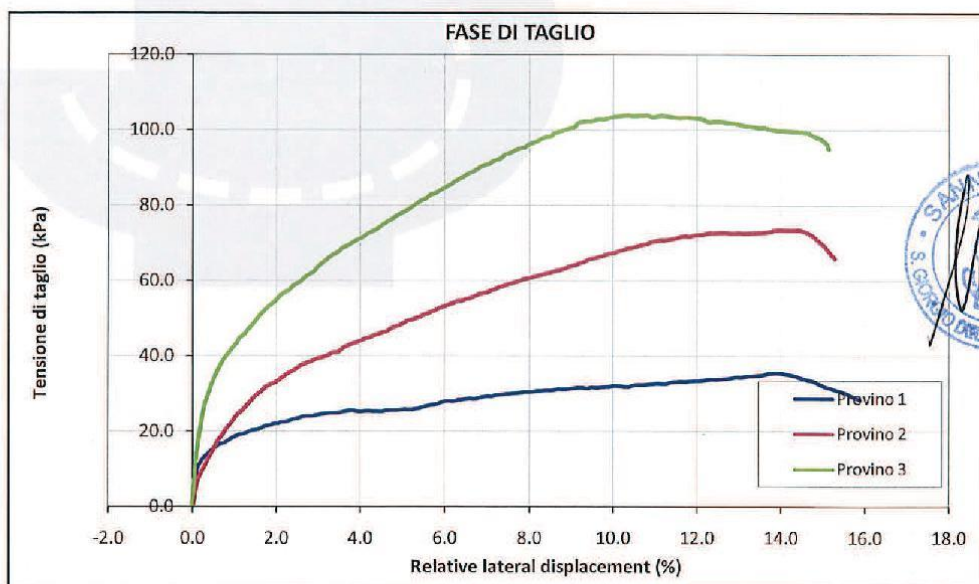
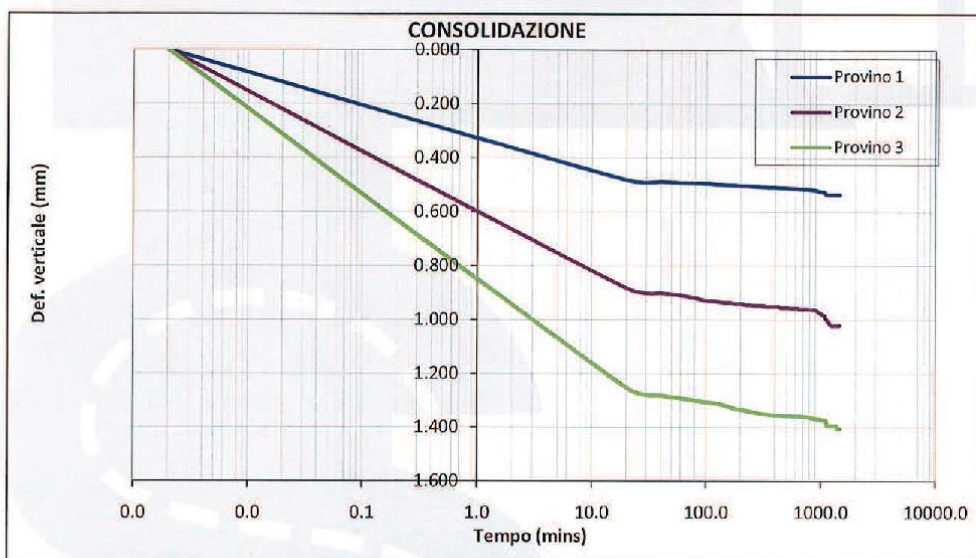
LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Costruz. di nuovi loculi e opere accessorie nel cimitero capoluogo di Bracciano		
Progetto	accett. N° T0705/18	Numero Campione	1, 1, 1
Numero Sondaggio	S1	Profondità di prelievo (m)	7,5 - 8,0, 7,5 - 8,0, 7,5 - 8,0





Via Cesine, 23 - 82018 - S. Giorgio Del Sannio (BN)
Tel. Fax 0824337392 - P.I. 01209370624

C.C.I.A.A. n. 20774/2000
Cap. Soc. € 48.753,53

www.sanniotest.it | info@sanniotest.it

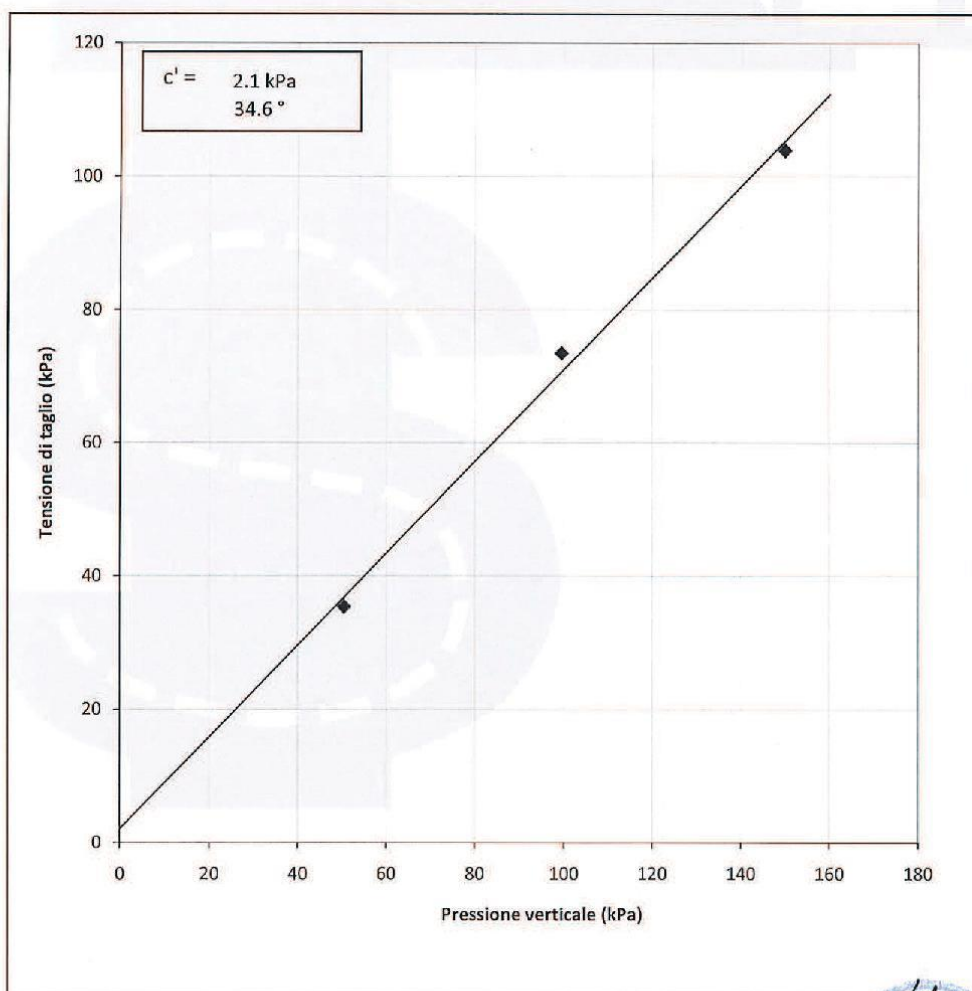
LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Costruz. di nuovi loculi e opere accessorie nel cimitero capoluogo di Bracciano		
Progetto	accett. N° T0705/18	Numero Campione	1, 1, 1
Numero Sondaggio	S1	Profondità di prelievo (m)	7.5 - 8.0, 7.5 - 8.0, 7.5 - 8



INDAGINI SISMICHE

SurfaceWave Analysis MASW – Re.Mi

Finalizzata alla definizione del profili verticale V_s e parametro V_{s30}

Committente:	Comune di Bracciano (RM)	data:	28/11/2018
Lavoro:	Prospezioni Geofisiche	quota terreno:	piano campagna
Località:	Via Udino Bombieri - Bracciano (RM) Coordinate: 42°6'22,85"N – 12°10'01" E.	quota falda:	non rilevata



Introduzione

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame sono state effettuate delle acquisizioni MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utile a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio), e un’acquisizione Re.Mi (refraction microtremor), caratterizzata dall’avere una sorgente passiva.

Lo stendimento sismico è stato costituito da 24 geofoni intervallati con una distanza di 1,00 m. e ricoprente una distanza di 26,00 metri. La sorgente energizzante, che nel caso di specie è costituita da una mazza di battuta di 8 Kg su una piastra in alluminio, è stata posta ad una estremità dello stendimento ad una distanza di 3,00 metri dal primo geofono. L’acquisizione è stata eseguita con tempi di registrazione pari a 2,048 sec e con un intervallo di campionamento pari a 250 μ s.

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in conformità delle norme tecniche per le costruzioni del D.M. 17 gennaio 2018.

La classificazione dei terreni è stata quindi ottenuta sulla base del valore della $V_{s,eq}$ (velocità delle onde di taglio equivalente) definita dalla relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

In cui V_{s_i} e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell’i-esimo strato.

“ H ” rappresenta la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s.

Poiché nel caso di specie un substrato con tali caratteristiche di rigidità non è stato individuato nei primi 30 metri di profondità, il valore di H assumerà il valore di 30 metri, per cui la relazione di riferimento sarà:

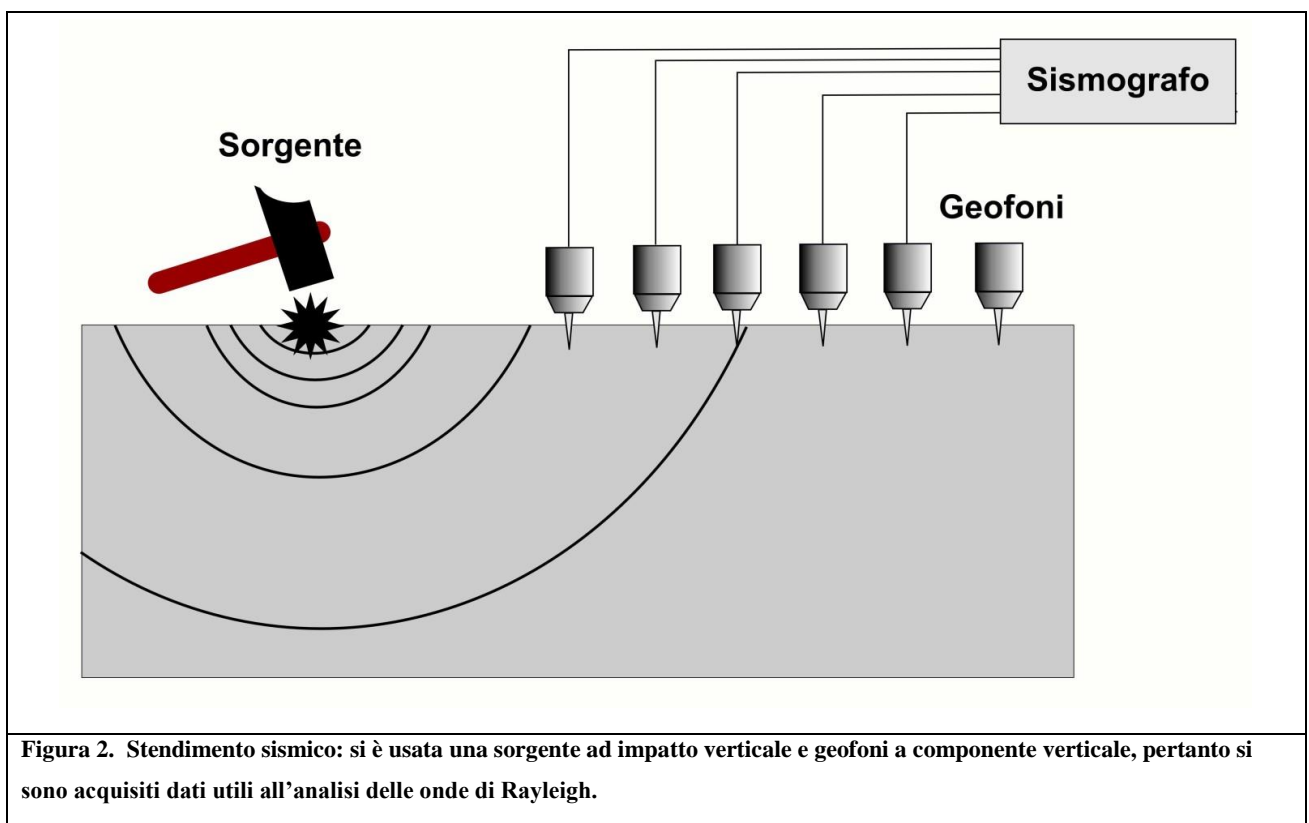
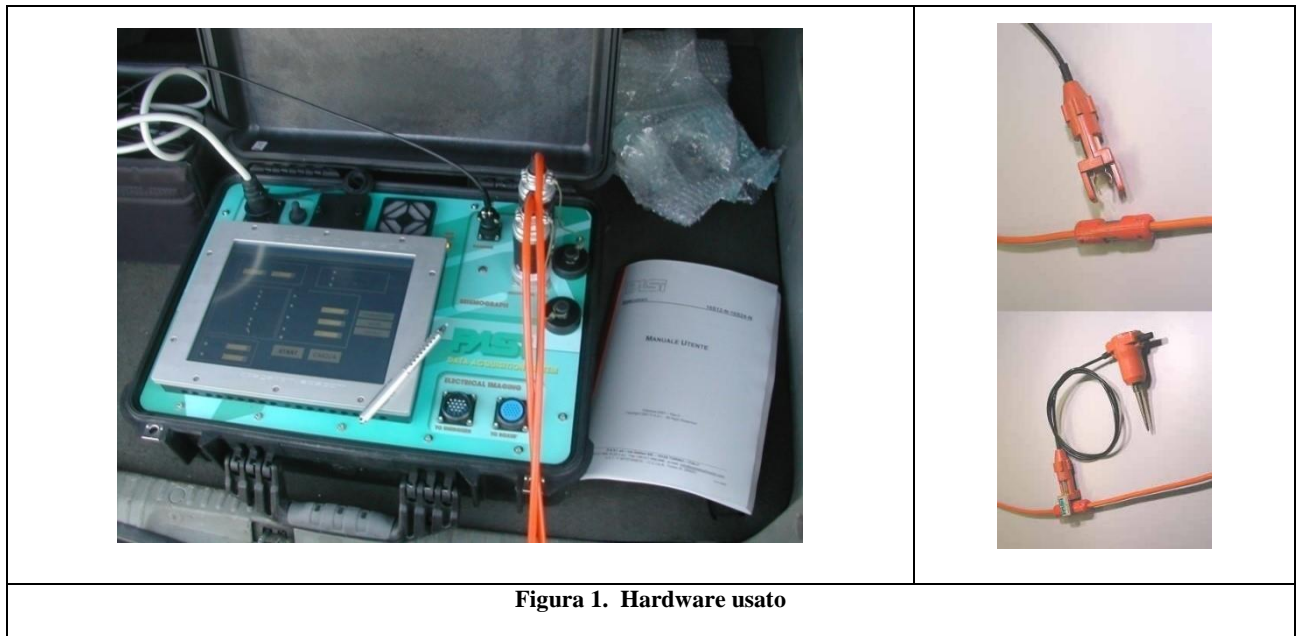
$$V_{s,eq} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Acquisizione ed elaborazione dati

Strumentazione impiegata

❖ Hardware

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (mod. **16S24-N**) prodotto dalla P.A.S.I S.r.l. collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.



❖ Software

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software winMASW 4.2 Pro (www.eliosoft.it).

I dati MASW sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).

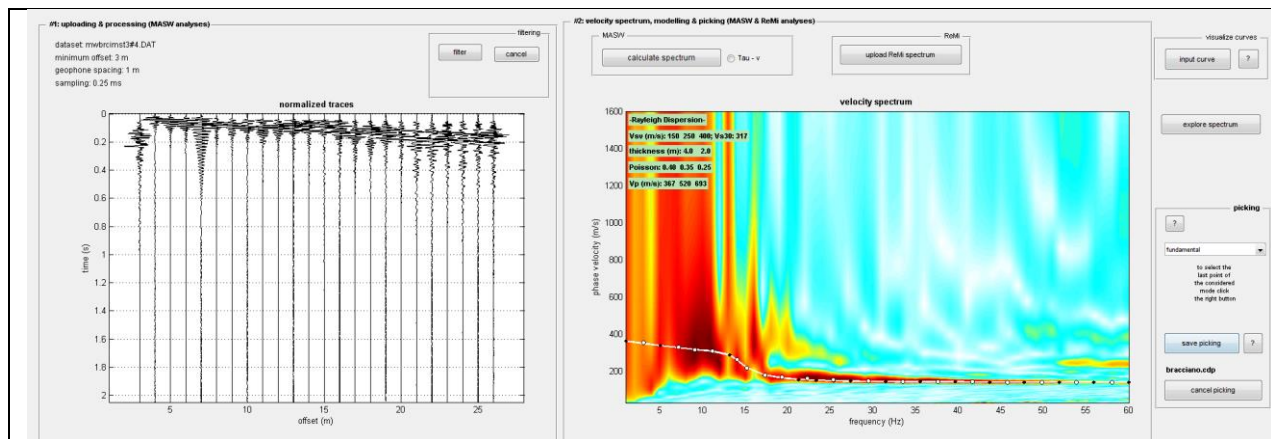


Figura 3. Sulla sinistra i dati di campagna e sulla destra lo spettro di velocità calcolato

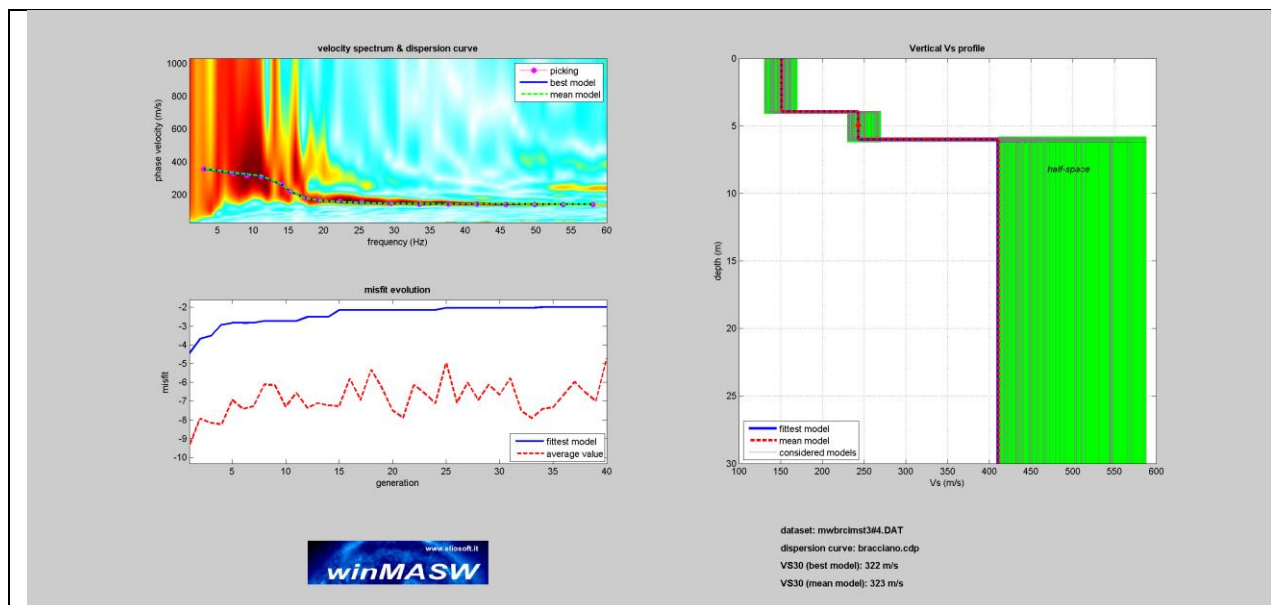


Figura 4. Risultati dell’inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati MASW. In alto a sinistra: curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall’inversione. Sulla destra il profilo verticale V_s identificato (vedi anche Tabella 1) (modello “migliore” e medio sono tipicamente analoghi). In basso a sinistra l’evolversi del modello al passare delle “generazioni” (l’algoritmo utilizzato per l’inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).

Spessore (m)	V_s (m/s)	V_p * (m/s)	Densità* (gr/cm ³)	Modulo di Taglio (Mpa)
4.0	151	367	1.81	41
2.0	243	501	1.89	111
Semi-spazio	411	716	1.97	333

Tab. 1 Modello del sottosuolo individuato

Spessore (m)	Lamè* (MPa)	Modulo di Compressibilità* (MPa)	Poisson*
4.0	161	189	0.40
2.0	251	325	0.35
Semi-spazio	345	567	0.25

Tab. 2 Modello del sottosuolo individuato

Per quanto detto nell'introduzione, la velocità delle onde di taglio equivalente ($V_{s,eq}$) sarà riferita a 30 metri di profondità. Tale parametro calcolato alla quota del p.c. e a 2,50 m. di profondità da esso risulta rispettivamente:

$$V_{seq} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} = 322 \text{ m/s} \quad \text{rispetto al p.c.}$$

$$V_{seq} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} = 363 \text{ m/s} \quad \text{2,50 m. dal p.c.}$$

Il periodo proprio di sito (si ricordi che la frequenza di risonanza f è l'inverso del periodo T) è indicato dalle seguenti formule:

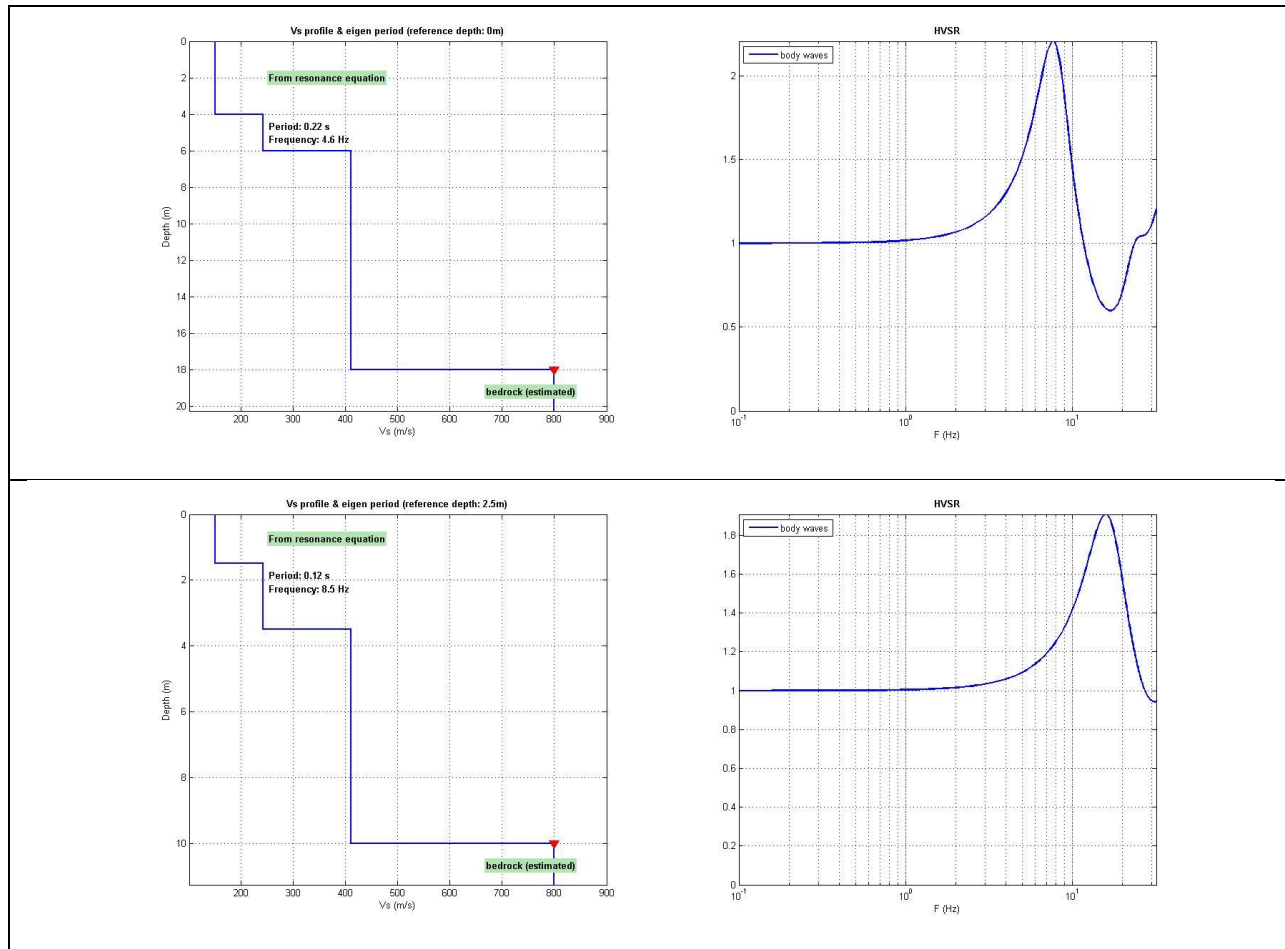
$$T_0 = \frac{4H}{V_s} = 0,22 \text{ sec} \quad f_0 = \frac{1}{T_0} = 4,6 \text{ Hz}$$

$$T_{2,5} = \frac{4H}{V_s} = 0,12 \text{ sec} \quad f_{2,5} = \frac{1}{T_{2,5}} = 8,5 \text{ Hz}$$

dove:

$V_s = V_s$ media sino al bedrock.

H = spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock (cosa sia da considerare bedrock è argomento complesso ma possiamo sintetizzare la cosa dicendo che è un orizzonte con forte contrasto di V_s scheda origine ad un picco dell' H/V).



Le formule per esprimere i moduli in funzione di V_s, V_p e densità ρ :

Modulo di Poisson (adimensionale) = $(V_p^2 - 2 V_s^2) / [2(V_p^2 - V_s^2)]$

Modulo di Taglio (in Pa) = ρV_s^2

Modulo di Lamé I (in Pa) = $\rho V_s^2 (K^2 - 2)$

Modulo di Compressione (in Pa) = $\rho V_s^2 (K^2 - 4/3)$

dove:

$K = V_p/V_s$ (adimensionale)

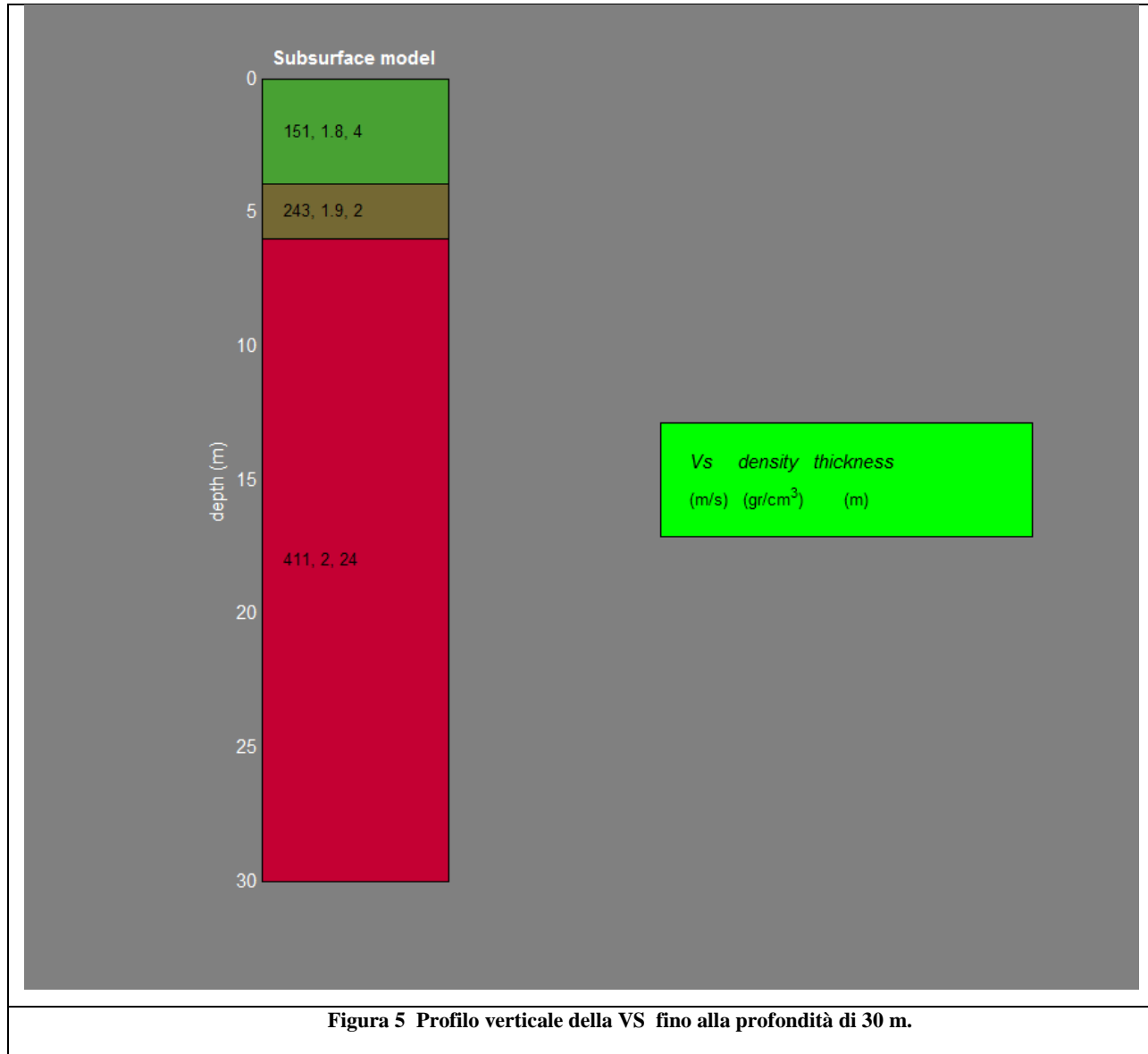
ρ = densità (Kg/m³)

V_s e V_p = velocità onde di taglio e compressionali in m/s

Chiaramente per convertire valori espressi in Pascal (Pa) in valori in MegaPascal (MPa) è sufficiente dividere il numero per 10⁶ (Mega = 1 milione)

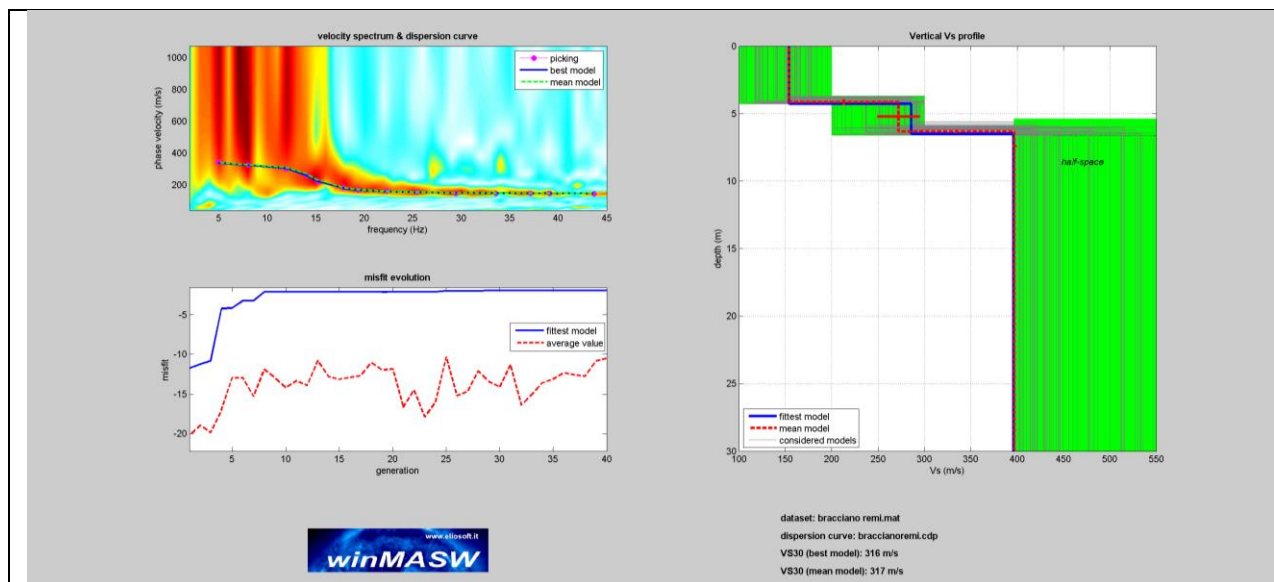
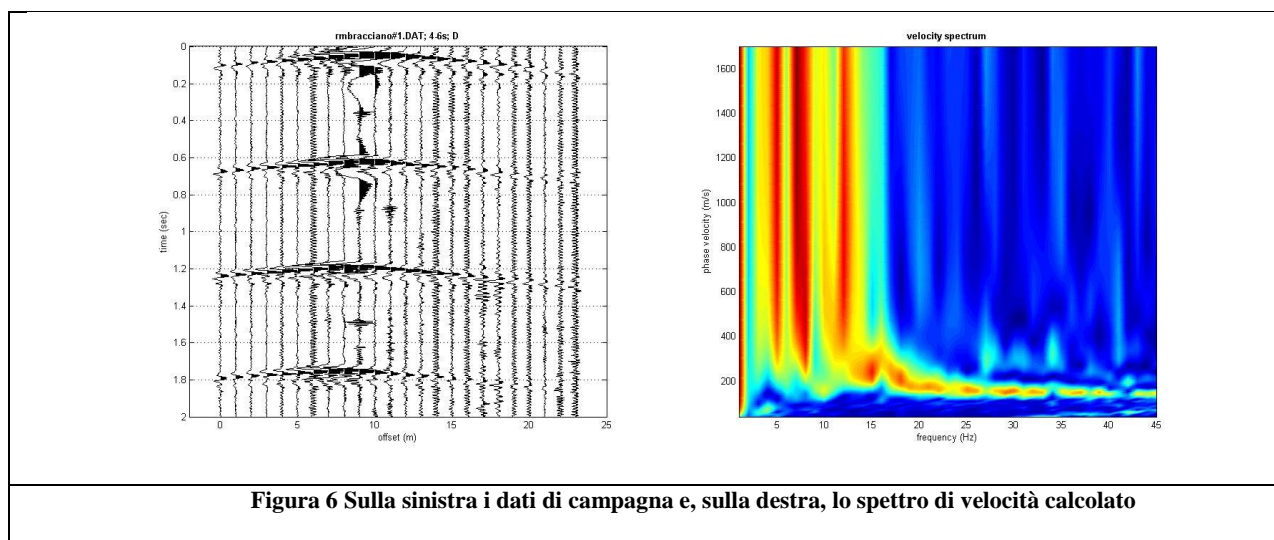
Attenzione: * è importante chiarire che i valori di V_p e della densità non possono essere fornite solidamente attraverso l'analisi delle onde superficiali. Infatti, la dispersione delle

onde superficiali dipendono in massima parte dalle V_s e dagli spessori degli strati e non da V_p e dalla densità verso i quali, pertanto, è possibile avere solo delle indicazioni di massima.



Re.Mi

Si è effettuata, come detto nell'introduzione, un'acquisizione Re.Mi (sorgente passiva) che, dall'analisi del modo fondamentale delle onde di Rayleigh come per l'acquisizione con sorgente attiva, ci restituisce una serie di dati che saranno strumento di controllo con l'elaborazione dell'indagine MASW. Per l'effettuazione della Re.Mi si è utilizzato lo stesso stendimento di 24 geofoni a 4.5 Hz, cambiando l'intervallo di campionamento di 125 μ s. e la lunghezza della registrazione pari a 0,256 sec.



Conclusioni

L’analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva e passiva (MASW e Re.Mi) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s , del modulo di taglio e del parametro $V_{s,eq}$. Quest’ultimo, ottenuto mediante analisi MASW, risulta pari a **322 m/s** rispetto al piano campagna riferito al piano dello stendimento sismico e a **363 m/s** rispetto ad una profondità dal p.c. di 2.50 m. Tali risultati sono confermati dall’analisi Re.Mi..

Rispetto al p.c., risulta inoltre una frequenza propria di sito pari a 4,6 Hz..

In virtù delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) il terreno del sito in esame rispetto al piano campagna rientrerà nella **categoria C** (“*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*”).

Per profondità uguali o maggiori di 2,50 m. dal p.c., il sito in esame, potrà essere considerato di **categoria B** poiché la $V_{s,eq}$ a tale profondità è maggiore di 360 m/s.

Afragola, dicembre 2018

dott. geol. Giuseppe De Luca

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1



Prelievo campione C1



CAROTAGGIO CONTINUO S1



PROVE PENETROMETRICHE DPSH



STENDIMENTO SISMICO M1-M2 MASW – RE.MI