



COMUNE DI MONSUMMANO TERME

PROVINCIA DI PISTOIA

Complesso immobiliare “Quercia Matta”
Variante al piano attuativo P.I.U. con relativo P.A.P.M.A.A.
approvati con Deliberazione della Giunta Comunale n.84/2010e successiva
variante approvata con Deliberazione di C.C. n.23 del 10/04/2019

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

Committente:	JOSU 1818 Srl
Progettisti:	Dott. Ing. Andrea Puggelli (Studio Tecnico Edilprogetti – Prato)
Rilievi e analisi:	Dott. Geol. Leonardo Moretti

OTTOBRE 2024

SOMMARIO

PREMESSA.....	1
1. INQUADRAMENTO NORMATIVO	1
2. LA PIANIFICAZIONE COMUNALE	5
3. DATI DI PROGETTO	6
4. GLI ELABORATI GEOLOGICI DELLA VARIANTE AL PIU	10
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	11
Premessa.....	11
5.1 Inquadramento geologico.....	11
5.2 Inquadramento geomorfologico.....	12
6. IL REPERTORIO DELLE PROSPEZIONI GEOGNOSTICHE.....	16
7. LE PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA DEL P.S. ADOTTATO	17
8. FATTIBILITÀ PER FATTORI GEOLOGICI, SISMICI E IDRAULICI	25
8.1 Le fattibilità del Piano Operativo adottato	25
8.2 Considerazioni di fattibilità della variante al PIU	26
9. TUTELA DEL RETICOLO IDROGRAFICO SUPERFICIALE. INVARIANZA IDRAULICA ..	28
10. PRESCRIZIONI PER L'ATTUAZIONE DELLA VARIANTE.....	28
CONCLUSIONI.....	28

Allegati alla Relazione Geologica di Fattibilità:

Allegato 1 Diagrammi delle prove penetrometriche D.P.S.H.

Allegato 2 Indagine geofisica MASW

PREMESSA

La presente relazione, definisce le condizioni di pericolosità e di fattibilità per fattori geomorfologici, sismici e idraulici degli interventi previsti nell'ambito della Variante al Piano Attuativo P.I.U. con relativo P.A.P.M.A.A. approvati con Deliberazione della Giunta Comunale n.84/2010 e successiva variante approvata con Deliberazione di Consiglio Comunale n.23 del 10/04/2019 - Complesso Immobiliare "Querciamatta" in Via dei Brogi 1216 in comune di Monsummano Terme. Il piano urbanistico si colloca nella porzione collinare est del territorio comunale (vedi Fig.1 Corografia).

L'incarico per la redazione degli elaborati di piano è stato conferito dalla Società JOSU 1818 Srl con sede in _____, il team di progettazione è stato coordinato dal _____.

La Relazione Geologica di Fattibilità descrive condizioni delle pericolosità geologiche, sismiche e idrauliche come indicate dal Piano Operativo comunale attualmente allo stato di adozione; queste condizioni sono diverse da quelle definite nel precedente Regolamento Urbanistico.

1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Viene fatto riferimento al seguente contesto normativo:

Legge Regionale n. 65 del 10/11/2014 (Norme per il Governo del Territorio); con riferimenti all'Art. 104 (Pericolosità idrogeologica e sismica e misure di mitigazione dei rischi. Regolamento).

D.P.G.R. N. 5R del 30/01/2020 Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

DPCM 26/10/2016 Piano Gestione Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, approvazione (Gazzetta Ufficiale n.28 del 3 febbraio 2017).

Legge Regionale n.41 del 24/07/2018. Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla L.R.65/2014.

D.M del 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

D.P.G.R. n. 1R del 19/01/2022 Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014 n. 65 (Norme per il governo del territorio) . Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico; (Bollettino Ufficiale n. 6, par t e prima, del 21/01/2022).

D.P.C.M. 7 giugno 2023 Approvazione del secondo aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque 2021-2027, dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale, ai sensi della direttiva 2000/60/CE.

D. P.G.R. Toscana 16/08/2016, n. 61/R Regolamento di attuazione dell'articolo 11 commi 1 e 2 della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 (norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri) recante disposizioni per l'utilizzo razionale della risorsa idrica e per la disciplina dei procedimenti di rilascio dei titoli concessori e autorizzatori per l'uso di acqua. Modifiche al d.p.g.r. 51/R/2015.

Progetto di PAI "Dissesti Geomorfologici": nella seduta della Conferenza Istituzionale Permanente (CIP) del 28 marzo 2024 è stato adottato in via definitiva il PAI dissesti e le relative misure di

salvaguardia. Con la pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale n.82 dell' 8 aprile 2024 dell'avviso di adozione del PAI e delle misure di salvaguardia quest'ultime diventano pienamente vigenti.

In questa relazione e negli allegati si tiene inoltre conto delle disposizioni geologiche del Piano Operativo del comune di Monsummano Terme adottato con delibera Consiglio Comunale n. 58 del 30/11/2023 coordinato con la deliberazione Consiglio Comunale n.7 del 09/04/2024.

Infine si sono considerati gli elaborati geologici facenti parte di precedenti fasi progettuali riguardanti gli stessi territori e la stessa proprietà.

Figura 1. Corografia scala 1:25.000.

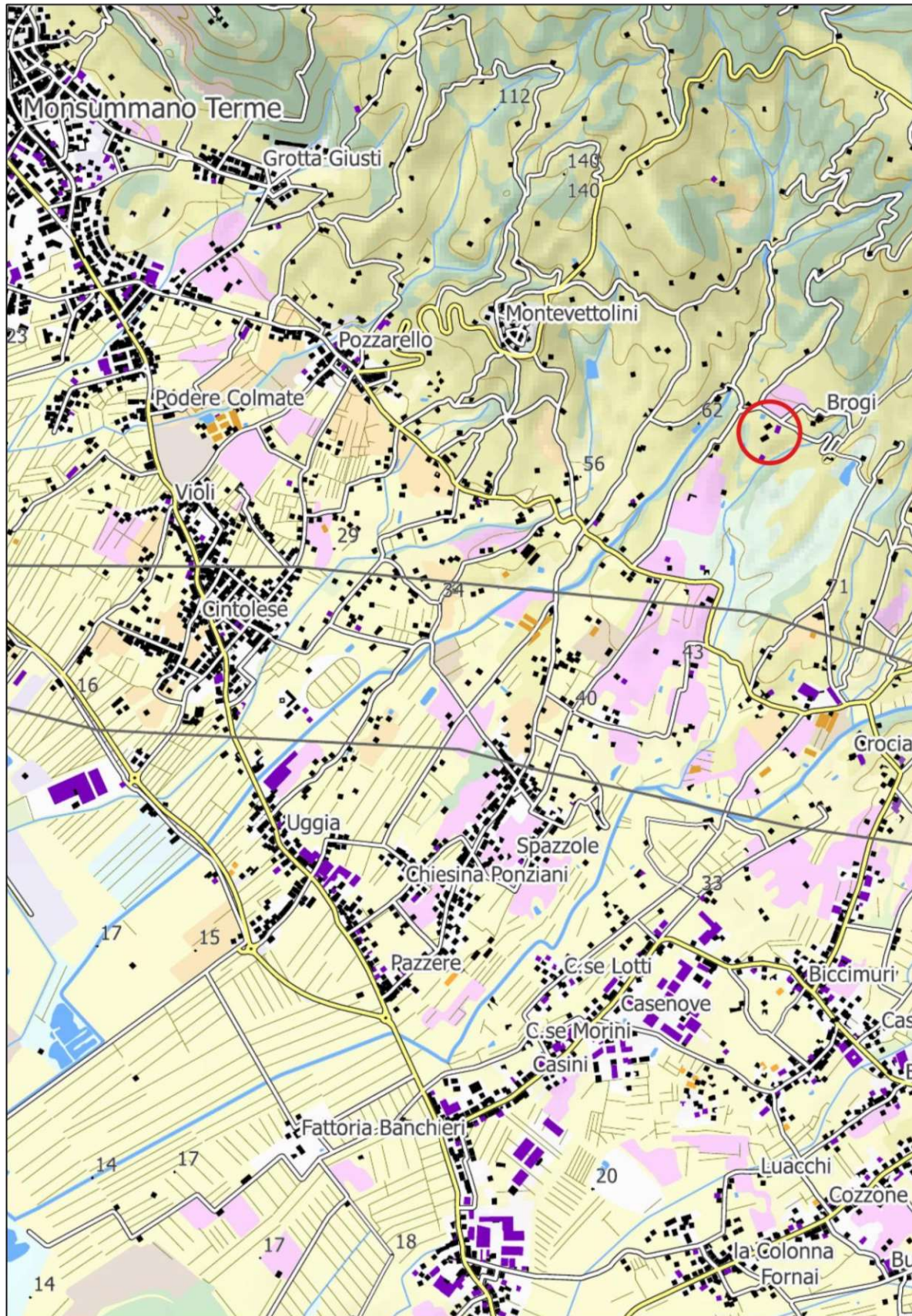


Figura 2. Inquadramento nel territorio delle area di piano.



2. LA PIANIFICAZIONE COMUNALE

Il Comune di Monsummano Terme è dotato di Piano Strutturale (Variante generale), approvato con Del. C.C. n.10 del 05/03/2015; con la medesima deliberazione è stata inoltre approvata la Variante generale al Regolamento Urbanisco, alla quale sono seguite:

- Variante n.1 al Regolamento Urbanis+co, approvata con Del. C.C. n.43 del 18/05/2016, Onalizzata all'adeguamento delle NTA al DPGR 64R/2013;
- Variante Sempli0cata al R.U., approvata con Del. C.C. n.18 del 10/04/2019, Onalizzata al potenziamento delle a4vità economiche e alla quali0cazione dei servizi e delle arezzature di interesse comune;
- Deliberazione diversa des+nazione parte terminale di Via Sa> (da viabilità pubblica a verde privato) approvata con Determinazione n. 132 del 29/03/2021 in assenza di osservazioni;
- Lavori di completamento Via Fratelli Rosselli e contestuale Adozione di Variante al Regolamento Urbanistico ai sensi dell'art. 34 della L.R. 65/2014 approvazione progeo e contestuale adozione variante RU con Del. G.C. n.9 del 12/04/2022;
- Delibera re40ca errori materiali alla classi0cazione di due fabbrica+ con Del. C.C. n.81 del 21/12/2021.

Il comune di Monsummano Terme ha ritenuto opportuno intraprendere l'iter procedurale per la formazione del nuovo Piano Strutturale e del Piano Operativo pertanto con Del. G.C. n.115 del 19/09/2019 sono stati approvati gli "Obiettivi per la formazione del nuovo Piano Strutturale e del Piano Operativo; con Del G.C. n 156 del 27/11/2019 è stato dato avvio alla formazione del nuovo Piano Operativo.

Il nuovo Piano Strutturale è stato adottato con delibera Consiglio Comunale n. 58 del 30/11/2023; il Piano Operativo è stato adottato con delibera Consiglio Comunale n. 58 del 30/11/2023 coordinato con la deliberazione Consiglio Comunale n.7 del 09/04/2024.

In questa relazione si fa riferimento, a livello prescrittivo, ai documenti e alle norme dei due Piani Urbanistici adottati.

3. DATI DI PROGETTO

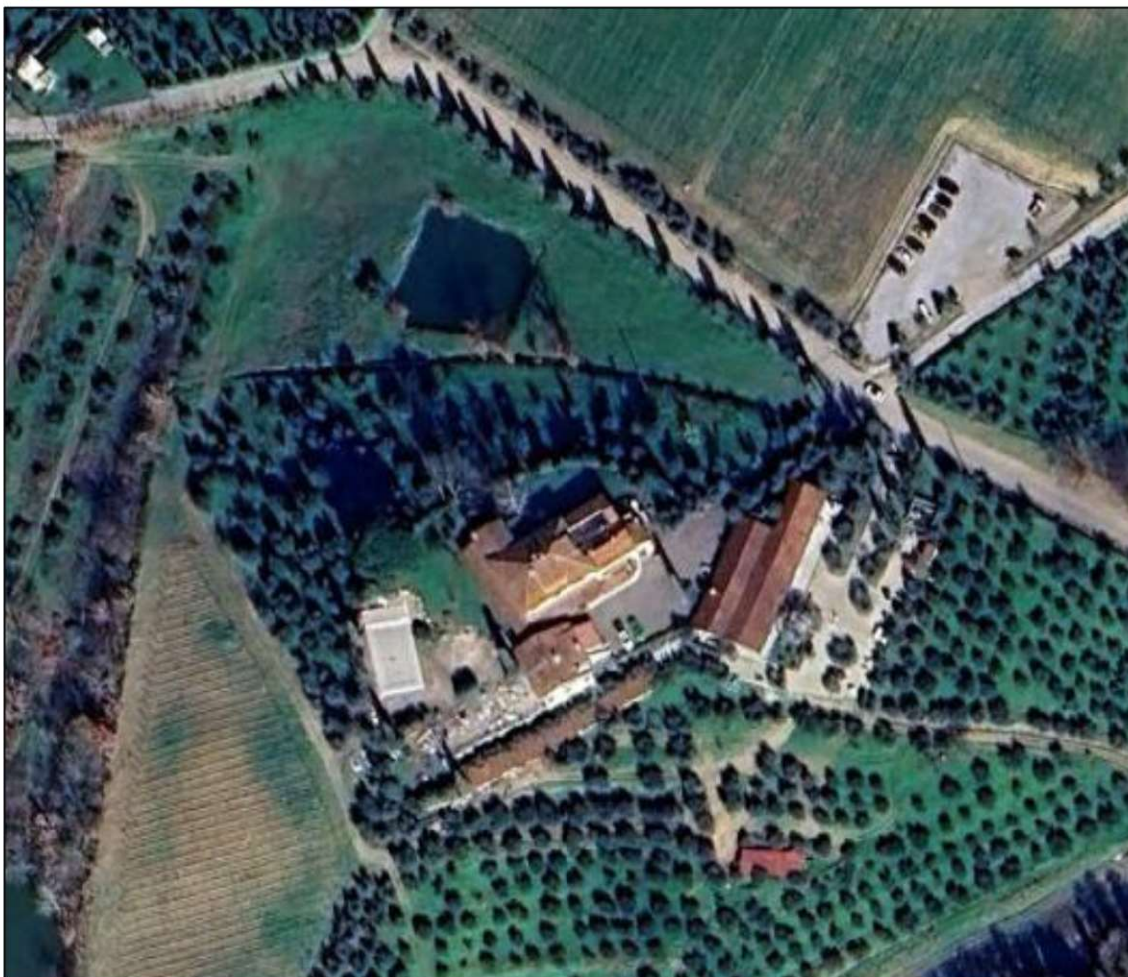
Questa variante al PIU approvato, di significativo per gli aspetti geologici, prevede la rinuncia alla realizzazione dell'edificio indicato con la lettera "E" e il recupero delle superficie e dei volumi a suo tempo concessi presso l'area indicata come **"Edificio B"**.

Questa porzione dalla proprietà era stata per diverso tempo già occupata da un precedente edificio poi demolito nel 2019.

In sostanza, quindi si intende ritornare, in parte per questa area, alle condizioni edificate di impegno del suolo del 2018.

Nella figura seguente si descrivono le condizioni attuali.

Figura 3. Le condizioni attuali dell'area.



Nella figura seguente si riporta l'elaborato di progetto di variante descrivente lo stato di fatto al 2024.

Figura 4. Planimetria generale stato di fatto al 2024.

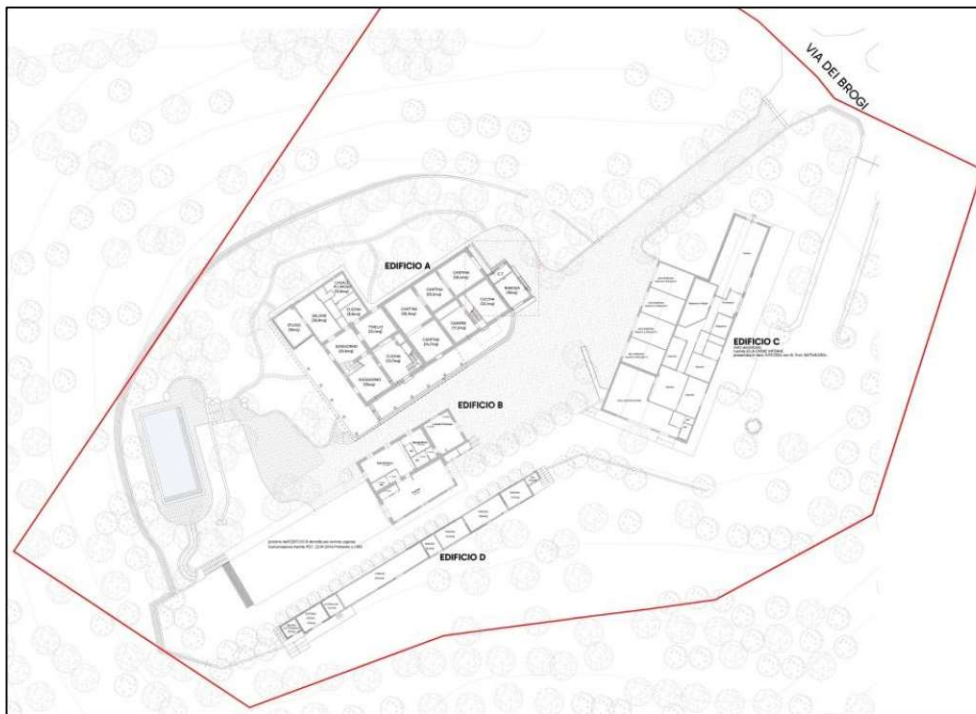


Figura 5. Le condizioni dell'area nel 2018.



Nella figura seguente si descrivono con maggiore dettaglio le aree di pianificazione

Figura 6. Planimetria stato di autorizzato con PIU approvato r1.

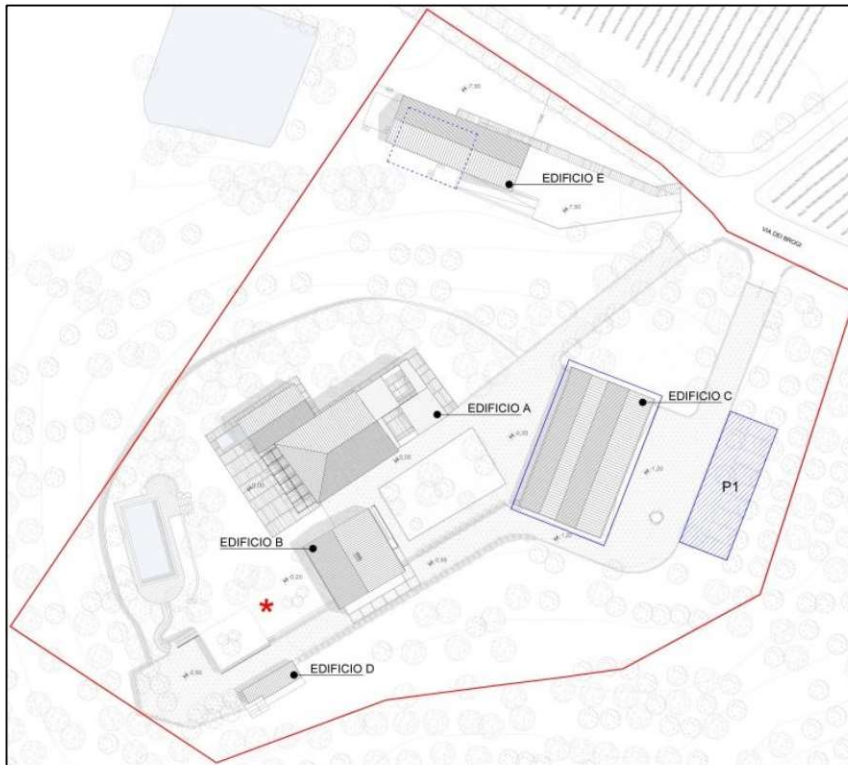


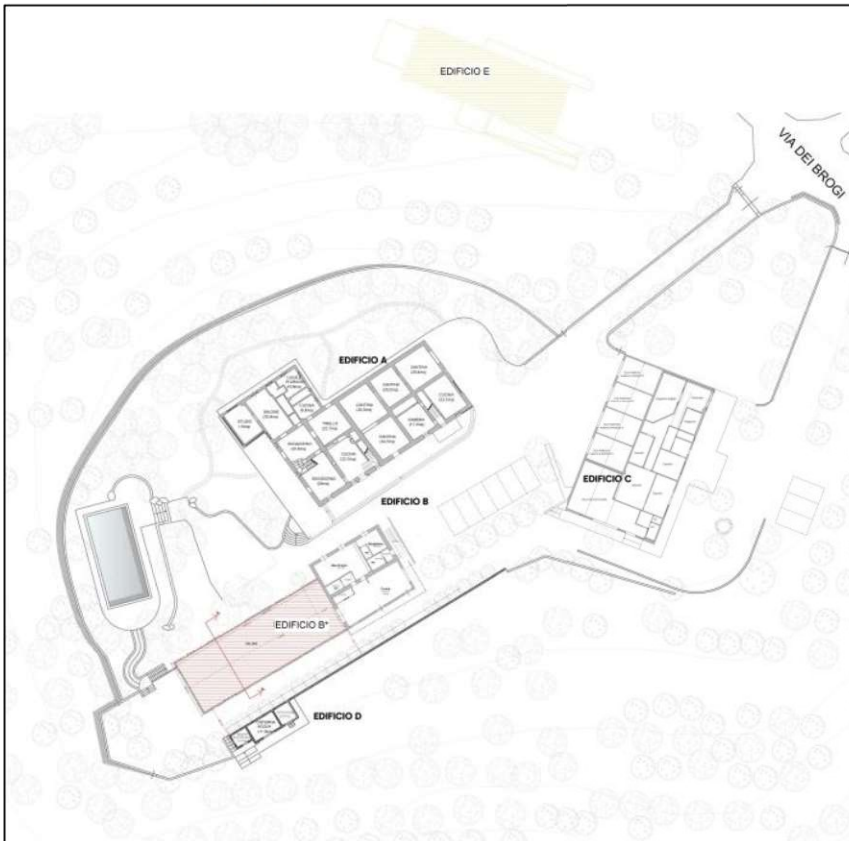
Figura 7. Planimetria generale stato di progetto Variante 2024.



Figura 8. Stato sovrapposto planimetria generale variante PIU autorizzato.



Figura 9. Stato sovrapposto.



4. GLI ELABORATI GEOLOGICI DELLA VARIANTE AL PIU

Per la definizione delle pericolosità e fattibilità per fattori geologici, sismici e idraulici delle aree di variante, si sono redatti i seguenti elaborati:

Relazione Geologica di fattibilità (con carte geologiche di base e di sintesi)

Allegati: Repertorio delle prospezioni geognostiche

Allegato 1 Diagrammi delle prove penetrometriche D.P.S.H.

Allegato 2 Indagine geofisica MASW

Gli allegati alla Relazione Geologica di fattibilità descrivono le indagini e prospezioni geognostiche che si sono effettuate in occasione della precedente fase pianificatoria e di un intervento di consolidamento realizzato nell'ambito del PIU approvato; in particolare si tratta di due relazioni geologiche:

1. Proposta di variante al p.i.u. con relativo P.A.P.M.A.A. approvati con D.G.M n.84 del 29/04/2010 - Località Quercia Matta.
2. Studio geologico e parametrizzazione geotecnica dei terreni eseguiti a supporto alla SCIA per demolizione e realizzazione di muro di sostegno e realizzazione di scannafosso posto in località Quercia Matta, nel comune di Monsummano Terme.

Le prospezioni utilizzate sono descritte nella figura delle pagine seguenti.

Si tratta di n. cinque prove penetrometriche dinamiche tipo D.P.S.H. (o DPM) e di una indagine geofisica MASW, In particolare le prove del 2019 sono state eseguite a supporto del progetto di un muro di contenimento le altre prove del 2018 a supporto del PIU approvato.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Premessa

Questi aspetti vengono descritti nelle figure delle pagine seguenti; a tal proposito si fa notare che la Carta geomorfologica del Piano Strutturale adottato, dalla quale deriva la relativa Carta della pericolosità geologica, è meno dettagliata di quella elaborata a supporto del PIU approvato, e come vedremo anche la Carta di pericolosità geologica è diversa e meno curata di quella del Regolamento Urbanistico allora vigente.

5.1 Inquadramento geologico

Nel territorio del comune di Monsummano e più in generale nel bacino idrografico del Torrente Nievole, è possibile individuare terreni appartenenti a diverse unità tettoniche. Partendo dai domini paleogeograficamente più interni e seguendo la schematizzazione proposta da Bortolotti (1992; Appennino Tosco-Emiliano, Guide Geologiche Regionali n. 4), si distinguono:

- **SUPERGRUPPO DELLA CALVANA** (Dominio Ligure esterno)
- **FALDA TOSCANA** (Serie Toscana non metamorfica, Dominio Toscano)

Di seguito si descrivono le unità litostratigrafiche costituenti le varie unità tettoniche limitatamente all'area di indagine.

SUPERGRUPPO DELLA CALVANA

Si tratta di una sequenza composta da un Complesso di base, formato prevalentemente da argilliti molto tettonizzate (Argille a Palombini, Complesso caotico), e da un sovrastante Flysch ad Elmintoidi, formato da una sequenza torbiditica calcareo marnosa (Formazione di Monte Morello o Alberese). Questa unità affiora estesamente fra Serravalle e il Colle di Monsummano.

Complesso di base (sinonimi: "Argille a Palombini", "Argille scagliose" p.p., "Complesso caotico" p.p., "Complesso indifferenziato caotico" p.p., ecc.): formazione costituita dall'alternanza irregolare di argille ed argilliti nerastre, fissili e di strati di calcilutiti e calcilutiti silicee grigie, risedimentate, in strati di spessore verticalmente variabile da 20 cm ad oltre il metro. L'età delle Argille a Palombini è Cretaceo inf. - Santoniano.

Formazione di Monte Morello (sinonimi: "Alberese"): si tratta di un'unità torbiditica, costituita da prevalenti calcari marnosi e marne calcaree, biancastri o giallastri, in grossi banchi, raramente con sottili livelli basali calcarenitici. Questi banchi sono separati da zone di fitte alternanze di arenarie calcarifere grigio-brune e argilliti; queste intercalazioni diminuiscono di spessore salendo nella sequenza. Lo spessore massimo si aggira su 700-800 m; l'età è Paleocene - Eocene medio-inferiore.

DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI E ALLUVIONALI

Fra i depositi che riempiono il bacino di Lucca - Valdinievole è possibile distinguere alcuni tipi aventi età diversa; partendo dai più antichi si ha:

Conglomerati e ciottoli di macigno e sabbie: si identificano in una fascia a contatto diretto con le arenarie e sono caratteristici di un deposito continentale (fluvio- lacustre) costituito da ciottoli e blocchi arrotondati di arenaria in matrice sabbiosa, debolmente cementati. I ciottoli sono spesso alterati. L'età è il Villafranchiano.

Argille grigie, argille sabbiose e sabbie di ambiente lacustre: argille grigie di origine continentale, ricche spesso di resti vegetali, argille torbose scure, argille sabbiose e sabbie. Al contatto con la formazione inferiore dei conglomerati, i terreni sabbiosi prevalgono sulle argille; sono presenti livelli

di ciottoli ed elementi di macigno e di calcari provenienti dalle formazioni di tipo toscano. L'età è il Villafranchiano. Al tetto delle formazioni sopra elencate vi sono, in forma di coltri superficiali di spessore variabile, quei depositi la cui origine può essere attribuita al Quaternario e così suddivisibili:

Alluvioni terrazzate: si tratta di depositi alluvionali, dovuti ad una successione alterna di erosione e sedimentazione ad opera dei corsi d'acqua principali; si trovano generalmente sui fianchi delle valli o sui deboli crinali al tetto delle formazioni villafranchiane, in posizione elevata rispetto al letto attuale dei corsi d'acqua.

Alluvioni recenti e attuali: sabbie più o meno limose, argillose e ghiaiose, costituenti i sedimenti più recenti dei corsi d'acqua che defluiscono attraverso la pianura della Valdinievole.

Detriti e terreni di copertura: sono coltri di materiale incoerente prodotto dalla degradazione delle rocce sottostanti, o dal lento accumulo di materiale di disfacimento dilavato dagli agenti atmosferici, oppure si tratta di accumuli di frana o paleofrana.

Più in particolare l'area interessata dagli edifici attuali e del nuovo Edificio B* si colloca sui terreni delle argille scagliose SIL (Formazione di Sillano). L'area interessata dall'Edificio E, non più previsto, alla base del rilievo di Quercia Matta presso una coltre di depositi fluvio lacustri di modesto spessore. Questa coltre mista detritico - alluvionale "maschera" il passaggio stratigrafico con la Scaglia Toscana.

5.2 Inquadramento geomorfologico

Gli interventi previsti nell'ambito di questa variante al PIU interessano due diversi ambiti geomorfologici:

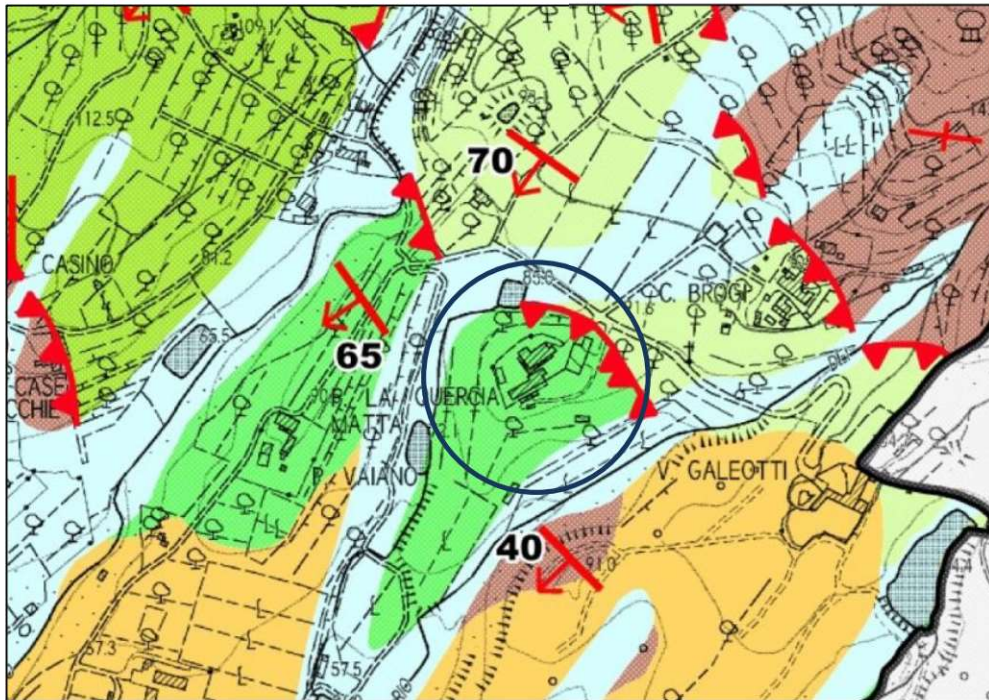
1. Gli edifici esistenti oggetto, nel PIU approvato, di significative modifiche, si trovano presso un rilievo collinare alle quota di circa 97 m. s.m.m. data la morfologia pressoché pianeggiante gli edifici A ,B, C si trovano in condizioni stabili. Le modifiche effettuate sull'edificio D e le opere conseguenti hanno considerato la stabilità delle scarpate situate presso il fianco sud.
2. L'**Edificio B*** verrà realizzato nell'area che ospitava un precedente edificio demolito nell'ambito del PIU approvato.
3. L'**Edificio E** raffigurato nei documenti del PIU approvato, non sarà più realizzato; si sarebbe trovato in condizioni di "fondovalle" sub pianeggianti. Molto probabilmente l'area ha subito modifiche morfologiche per gli usi agricoli che vi si sono svolti in passato. L'area è prospiciente ad un laghetto probabilmente utilizzato ai fini agricoli, almeno sino a quando è stato alimentato da una falda.

In definitiva l'area oggetto di pianificazione, in particolare la costruzione dell'**Edificio B***, **secondo i nostri rilievi**, non appare interessata da fenomeni gravitativi e di instabilità significativi limitanti la sua attuazione; ma questa condizione deve essere rivalutata in quanto, come esposto nelle pagine seguenti, **il Piano Strutturale adottato nella carta di Pericolosità Geologica definisce l'area come caratterizzata da terreni scadenti, quindi in pericolosità elevata.**








La Carta geomorfologica che si propone in questa relazione riporta temi modificati rispetto ai corrispondenti elaborati del Piano Strutturale vigente e di quello adottato; questa condizione è dovuta essenzialmente alla maggiore scala di dettaglio delle indagini che hanno rilevato condizioni non descritte negli studi alla scala 1:10.000 estesi a tutto il territorio comunale in occasione dei due P.S.

Di seguito si riportano stralci delle carte geologiche di base del Piano Strutturale adottato.

Figura 10. La Carta geologica del Piano Strutturale adottato.



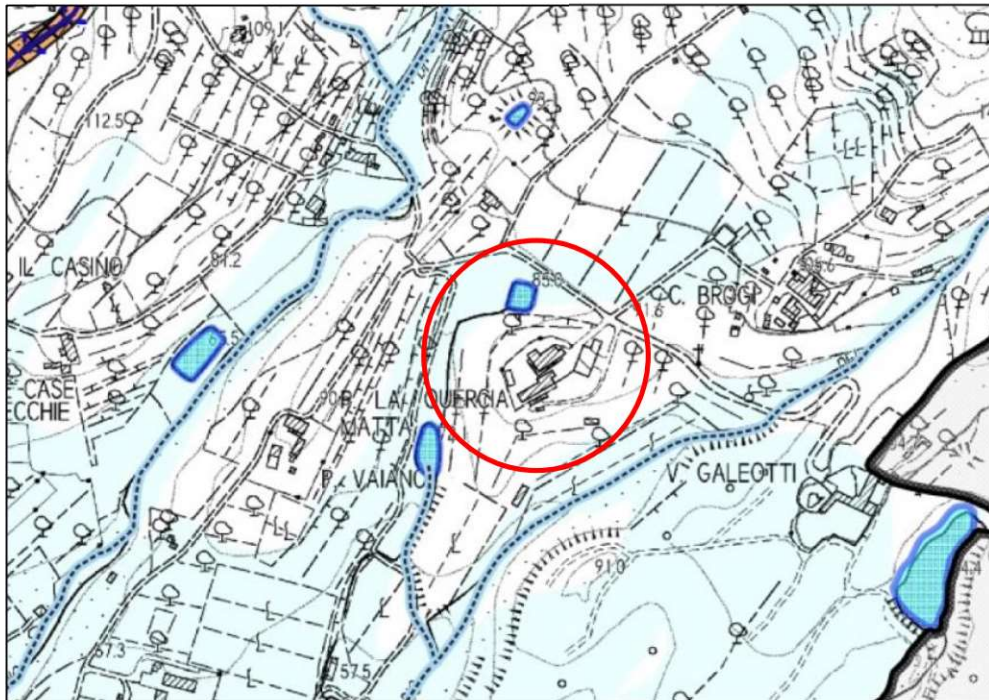
Depositi di copertura (Olocene/Quaternario)

-  **Corpo di frana**
Accumuli gravitativi con materiale di pezzatura e composizione variabili in funzione del substrato roccioso su cui si sono impostati
-  **Discariche di cava**
Depositi generalmente molto grossolani, che compongono le conoidi di detriti prodotti dall'attività estrattiva presenti sui versanti del Colle di Monsummano
-  **Depositi di versante**
Materiali eterogenei di varia pezzatura derivanti dall'alterazione della roccia del substrato depositati con processi principalmente legati alla gravità
-  **Depositi alluvionali attuali**
Sedimenti alluvionali costituiti da depositi limoso - argillosi del territorio di pianura
-  **Depositi alluvionali terrazzati**
Sedimenti alluvionali costituiti da depositi limoso - argillosi presenti in corrispondenza di terrazzi alluvionali
-  **Depositi lacustri, palustri, torbosi e di colmata**
Depositi alluvionali formati da limi, argille e torbe
-  **Travertini e calcari continentali**
Calcari bianco-giallastri di origine idrotermale

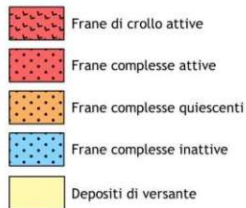
Dominio Ligure

- Unità di Ottone**
 -  **Complesso di M. Veri**
Breccie poligeniche costituite da elementi calcarei, ofioliti, diaspri, arenarie e argille in abbondante matrice argillosa grigia (Campaniano)
 -  **Flysh di Ottone**
Calcari, calcari marnosi, marne ed argilliti calcaree torbiditiche con intercalazioni di arenarie e siltiti; talora sono presenti olistostromi di materiale ligure e subligure (Campaniano - Maastrichtiano inferiore)
- Unità della Calvana**
 -  **Formazione di M. Morello**
Calciutiti e calcari marnosi bianchi e grigi, calcareniti in strati di spessore da decimetrico a metrico, marne giallastre e rosate (Eocene inferiore - medio)
 -  **Formazione di Sillano**
Argilliti e siltiti di colore grigio scuro con inclusi blocchi di natura calcarea e arenacea a grana fine, argilliti varicolori, breccie sedimentarie grossolane con ofioliti, radiolari e calciutiti (Cretaceo - Eocene)

Figura 11. La Carta Geomorfológica del Piano Strutturale adottato.



Forme, processi e depositi gravitativi di versante



Forme, processi e depositi dovuti all'azione delle acque superficiali



Forme di origine antropica

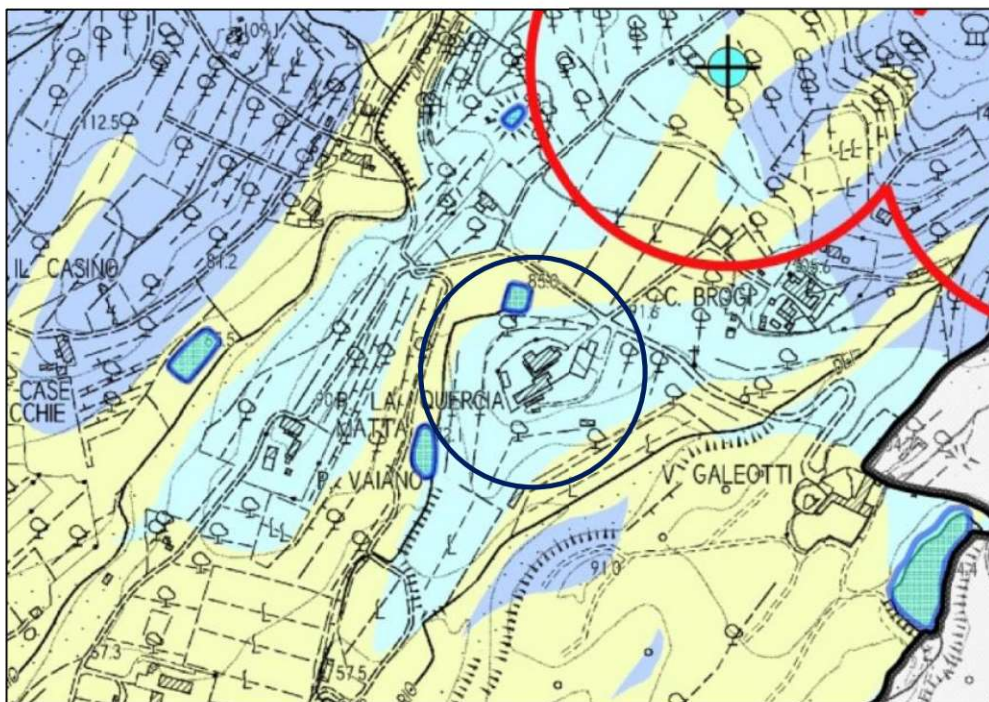


Idrografia superficiale



Da questa cartografia si rileva che l'area non è interessata da alcun fattore geomorfologico.

Figura 12. La Carta Idrogeologica del Piano Strutturale adottato.



Grado di Vulnerabilità

Depositi di copertura

- Molto alto**
L'acquifero affiora o è presente al di sotto di uno spessore ridotto di terreno con una permeabilità relativamente alta, per cui offre scarsa protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo d'infiltrazione è inferiore ad una settimana, per cui anche gli inquinanti più rapidamente degradabili possono giungere in falda
- Medio alto**
Lo spessore e la permeabilità del terreno sovrastante il primo acquifero di sottosuolo comportano tempi di arrivo di un eventuale inquinante sparso in superficie compreso fra un mese ed un anno. Questo tempo è sufficiente alla degradazione degli inquinanti biologici, ma non garantisce la neutralizzazione dei più comuni inquinanti chimici
- Medio basso**
Il primo acquifero sotterraneo di interesse pratico è relativamente protetto dal terreno sovrastante. Il tempo di arrivo è superiore ad un anno, quindi solo gli inquinanti meno degradabili possono raggiungere la falda per infiltrazione dalla superficie
- Basso**
Il primo acquifero sotterraneo è protetto da un buon spessore di terreno a bassa permeabilità. L'infiltrazione dalla superficie richiede tempi abbastanza lunghi da rendere improbabile l'arrivo degli eventuali inquinanti alla falda

Substrato geologico

- Alto**
Le formazioni geologiche che affiorano in queste aree, composte in prevalenza da litologie carbonatiche riferibili ad ambiente di piattaforma carbonatica, hanno una permeabilità alta per fratturazione. Il tempo di infiltrazione è piuttosto rapido per cui anche inquinanti più rapidamente degradabili possono giungere in falda
- Medio**
Le formazioni geologiche che affiorano in queste aree, composte in prevalenza da arenarie o calcari marnosi, hanno una permeabilità media per fratture. Un inquinamento consistente può raggiungere la rete idrica sotterranea ed inquinare le sorgenti alimentate
- Basso**
La permeabilità medio-bassa delle formazioni geologiche affioranti rende modesto il rischio che un inquinante disperso in superficie raggiunga le sorgenti di bassa portata alimentate dalla bassa rete idrica. Tuttavia, un inquinante sparso in superficie può essere trasportato facilmente, dalle acque di ruscellamento superficiale, agli eventuali acquiferi delle aree confinanti topograficamente più basse

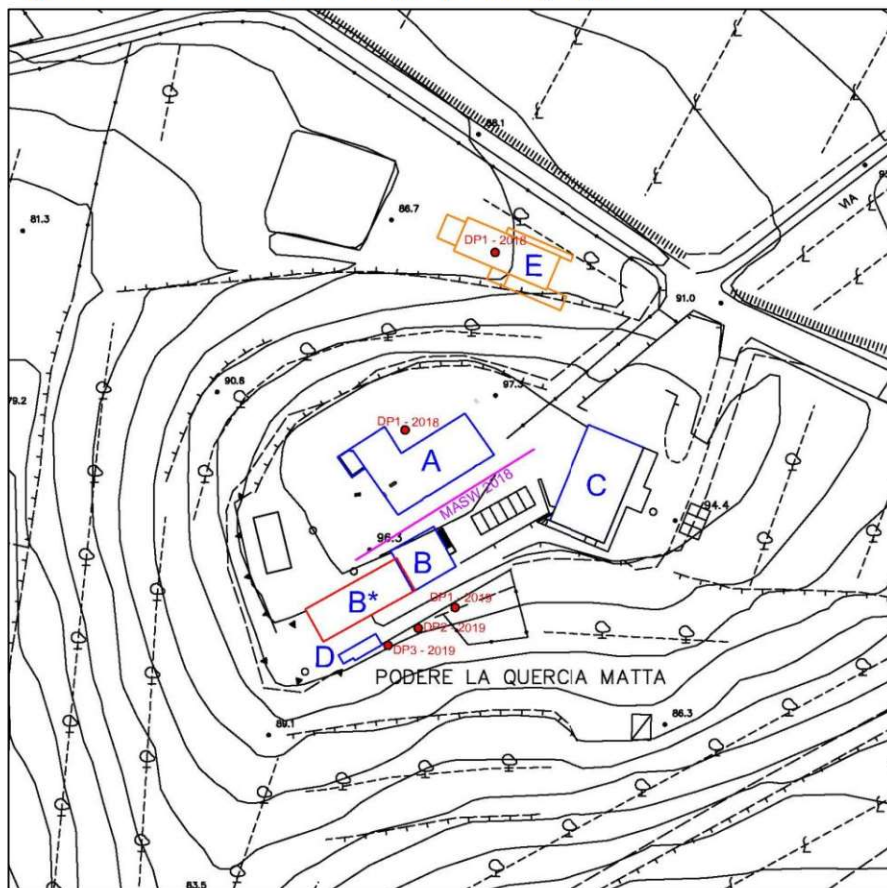
6. IL REPERTORIO DELLE PROSPEZIONI GEOGNOSTICHE

Come già detto in precedenza questa relazione di fattibilità è supportata dalle prospezioni geognostiche realizzate a corredo di due precedenti fasi pianificatorie e progettuali.

1. Proposta di variante al P.I.U. con relativo P.A.P.M.A.A. approvati con D.G.M n.84 del 29/04/2010 - Località Quercia Matta.
2. Studio geologico e parametrizzazione geotecnica dei terreni eseguiti a supporto alla SCIA per demolizione e realizzazione di muro di sostegno e realizzazione di scannafosso posto in località Quercia Matta, nel comune di Monsummano Terme.

Si tratta di n. cinque prove penetrometriche dinamiche tipo D.P.S.H. (o DPM) e di una indagine geofisica MASW, In particolare le prove del 2019 sono state eseguite a supporto del progetto di un muro di contenimento le altre prove del 2018 a supporto del PIU approvato.

Figura 13. Localizzazione delle prospezioni geognostiche.



Questa cartografia sostituisce la Carta delle indagini del Piano Strutturale adottato del tutto priva di informazioni utili.

Le indagini sono state programmate a suo tempo allo scopo di individuare eventuali limiti e condizionamenti alla edificazione delle opere previste. Le indagini sono descritte in Allegato 1 e 2.

Le prove penetrometriche dinamiche pesanti D.P.S.H. hanno attraversato livelli modesti di terreni di copertura prima del rifiuto opposto dal sottostante substrato geologico.

L'indagine geofisica MASW ha definito V_s equivalente pari a: $V_{seq} = 525$ m/sec.

7. LE PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA DEL P.S. ADOTTATO

Con riferimento alla L.R.T. 65/2014 l'Art. 104 (Pericolosità idrogeologica e sismica e misure di mitigazione dei rischi) e l'Art. 245 (Regolamenti emanati in attuazione della L.R.T. 1/2005), le disposizioni relative al PIU 2019 approvato sono state riferite al **D.P.G.R. n. 53/R** del 25 ottobre 2011 – Regolamento di Attuazione dell'Art. 62 della Legge Regionale 03/01/2005.

In questa Relazione Geologica di fattibilità si deve fare riferimento al **D.P.G.R. n. 5/R** del 30 gennaio 2020. Le relative disposizioni devono anche considerare quanto disposto dalle NTC 2018 e dal D.P.G.R. n.1 del 19 gennaio 2022 (Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65. Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette rischio sismico).

Di seguito si riporta lo schema generale applicabile anche al caso in esame e come descritto nelle carte di pericolosità del Piano Strutturale adottato.

Pericolosità geologica

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.

Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo.

Pericolosità sismica locale

Pericolosità sismica locale elevata (S.1): zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Pericolosità sismica locale elevata (S.2):

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3.

Pericolosità sismica locale elevata (S.3):

- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4 ;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Pericolosità idraulica

Pericolosità idraulica P1: contraddistinte da alluvioni rare, ovvero fenomeni con tempo di ritorno compreso fra 200 e 500 anni.

Pericolosità idraulica P2: contraddistinte da alluvioni poco frequenti, ovvero aree interessate da allagamenti per eventi di piena con tempi di ritorno compresi fra 30 e 200 anni.

Pericolosità idraulica P3: contraddistinte da alluvioni frequenti, ovvero aree interessate da allagamenti per eventi di piena i cui tempi di ritorno sono inferiori o uguali a 30 anni.

La L.R. 41//2018 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014 – aggiorna la disciplina della gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua.

Nelle pagine seguenti si riportano le cartografie descrittive le condizioni di pericolosità considerando anche gli studi, le indagini e le prospezioni eseguiti dagli scriventi appositamente a supporto delle fasi pianificatorie e progettuali precedenti.

Figura 14. La Pericolosità geologica del PIU approvato coerente con il RU allora vigente.

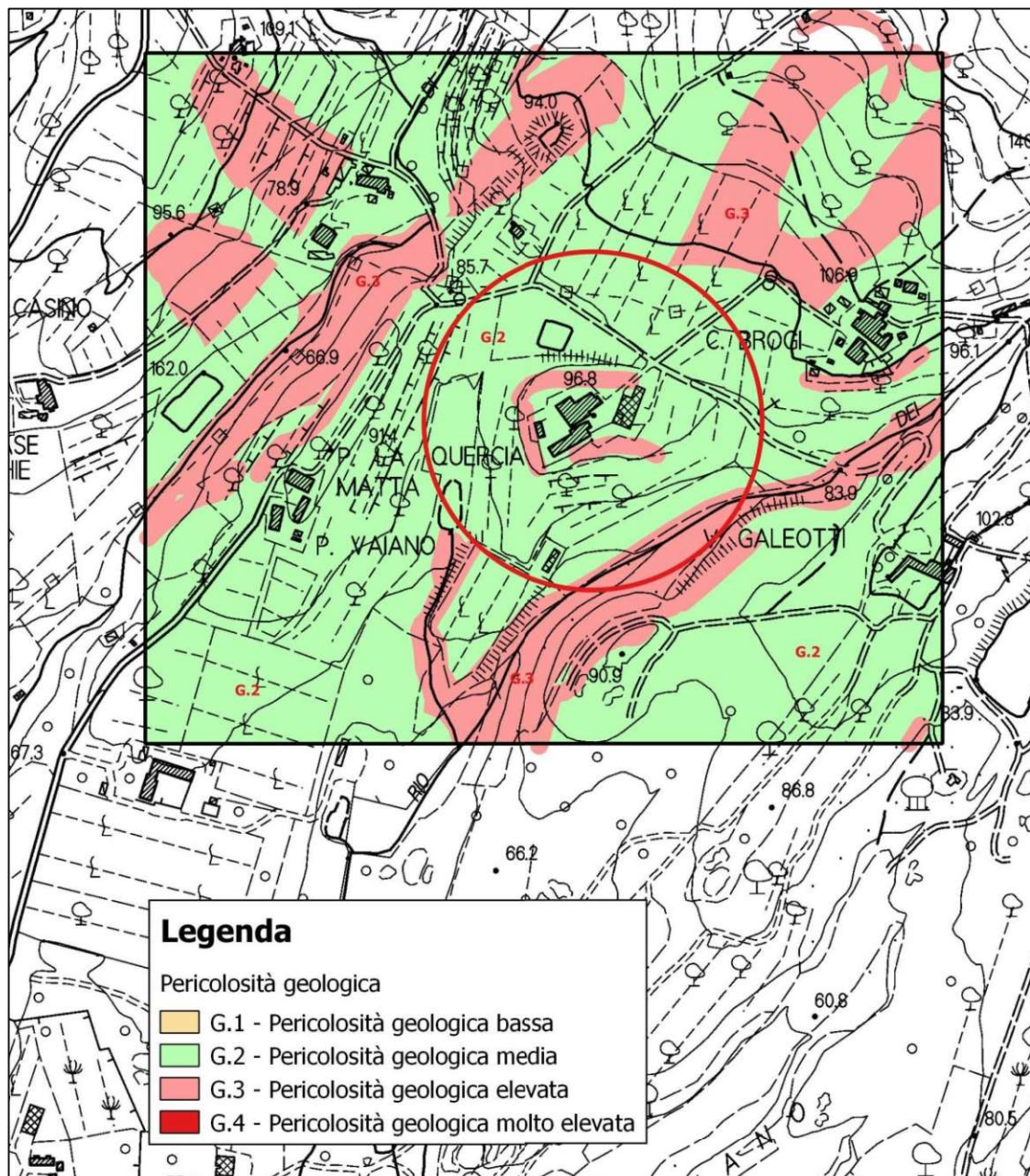


Figura 15. La Pericolosità sismica del PIU approvato coerente con il RU allora vigente.

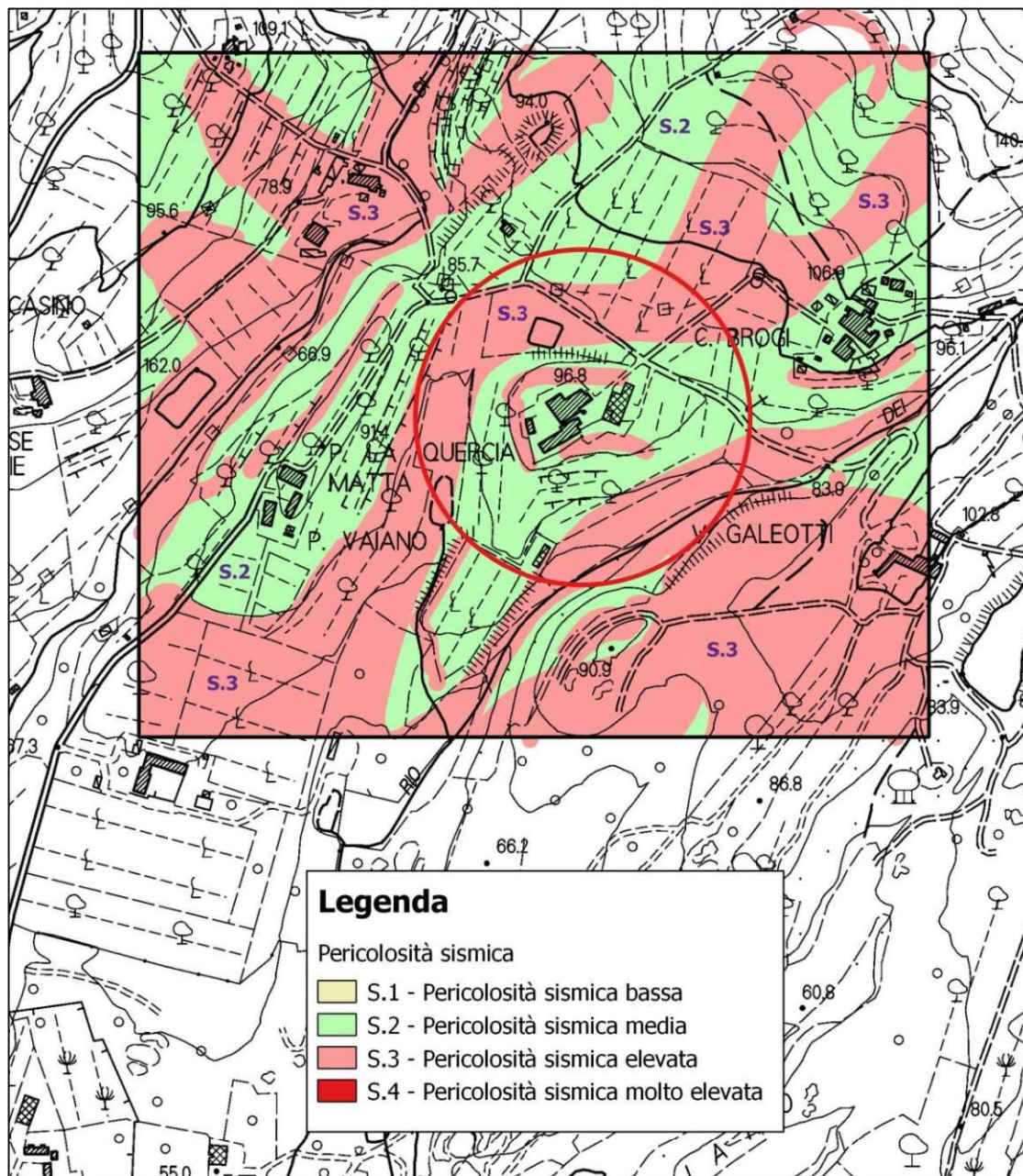


Figura 16. La pericolosità geologica del P.S. adottato.

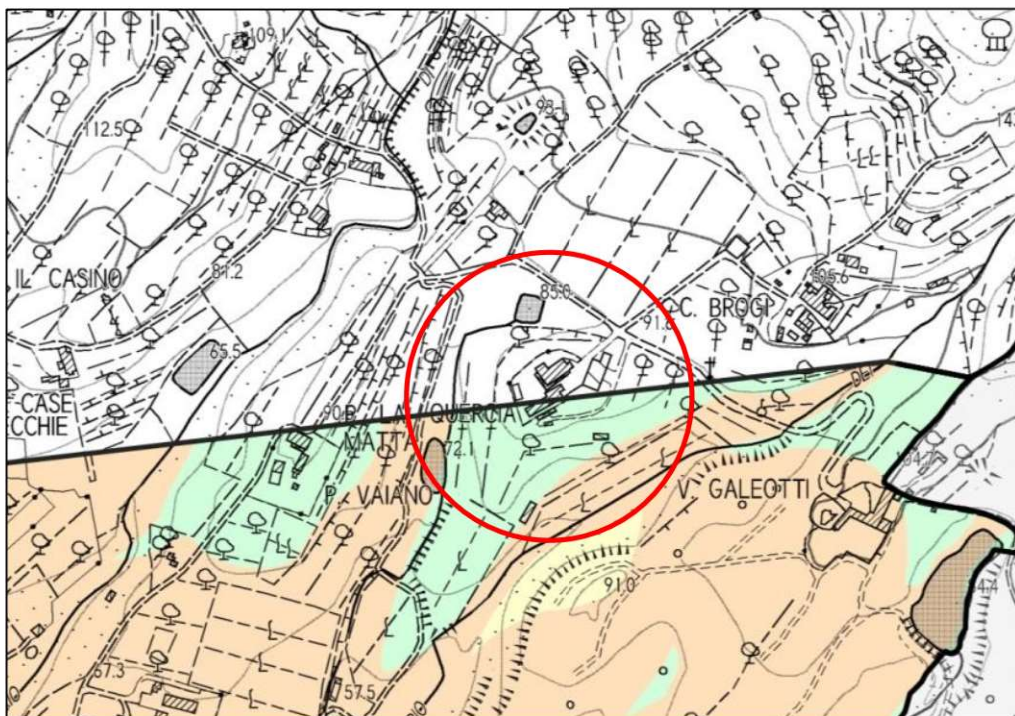


Classi di Pericolosità geologica
(D.G.R.T. n. 5/R del 30 gennaio 2020)

- G1 - Pericolosità geologica bassa**
Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. Sono compresi in questa classe i depositi alluvionali affioranti nelle aree di pianura e di fondovalle.
- G2 - Pericolosità geologica media**
Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto. Rientrano in questa classe:
- le aree con substrato affiorante o subaffiorante di tipo arenaceo, calcareo e calcareo marnoso;
- i depositi di versante con acclività inferiore a 15°.
- G3 - Pericolosità geologica elevata**
Aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con acclività superiori a 15°.
Sono comprese in questa classe:
- le aree di substrato affiorante o subaffiorante di composizione argillitica indipendentemente dall'acclività;
- i fenomeni morfologici quiescenti;
- i depositi di versante lungo pendii con acclività maggiore di 15° e le cave dismesse con fronte con rischio di crollo moderato.
- G4 - Pericolosità geologica molto elevata**
Aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione.

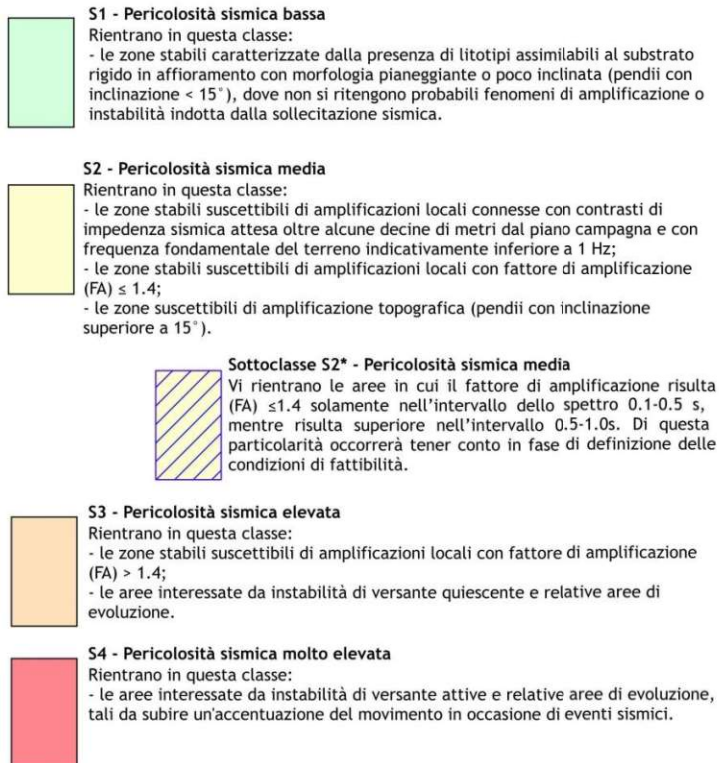
Si fa notare che la legenda di questa cartografia è diversa da quella riportata nelle NTA del P.S. adottato e che definisce l'area oggetto di questa variante in pericolosità geologica elevata per le scadenti caratteristiche dei terreni riferiti all'affioramento di terreni argillitici in qualsiasi condizione di acclività. Questa affermazione non trova riscontro nel territorio comunale.

Figura 17. La pericolosità sismica del P.S. adottato.



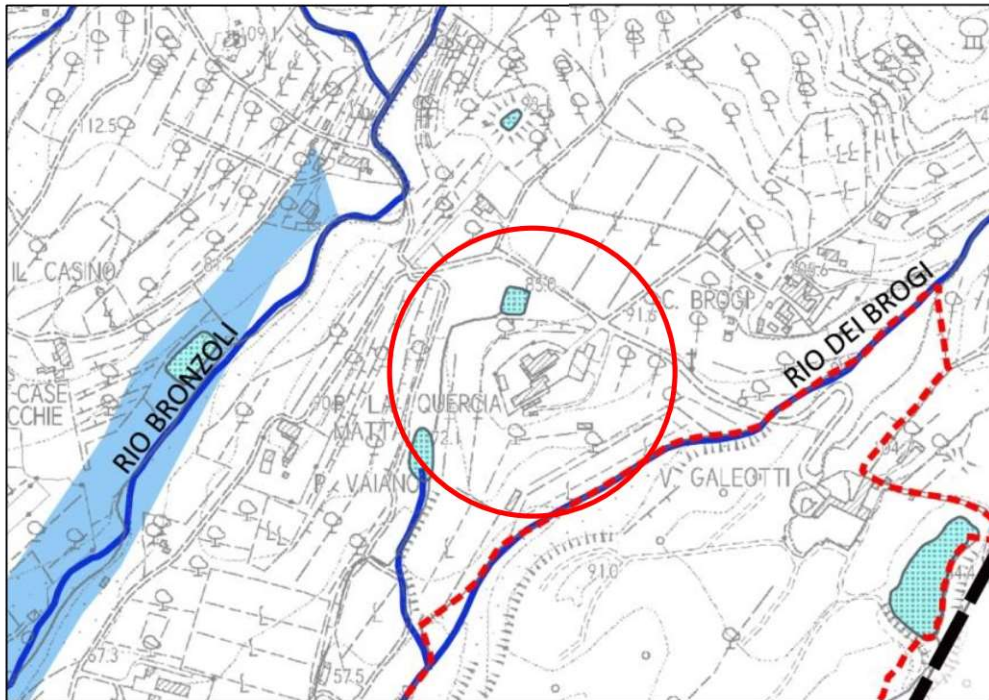
Classi di Pericolosità sismica locale

(D.G.R.T. n. 5/R del 30 gennaio 2020)



L'area di variante è inserita in pericolosità sismica locale bassa.

Figura 18. La pericolosità idraulica del P.S. adottato.



Reticolo idrografico

— Tratto a cielo aperto

— Tratto tombato

Specchi d'acqua

Pericolosità idraulica PGRA

P1

P2

P3

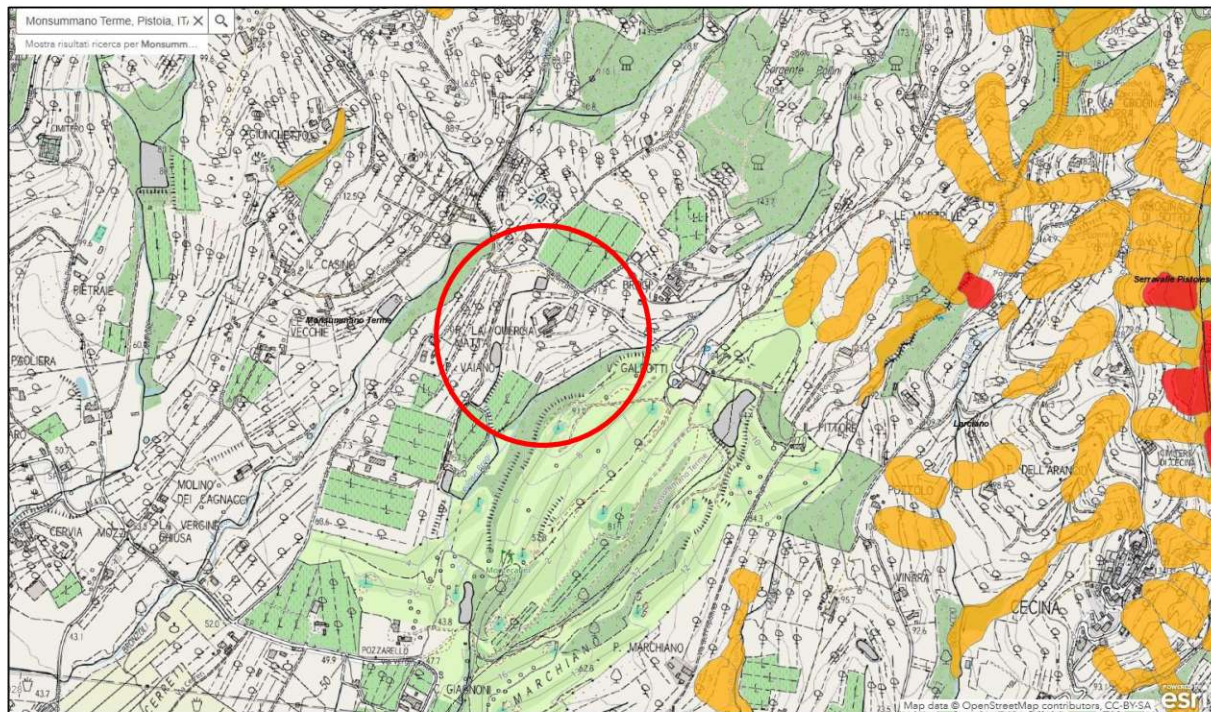
Alluvioni rare

Alluvioni poco frequenti

Alluvioni frequenti

L'area di variante non è interessata da rischio idraulico.

Figura 19. La pericolosità geomorfologica del PAI Dissesti.



L'area di variante non è interessata da condizionamenti significativi del PAI dissesti.

8. FATTIBILITÀ PER FATTORI GEOLOGICI, SISMICI E IDRAULICI

8.1 Le fattibilità del Piano Operativo adottato

Considerando l'oggetto della variante i condizionamenti per gli aspetti geomorfologici e sismici riguardano il nuovo **Edificio B*** da costruirsi su terreni un tempo occupati da una precedente costruzione demolita nel 2019. Di seguito si riportano i criteri di fattibilità come descritti nelle NTA del Piano Operativo adottato.

Fattibilità per fattori geomorfologici

Classe F1g: Fattibilità senza particolari limitazioni

Per gli interventi compresi in questa classe, le indagini dovranno essere svolte nella fase di progetto esecutivo per ogni singolo intervento ed avranno come obiettivo la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. Nel dimensionamento e nella scelta dei tipi di indagine si dovrà fare riferimento a quanto riportato nelle NTC 2018 e nel Regolamento regionale 1/R/2022.

Classe F2.1g: Fattibilità con normali vincoli

I progetti di intervento compresi in questa classe devono essere corredati da indagini geologiche e geotecniche estese ad un'area sufficientemente ampia, a monte ed a valle della zona di intervento, da rendere possibile una valutazione della stabilità generale anche in termini qualitativi della zona di intervento.

Classe F2.2g: Fattibilità con normali vincoli

Dovrà essere verificata adeguatamente la stabilità del versante in cui si trova l'area di intervento prima e dopo la realizzazione delle opere tenendo conto anche delle condizioni sismiche; a questo scopo le indagini geognostiche, estese ad un'area sufficientemente ampia, dovranno definire lo spessore e le caratteristiche geotecniche dei depositi di copertura presenti e le qualità geomeccaniche degli eventuali affioramenti rocciosi.

Classe F4g: Fattibilità limitata

Sono comprese in questa classe di fattibilità le aree inserite in pericolosità geologica G4 in cui sono presenti previsioni con una teorica capacità edificatoria di qualunque natura. Gli interventi classificati in F4g non risultano compatibili con la situazione di rischio geomorfologico e pertanto non risultano fattibili. In altre parole le zone ricadenti in Classe di pericolosità G4, anche se all'interno di aree con potenzialità edificatoria, dovranno essere escluse da qualunque attività edilizia, anche se potranno concorrere a fornire indice alle zone contermini. Preme far notare che all'interno delle limitate porzioni di territorio classificate in pericolosità G4, non sono presenti edifici né vi ricadono previsioni specifiche.

In queste disposizioni e nella tabella di fattibilità riportata nelle NTA si fa notare che agli interventi ricadenti in pericolosità elevata G3 viene attribuita la fattibilità F2.1g e F2.2g Fattibilità con normali vincoli. Non viene contemplata la fattibilità F3 per fattori geomorfologici usualmente dedicata all'approfondimento delle indagini in aree caratterizzate da fattori geomorfologici quiescenti determinate da sole indagini di superficie.

Fattibilità per fattori sismici

Classe F1s e F2s: Fattibilità senza particolari limitazioni e con normali vincoli

La realizzabilità degli interventi relativi a queste due classi di fattibilità deve tener conto dei seguenti punti:

- a) non sono necessarie condizioni di fattibilità specifiche per la valida formazione del titolo abilitativo alla attività edilizia.
- b) il rispetto delle norme indicate nelle NTC 2018 e nel Regolamento regionale 1/R/2022 garantisce l'opportuna riduzione del rischio sismico e soprattutto il rispetto di quanto prescritto al punto 3.3 del Regolamento 5/R/2020;

c) dato che per tutte le aree con pericolosità S2 i valori di FA risultano massimi nell'intervallo 0.5-1.0s (e ricadono quindi in S2*), la progettazione degli edifici di nuova costruzione dovrà tener conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza. Per gli interventi edilizi in classe di indagine 3 e 4 ex D.G.R.T. 19/01/2022 1/R, che ricadono in classe di pericolosità media S2*, si prescrive l'esecuzione di almeno una indagine H/V.

3. Classe F 3s: Fattibilità condizionata

Questa classe comprende gli interventi che ricadono anche solo in parte in classe S3 di pericolosità sismica, e che per la loro attuazione devono passare attraverso uno strumento urbanistico intermedio (Piano Attuativo). Il Regolamento 5/R/2020 al punto 3.6.3 indica le indagini da prescrivere sulla base della situazione stratigrafica e geosismica che determina il grado di pericolo.

Risulta quindi che in tutti i casi sono prescritte indagini geofisiche mirate alla ricostruzione bidimensionale del sottosuolo; è prevista inoltre la taratura mediante indagini geognostiche dirette, con preferenza per i sondaggi a carotaggio continuo. In sintesi, per gli interventi ricadenti in questa classe di fattibilità, le condizioni che derivano dalla norma vengono rispettate ricostruendo il modello geofisico e geotecnico del sottosuolo già in fase di piano attuativo. Le indagini sismiche dovranno essere eseguite con la tecnica della rifrazione in P/SH ed avranno lunghezza adeguata per definire le caratteristiche dei primi trenta metri; tali indagini verranno tarate mediante l'esecuzione di un numero adeguato di sondaggi a carotaggio continuo.

Classe F 4s: Fattibilità limitata

Questa classe comprende gli interventi ricadenti in aree in frana attiva.

Non sono ammessi interventi edilizi né trasformazioni morfologiche. Gli interventi classificati in F4s non risultano compatibili con la situazione di rischio geomorfologico e pertanto di fatto non risultano fattibili.

Fattibilità per fattori idraulici

Classe F1i/F2i: Fattibilità senza particolari limitazioni

Le condizioni di realizzabilità degli interventi riguardano la conservazione del reticolo idraulico esistente, compresi i fossi poderali e quelli intubati; nel caso di interventi che modifichino l'organizzazione del drenaggio dovrà essere assicurata uguale capacità di invaso e di funzionalità della rete.

Classe F4.1i– Fattibilità limitata

L'attuazione degli interventi viene disciplinata dalle prescrizioni di cui all'art. 11 della Legge Regionale 24 luglio 2018 n.41.

Classe F4.2i– Fattibilità limitata

L'attuazione degli interventi viene disciplinata dalle prescrizioni di cui all'art. 12 della Legge Regionale 24 luglio 2018 n.41.

Classe F4.3i– Fattibilità limitata

L'attuazione degli interventi viene disciplinata dalle prescrizioni di cui all'art. 13 della Legge Regionale 24 luglio 2018 n.41.

Classe F4.4i– Fattibilità limitata

L'attuazione degli interventi viene disciplinata dalle prescrizioni di cui all'art. 16 della Legge Regionale 24 luglio 2018 n.41.

8.2 Considerazioni di fattibilità della variante al PIU

In questa relazione di fattibilità non si entra nel merito delle ragioni per le quali l'area di variante è stata inclusa in pericolosità geologica elevata G3, come del resto tutto l'affioramento dei terreni

argillitici e argilloscistosi del Complesso di base per le scadenti caratteristiche geotecniche in tutto il territorio comunale.

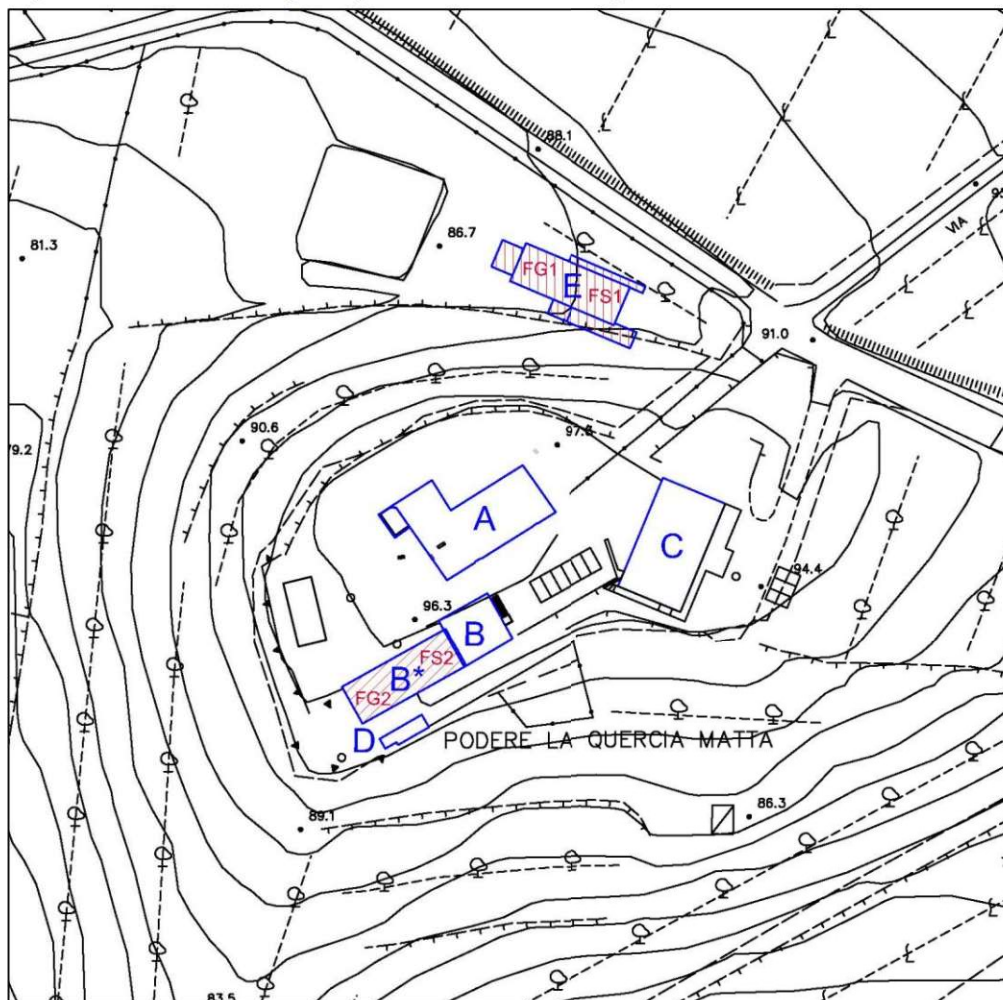
Secondo le nostre esperienze e la conoscenza approfondita del territorio di Monsummano Terme riteniamo ragionevole affermare che i terreni argillitici e argilloscistosi affioranti in condizioni di crinale, di moderate pendenze e non interessati da fattori gravitativi siano dotati di buone caratteristiche geotecniche.

Nel caso in esame, per l'area interessata dagli edifici di Quercia Matta, queste condizioni sono state confermate dalle prospezioni geognostiche eseguite; d'altra parte la costruzione dell'**Edificio B*** potrebbe riguardare terreni modificati per le opere di demolizione del precedente edificio dello spessore non attualmente definito.

All'area interessata dalla realizzazione dell'**Edificio B*** viene di conseguenza attribuita la fattibilità geologica **FG2 con normali vincoli da definire a livello di progetto** e la fattibilità sismica **FS2 fattibilità senza particolari limitazioni e con normali vincoli**.

L'approfondimento delle indagini geologiche viene definito dal Paragrafo 3: *Classi di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche* dell'art.5 del Regolamento 1R/2022 Allegato 1.

Figura 20. Le fattibilità geologiche e sismiche - Regolamento 5R 2020.



La fattibilità per fattori di rischio idraulico è FI1.

9. TUTELA DEL RETICOLO IDROGRAFICO SUPERFICIALE. INVARIANZA IDRAULICA

L'**Edificio B*** verrà realizzato in un'area già edificata, di conseguenza non si applicano le prescrizioni relative alla invarianza idraulica.

10. PRESCRIZIONI PER L'ATTUAZIONE DELLA VARIANTE

La realizzazione delle opere edili in attuazione della variante dovrà essere supportata da prospezioni geognostiche che chiariscano in modo compiuto le condizioni litostratigrafiche dell'ambito principali di intervento, Edificio B*, e la stabilità del pendio ad esso prossimo. In definitiva si ritiene necessaria una campagna geognostica basata sulla esecuzione di almeno un sondaggio geognostico a carotaggio continuo, prelievo e analisi geotecniche di campioni di terre.

CONCLUSIONI

Questa relazione descrive le condizioni di pericolosità e fattibilità per i fattori geologici e sismici attribuibili agli interventi edificatori previsti nell'ambito della Variante al P.I.U. con relativo P.A.P.M.A.A. "Quercia Matta".

Gli elaborati ai quali fare riferimento per la verifica delle fattibilità in fase di attuazione sono riportati in questa relazione geologica; le prospezioni eseguite, potranno essere utilizzate per meglio programmare la campagna geognostica di progetto esecutivo.

Pistoia 15 ottobre 2024

Dott. Geologo Leonardo Moretti
Iscritto all'Ordine dei Geologi della Toscana n. 312

Documento firmato digitalmente.

Allegato 1

Diagrammi delle prove penetrometriche D.P.S.H.

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE
SCHEMA PENETROMETRO

riferimento

097-2018Committente: **Dott. Moretti**Cantiere: **Ristrutturazione**Località: **Via Brogi - Monsummano Terme****TG63-200D****Pagani - Piacenza**

Sigla	TG63-200D	Nominativo o sigla dello strumento
Beta eff.	1,15	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
M(massa)	63 kg	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
H(maglio)	0,75 m	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
L(aste)	0,90 m	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
M(aste)	5,00 kg	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
M(sistema)		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
A(punta)	20,00 cm²	Area della superficie laterale del cono della punta
Alfa(punta)	90 °	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
Prf.(1 °asta)	0,80 m	Profondità di giunzione della prima asta infissa
N	0,20 m	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
Rivest.	Sì	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
ø(punta)	51,00 mm	Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
MaxCE%		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
L/DM		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
D(tb)		Diametro della testa di battuta.
DEV(a)[<5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
DEV(a)[>5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
ECCmax(a)		Massima eccentricità consentita alle aste
Dest(aste)	34,00 mm	Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
Dint(aste)		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
Dmin(punta)		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
hcl(punta)		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
Ras(punta)		Rastremazione del cono nella parte alta
Hc(punta)		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
RangeCP		Massimo numero di colpi utile
Spinta		Spinta nominale strumento

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione δ)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	massa battente	prof.max indagine
Leggero	DPL (Light)	$M \div 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M > 60$	> 25 m

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$),
diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$),
diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$),
diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 20-30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$),
diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / Nspt

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Previa definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)^{1/2}$

media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi Nspt della prova SPT : $Nspt = \beta N$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia β fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica Rpd viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$Rpd = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ Rpd = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$Rpd' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (Nspt,Qspt),

dall 'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$Rpd' = Q N = Qspt Nspt \Rightarrow Nspt = N [Q/Qspt] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta = Q/Qspt$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT ($Qspt = 7.83 \text{ kg/cm}^2 = 0.768 \text{ MPa}$) per $M = 63.5 \text{ kg}$, $H = 0.75 \text{ m}$, $D = 50.8 \text{ mm}$,

$A = 20.27 \text{ cm}^2$, $d = 0.30 \text{ m}$) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente

prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> σ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

Nspt -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

Nspt -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Rpd -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g)]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN**1**

riferimento

097-2018Committente: **Dott. Moretti**Cantiere: **Ristrutturazione**Località: **Via Brogi - Monsummano Terme**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **15/10/2018**Pagina: **1**Elaborato: **Falda: Foro chiuso**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	19		209,5					
0,40	1	20		220,5					
0,60	2	28		308,7					
0,80	2	18		198,5					
1,00	2	12		124,0					
1,20	2	12		124,0					
1,40	3	15		155,0					
1,60	3	15		155,0					
1,80	3	19		196,4					
2,00	3	40		389,1					
2,20	3	43		418,3					
2,40	4	48		466,9					
2,60	4	47		457,2					
2,80	4	48		441,0					
3,00	4	50		459,4					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN**2**

riferimento

097-2018

Committente: **Dott.Moretti**
 Cantiere: **Ristrutturazione**
 Località: **Via Brogi - Monsummano Terme**

U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **15/10/2018**Pagina: **1**Elaborato: **Falda: -3,80 m da quota inizio**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	10		118,1					
0,40	1	9		99,2					
0,60	2	11		121,3					
0,80	2	6		66,2					
1,00	2	5		51,7					
1,20	2	8		82,7					
1,40	3	15		155,0					
1,60	3	20		206,7					
1,80	3	22		227,4					
2,00	3	17		165,4					
2,20	3	12		116,7					
2,40	4	12		116,7					
2,60	4	12		116,7					
2,80	4	7		64,3					
3,00	4	6		55,1					
3,20	5	11		101,1					
3,40	5	21		192,9					
3,60	5	22		202,1					
3,80	5	21		182,8					
4,00	5	20		174,1					
4,20	6	19		165,4					
4,40	6	15		130,6					
4,60	6	21		173,6					
4,80	6	31		256,3					
5,00	7	50		413,4					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN**1**

riferimento

097-2018

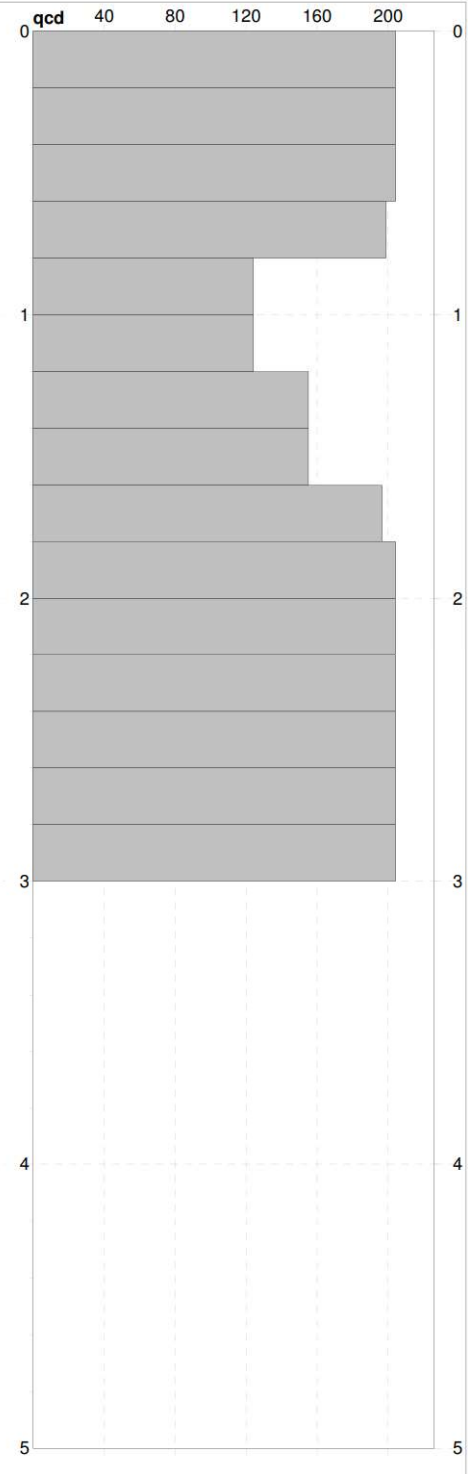
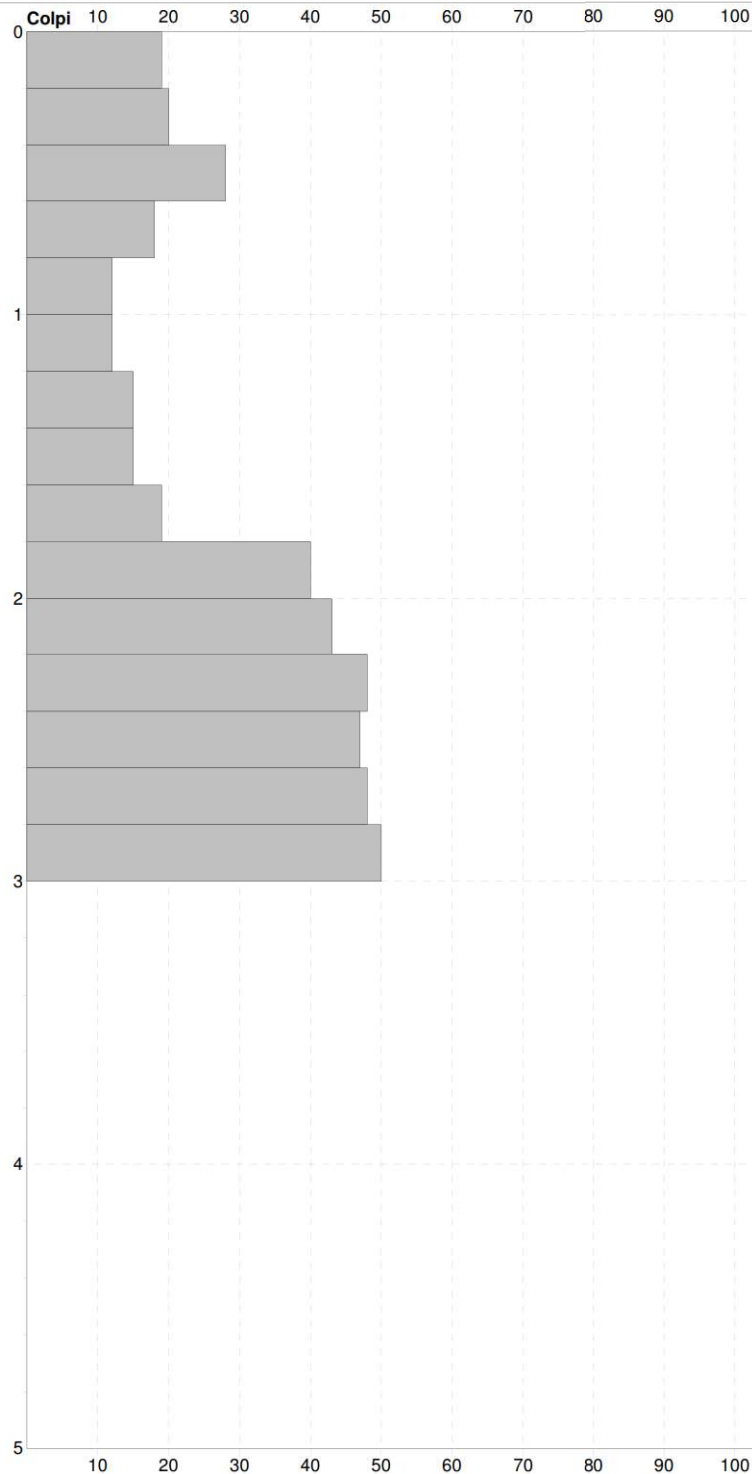
Committente: **Dott. Moretti**
 Cantiere: **Ristrutturazione**
 Località: **Via Brogi - Monsummano Terme**

U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:25**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **15/10/2018**

Quota inizio:

Falda: **Foro chiuso**

Penetrometro: TG63-200D
Massa battente: 63,00 kg
Altezza caduta: 0,75 m
Avanzamento: 0,20 m

Responsabile:
Assistente:

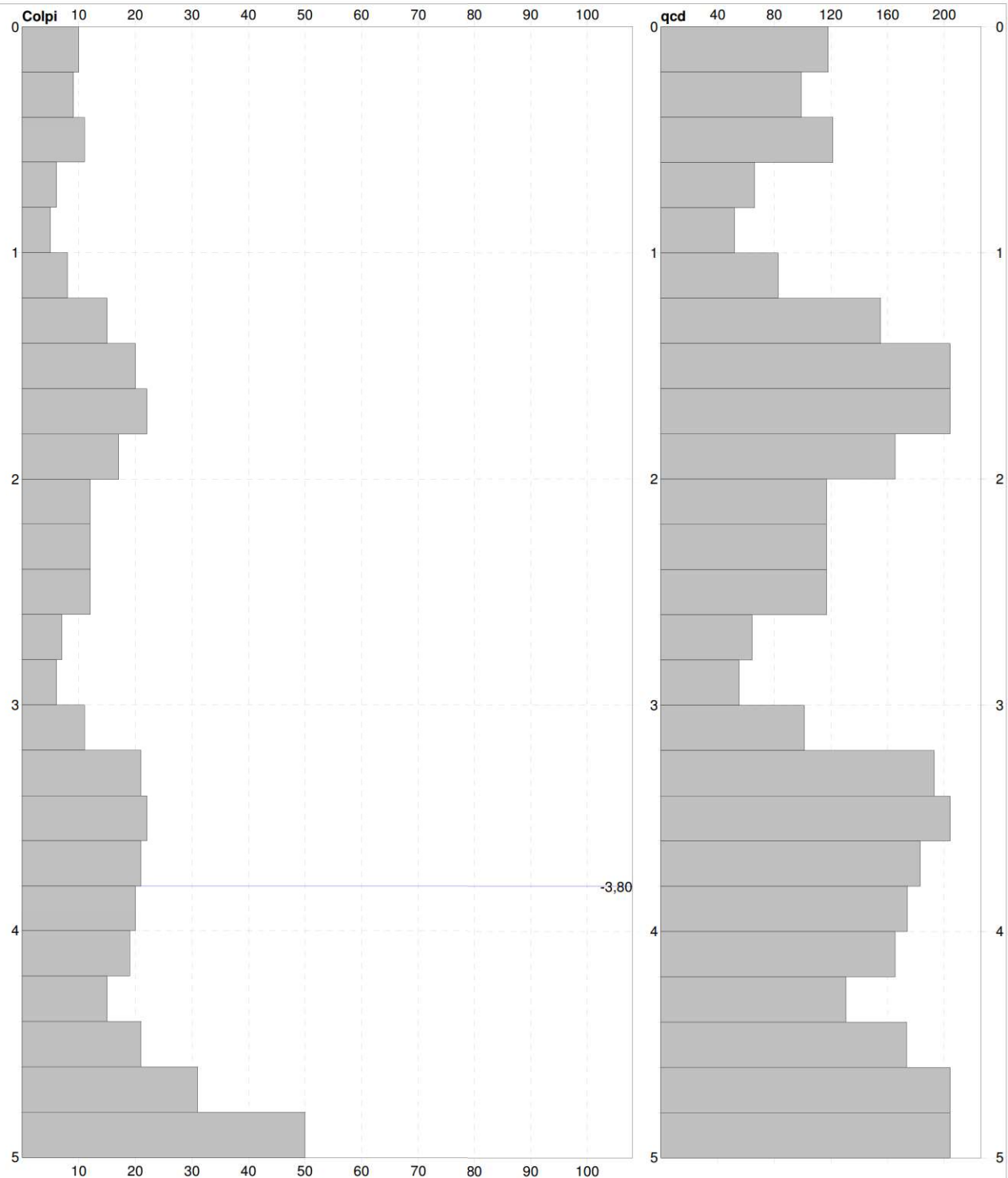
Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA**

DIN	2
riferimento	097-2018

Committente: **Dott. Moretti**
 Cantiere: **Ristrutturazione**
 Località: **Via Brogi - Monsummano Terme**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: **15/10/2018**
 Scala: **1:25**
 Pagina: **1** Quota inizio: **Piano Campagna**
 Elaborato: Falda: **-3,80 m** da quota inizio



Penetrometro: TG63-200D
Massa battente: 63,00 kg
Altezza caduta: 0,75 m
Avanzamento: 0,20 m

Responsabile:
Assistente:

Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	1
	riferimento	097-2018

Committente: Dott.Moretti	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 15/10/2018
Cantiere: Ristrutturazione	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano Terme	Elaborato:	Falda: Foro chiuso

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	21	1,51	32	234,3	164,0	152	104	11,72	Coesiva	
2	0,80 : 1,80	Media	15	1,51	22	150,9	105,6	118	123	7,54	Coesiva	
3	1,80 : 3,00	Media	46	1,51	69	438,7	313,2	256	169	21,93	Coesiva	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	---	---	---	---	---	---	---
2	0,80 : 1,80	22	1,38	2,04	23,28	0,63	73	---	---	---	---	---	---	---
3	1,80 : 3,00	69	4,31	2,10	20,20	0,55	169	---	---	---	---	---	---	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	1
	riferimento	097-2018

Committente: Dott.Moretti	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 15/10/2018
Cantiere: Ristrutturazione	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano Terme	Elaborato:	Falda: Foro chiuso

PARAMETRI GENERALI													
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione	
1	0,00 : 0,80	Media	21	1,51	32	234,3	210,9	124	192	11,72	Coes./Gran.		
2	0,80 : 1,80	Media	15	1,51	22	150,9	135,8	134	142	7,54	Coes./Gran.		
3	1,80 : 3,00	Media	46	1,51	69	438,7	402,7	201	355	21,93	Coes./Gran.		

			NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE					
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	67	37	438	2,06	1,71	394	- - -
2	0,80 : 1,80	22	1,38	2,04	23,28	0,63	73	53	34	361	2,00	1,61	309	- - -
3	1,80 : 3,00	69	4,31	2,10	20,20	0,55	169	92	44	723	2,19	1,91	710	- - -

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	1
	riferimento	097-2018

Committente: Dott.Moretti	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 15/10/2018
Cantiere: Ristrutturazione	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano Terme	Elaborato:	Falda: Foro chiuso

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	21	1,51	32	234,3	234,3	124	192	11,72	Granulare	
2	0,80 : 1,80	Media	15	1,51	22	150,9	150,9	134	142	7,54	Granulare	
3	1,80 : 3,00	Media	46	1,51	69	438,7	447,5	201	355	21,93	Granulare	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	32	---	---	---	---	---	67	37	438	2,06	1,71	394	---
2	0,80 : 1,80	22	---	---	---	---	---	53	34	361	2,00	1,61	309	---
3	1,80 : 3,00	69	---	---	---	---	---	92	44	723	2,19	1,91	710	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	2
	riferimento	097-2018

Committente: Dott.Moretti	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 15/10/2018
Cantiere: Ristrutturazione	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano Terme	Elaborato:	Falda: -3,80 m da quota inizio

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,60	Media	10	1,51	15	112,9	77,2	91	87	5,64	Coesiva	
2	0,60 : 1,20	Media	6	1,51	10	66,9	48,9	69	100	3,34	Coesiva	
3	1,20 : 2,00	Media	19	1,51	28	188,6	133,9	139	133	9,43	Coesiva	
4	2,00 : 3,20	Media	10	1,51	15	95,1	68,1	91	131	4,76	Coesiva	
5	3,20 : 4,80	Media	21	1,51	32	184,7	129,5	152	163	9,24	Coesiva	
6	4,80 : 5,00	Media	50	1,51	76	413,4	289,4	274	197	20,67	Coesiva	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,60	15	0,94	1,96	28,61	0,77	59	---	---	---	---	---	---	---
2	0,60 : 1,20	10	0,63	1,90	33,04	0,89	47	---	---	---	---	---	---	---
3	1,20 : 2,00	28	1,75	2,10	20,20	0,55	85	---	---	---	---	---	---	---
4	2,00 : 3,20	15	0,94	1,96	28,61	0,77	59	---	---	---	---	---	---	---
5	3,20 : 4,80	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	---	---	---	---	---	---	---
6	4,80 : 5,00	76	4,75	2,10	20,20	0,55	183	---	---	---	---	---	---	---

DIN	2
riferimento	097-2018

U.M.: kg/cm²	Data esec.: 15/10/2018
Pagina: 1	
Elaborato:	Falda: -3.80 m da quota inizio

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,60	Media	10	1,51	15	112,9	99,2	94	105	5,64	Coes./Gran.	
2	0,60 : 1,20	Media	6	1,51	10	66,9	62,8	109	76	3,34	Coes./Gran.	
3	1,20 : 2,00	Media	19	1,51	28	188,6	172,1	159	173	9,43	Coes./Gran.	
4	2,00 : 3,20	Media	10	1,51	15	95,1	87,6	143	105	4,76	Coes./Gran.	
5	3,20 : 4,80	Media	21	1,51	32	184,7	166,5	194	192	9,24	Coes./Gran.	
6	4,80 : 5,00	Media	50	1,51	76	413,4	372,1	234	384	20,67	Coes./Gran.	

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq.
1	0,00 : 0,60	15	0,94	1,96	28,61	0,77	59	43	32	307	1,96	1,54	241	---
2	0,60 : 1,20	10	0,63	1,90	33,04	0,89	47	35	30	268	1,93	1,50	184	---
3	1,20 : 2,00	28	1,75	2,10	20,20	0,55	85	62	35	407	2,04	1,67	360	---
4	2,00 : 3,20	15	0,94	1,96	28,61	0,77	59	43	32	307	1,96	1,54	241	---
5	3,20 : 4,80	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	67	37	438	2,06	1,71	394	---
6	4,80 : 5,00	76	4,75	2,10	20,20	0,55	183	95	44	777	2,21	1,94	770	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	2
	riferimento	097-2018

Committente: Dott.Moretti	U.M.: kg/cm²	Data eseg.: 15/10/2018
Cantiere: Ristrutturazione	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano Terme	Elaborato:	Falda: -3,80 m da quota inizio

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,60	Media	10	1,51	15	112,9	110,3	94	105	5,64	Granulare	
2	0,60 : 1,20	Media	6	1,51	10	66,9	69,8	109	76	3,34	Granulare	
3	1,20 : 2,00	Media	19	1,51	28	188,6	191,2	159	173	9,43	Granulare	
4	2,00 : 3,20	Media	10	1,51	15	95,1	97,3	143	105	4,76	Granulare	
5	3,20 : 4,80	Media	21	1,51	32	184,7	185,0	194	192	9,24	Granulare	
6	4,80 : 5,00	Media	50	1,51	76	413,4	413,4	234	384	20,67	Granulare	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,60	15	---	---	---	---	---	43	32	307	1,96	1,54	241	---
2	0,60 : 1,20	10	---	---	---	---	---	35	30	268	1,93	1,50	184	---
3	1,20 : 2,00	28	---	---	---	---	---	62	35	407	2,04	1,67	360	---
4	2,00 : 3,20	15	---	---	---	---	---	43	32	307	1,96	1,54	241	---
5	3,20 : 4,80	32	---	---	---	---	---	67	37	438	2,06	1,71	394	---
6	4,80 : 5,00	76	---	---	---	---	---	95	44	777	2,21	1,94	770	---

FON088

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE
SCHEDA PENETROMETRO

riferimento

037-2019Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**Cantiere: **Muro a retta**Località: **Via Brogi - Monsummano T.****TG63-200D****Pagani - Piacenza**

Sigla	TG63-200D	Nominativo o sigla dello strumento
Beta eff.	1,15	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
M(massa)	63 kg	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
H(maglio)	0,75 m	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
L(aste)	0,90 m	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
M(aste)	5,00 kg	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
M(sistema)		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
A(punta)	20,00 cm²	Area della superficie laterale del cono della punta
Alfa(punta)	90 °	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
Prf.(1°asta)	0,80 m	Profondità di giunzione della prima asta infissa
N	0,20 m	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
Rivest.	Sì	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
ø(punta)	51,00 mm	Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
MaxCE%		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
L/DM		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
D(tb)		Diametro della testa di battuta.
DEV(a)[<5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
DEV(a)[>5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
ECCmax(a)		Massima eccentricità consentita alle aste
Dest(aste)	34,00 mm	Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
Dint(aste)		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
Dmin(punta)		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
hcl(punta)		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
Ras(punta)		Rastremazione del cono nella parte alta
Hc(punta)		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
RangeCP		Massimo numero di colpi utile
Spinta		Spinta nominale strumento

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione δ)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	massa battente	prof.max indagine
Leggero	DPL (Light)	$M \div 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M > 60$	> 25 m

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$),
diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$),
diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$),
diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 20-30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$),
diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / Nspt

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Previa definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)^{1/2}$

media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi Nspt della prova SPT : $Nspt = \beta N$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia β fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica Rpd viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$Rpd = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ Rpd = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$Rpd' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (Nspt,Qspt),

dall 'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$Rpd' = Q N = Qspt Nspt \Rightarrow Nspt = N [Q/Qspt] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta = Q/Qspt$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT ($Qspt = 7.83 \text{ kg/cm}^2 = 0.768 \text{ MPa}$) per $M = 63.5 \text{ kg}$, $H = 0.75 \text{ m}$, $D = 50.8 \text{ mm}$,

$A = 20.27 \text{ cm}^2$, $d = 0.30 \text{ m}$) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente

prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> σ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

Nspt -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

Nspt -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Rpd -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g)]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN**1**

riferimento

037-2019Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**Cantiere: **Muro a retta**Località: **Via Brogi - Monsummano T.**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **03/04/2019**Pagina: **1**Elaborato: **Falda: Assente**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	10		118,1					
0,40	1	5		51,7					
0,60	2	4		41,3					
0,80	2	5		51,7					
1,00	2	17		175,7					
1,20	2	23		237,7					
1,40	3	30		310,1					
1,60	3	33		341,1					
1,80	3	50		516,8					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN**2**

riferimento

037-2019Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**Cantiere: **Muro a retta**Località: **Via Brogi - Monsummano T.**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **03/04/2019**Pagina: **1**Elaborato: **Falda: Assente**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	21		231,5					
0,40	1	5		55,1					
0,60	2	7		77,2					
0,80	2	16		176,4					
1,00	2	27		279,1					
1,20	2	38		392,8					
1,40	3	50		516,8					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN**3**

riferimento

037-2019Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**Cantiere: **Muro a retta**Località: **Via Brogi - Monsummano T.**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **03/04/2019**Pagina: **1**Elaborato: **Falda: Assente**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	14		154,4					
0,40	1	13		143,3					
0,60	2	11		121,3					
0,80	2	12		132,3					
1,00	2	14		144,7					
1,20	2	21		217,1					
1,40	3	21		217,1					
1,60	3	30		310,1					
1,80	3	35		361,8					
2,00	3	50		486,4					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

Committente:	Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.:	kg/cm²	Data eseg.:	03/04/2019
Cantiere:	Muro a retta	Pagina:	1	Falda:	Assente
Località:	Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:			

H = profondità	qcd = resistenza dinamica punta
L1 = prima lettura (colpi punta)	Asta = numero di asta impiegata
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)	

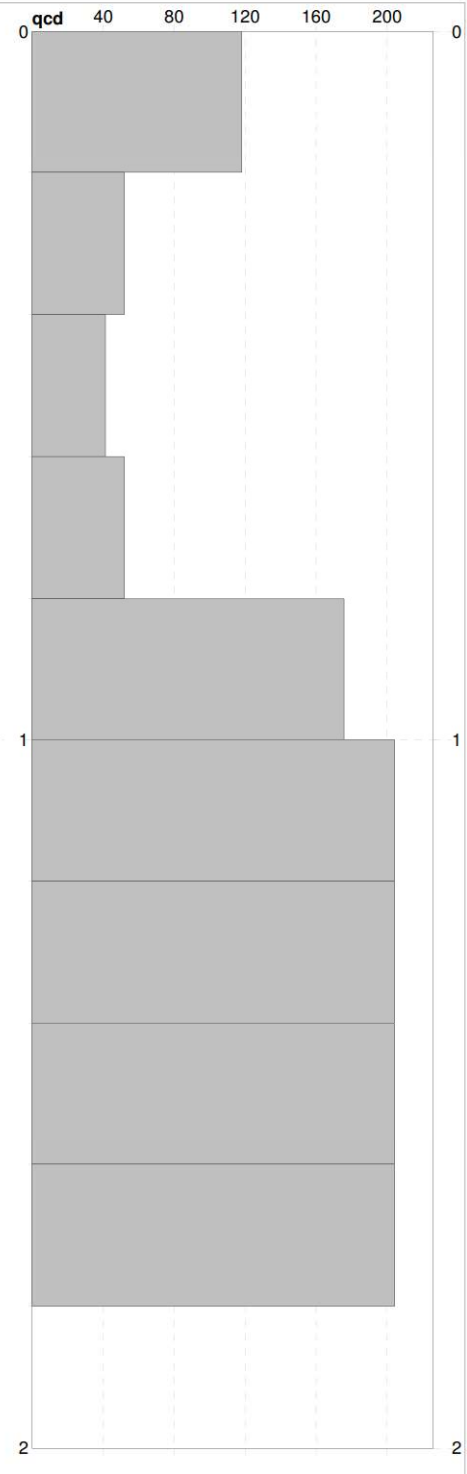
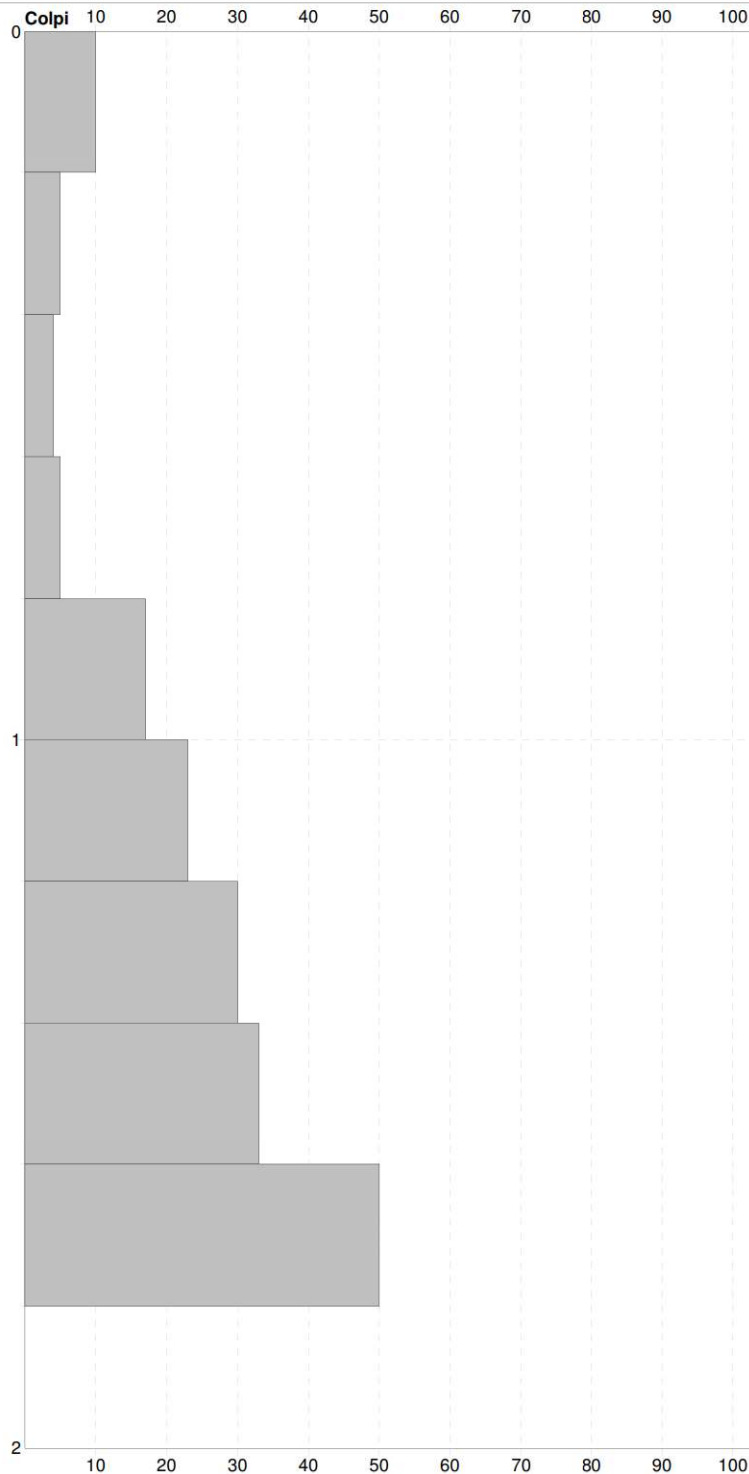
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN
riferimento **1**
037-2019

Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**
Cantiere: **Muro a retta**
Località: **Via Brogi - Monsummano T.**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **03/04/2019**
Scala: **1:10**
Pagina: **1** Quota inizio:
Elaborato: Falda: **Assente**



Penetrometro: TG63-200D
Massa battente: 63,00 kg
Altezza caduta: 0,75 m
Avanzamento: 0,20 m

Responsabile:
Assistente:

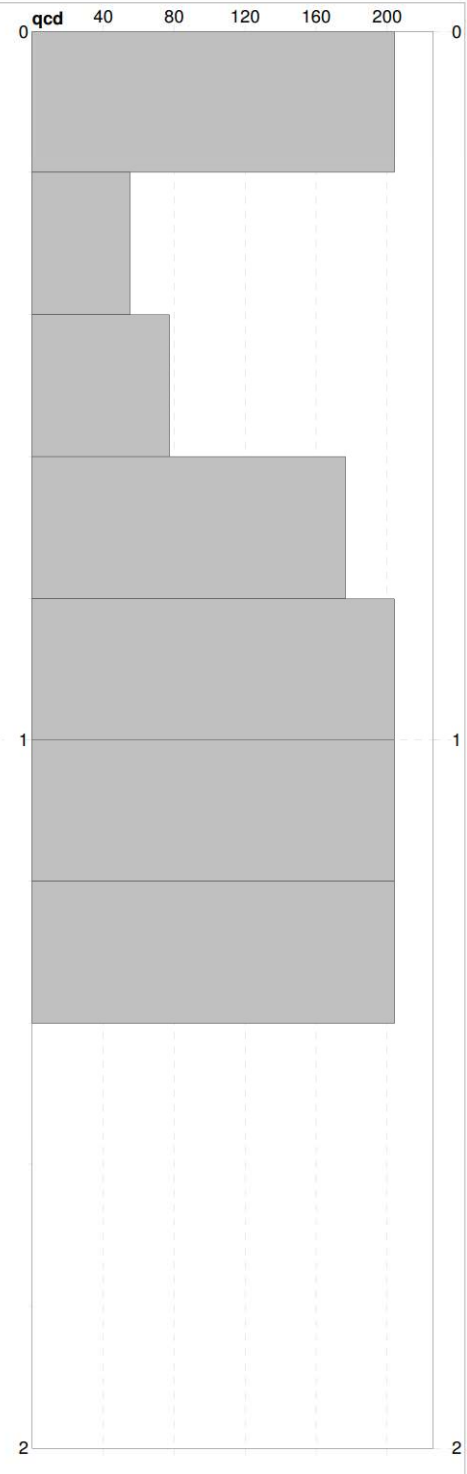
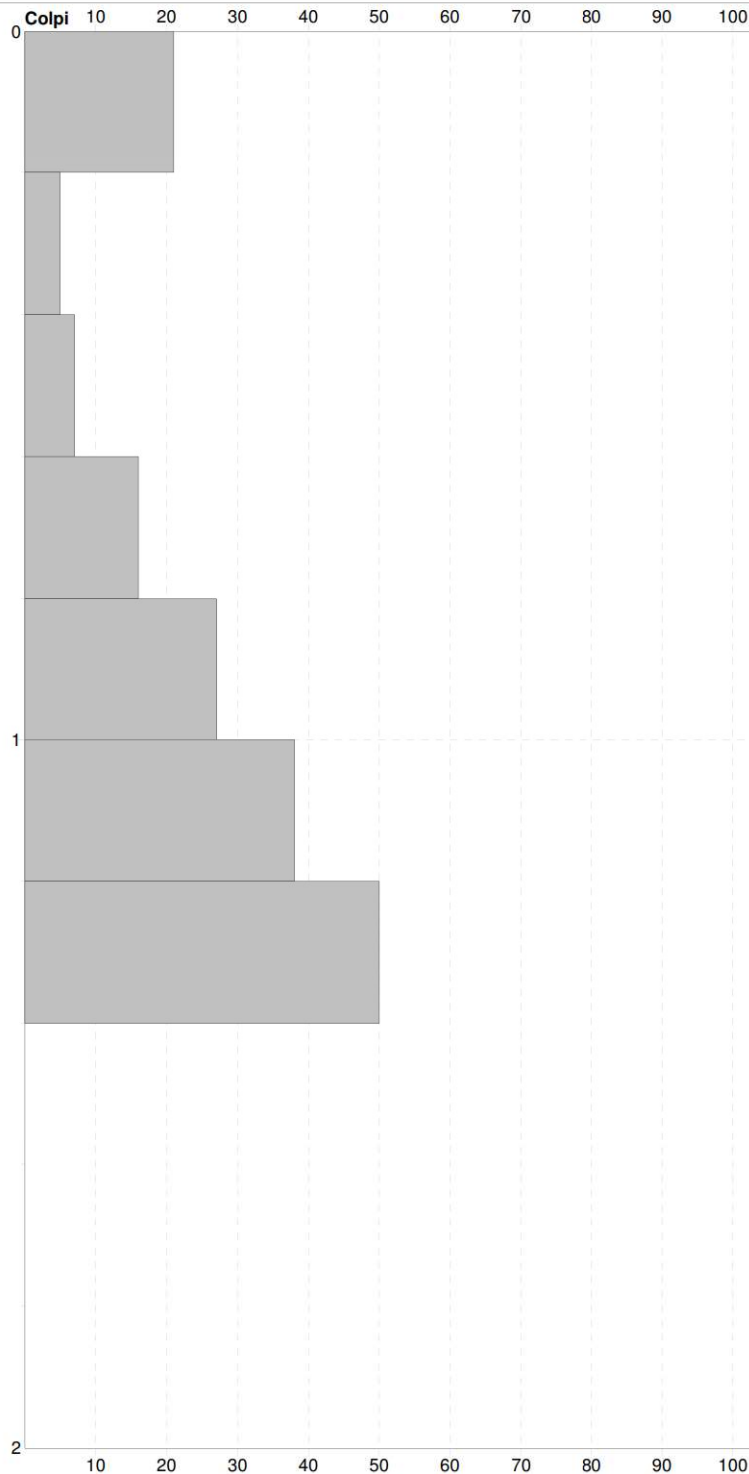
Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA**

DIN	2
riferimento	037-2019

Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**
 Cantiere: **Muro a retta**
 Località: **Via Brogi - Monsummano T.**

U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Scala: 1:10	
Pagina: 1	Quota inizio:
Elaborato:	Falda: Assente



Penetrometro: TG63-200D
Massa battente: 63,00 kg
Altezza caduta: 0,75 m
Avanzamento: 0,20 m

Responsabile:
Assistente:

Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN**3**

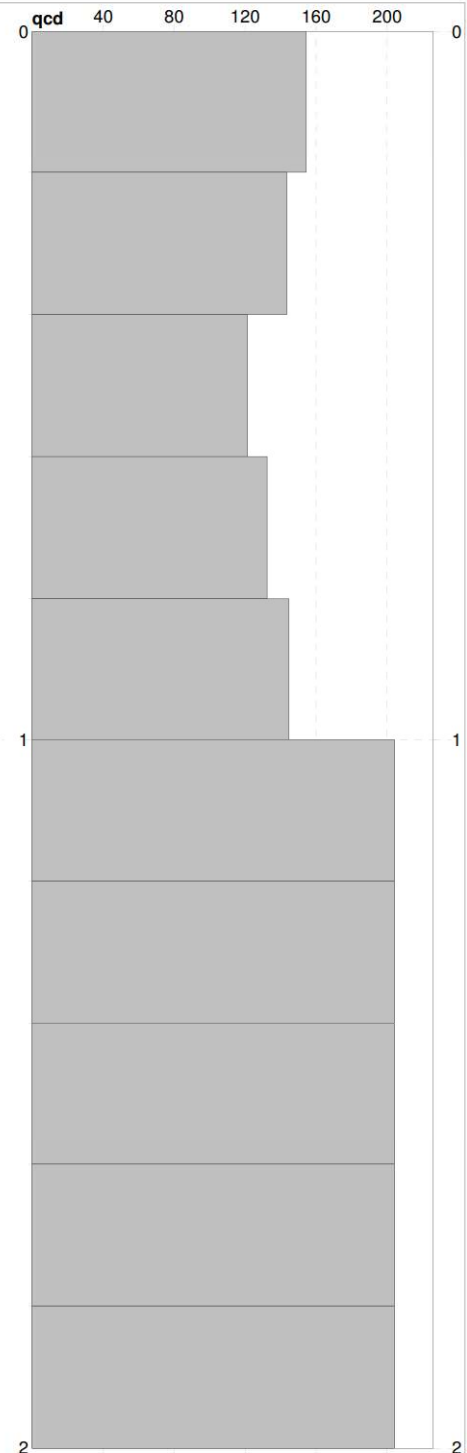
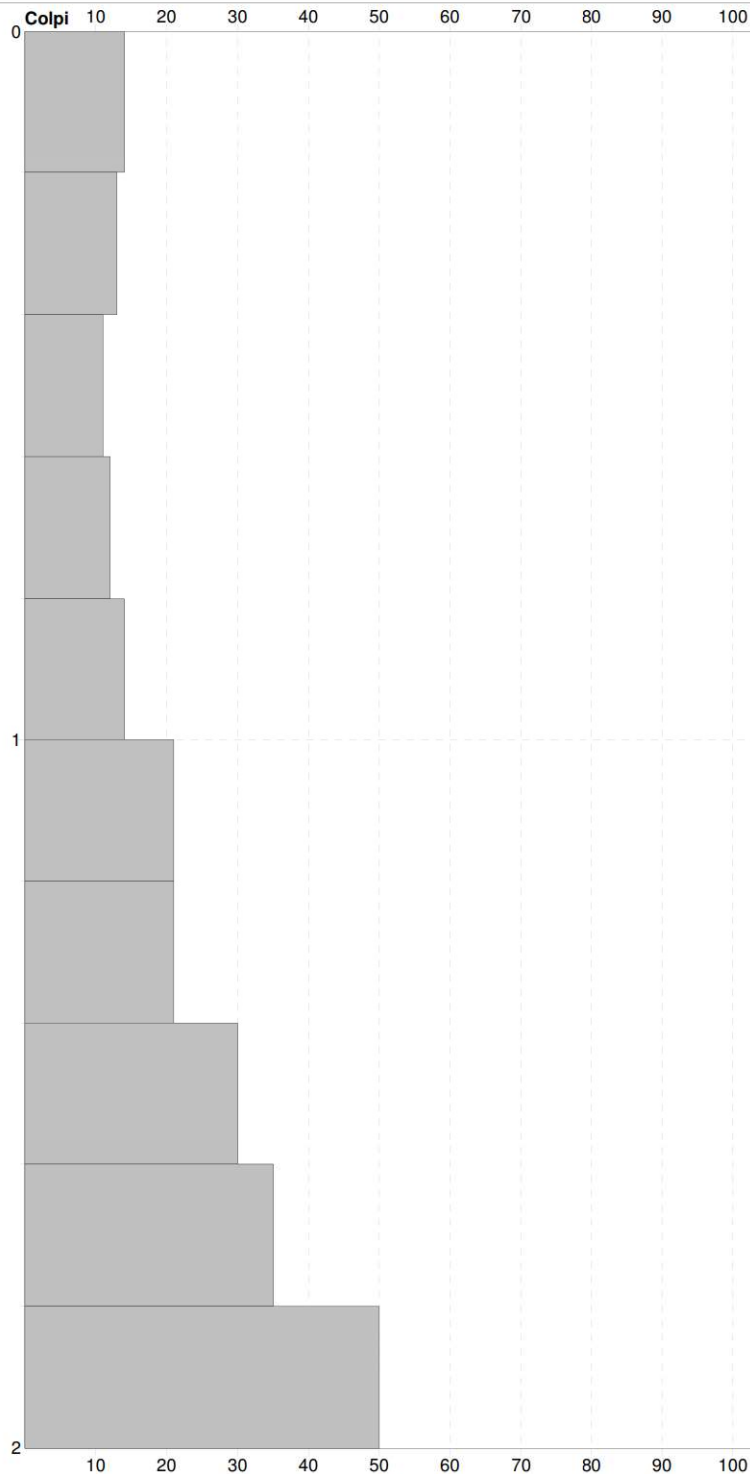
riferimento

037-2019Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**Cantiere: **Muro a retta**Località: **Via Brogi - Monsummano T.**U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:10**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **03/04/2019**

Quota inizio:

Falda: **Assente**

Penetrometro: TG63-200D
Massa battente: 63,00 kg
Altezza caduta: 0,75 m
Avanzamento: 0,20 m

Responsabile:
Assistente:

Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA**DIN****4**

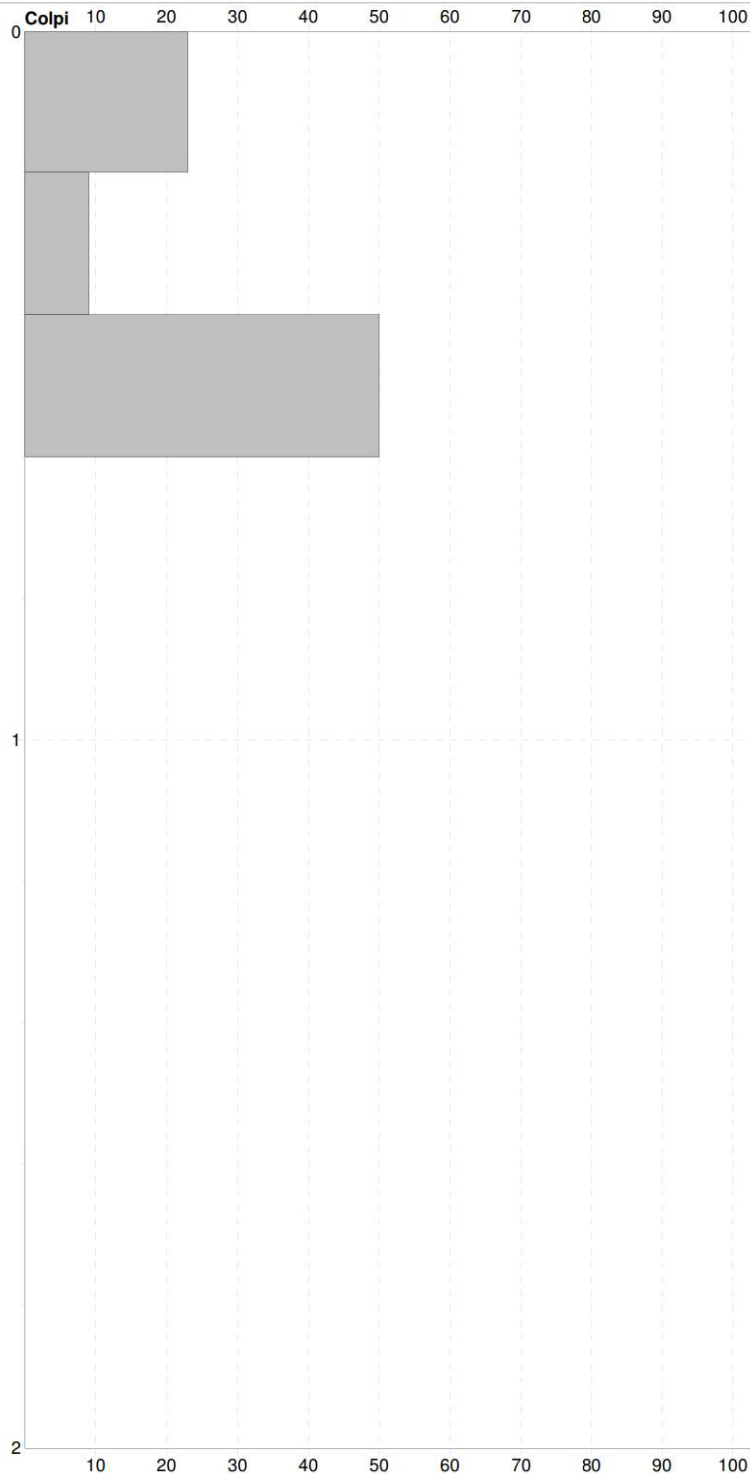
riferimento

037-2019Committente: **Dott Moretti - Quercia Matta**Cantiere: **Muro a retta**Località: **Via Brogi - Monsummano T.**U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:10**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **03/04/2019**

Quota inizio:

Falda: **Assente****Penetrometro:** TG63-200D
Massa battente: 63,00 kg
Altezza caduta: 0,75 m
Avanzamento: 0,20 m**Responsabile:**
Assistente:**Preforo:** m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

FON088

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	1
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	6	1,51	9	65,7	46,3	64	84	3,29	Coesiva	
2	0,80 : 1,80	Media	31	1,51	46	316,3	221,4	195	140	15,81	Coesiva	

NATURA COESIVA								NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	9	0,56	1,89	34,00	0,92	44	---	---	---	---	---	---	---
2	0,80 : 1,80	46	2,88	2,10	20,20	0,55	122	---	---	---	---	---	---	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	1
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	6	1,51	9	65,7	59,5	91	70	3,29	Coes./Gran.	
2	0,80 : 1,80	Media	31	1,51	46	316,3	284,7	166	257	15,81	Coes./Gran.	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	9	0,56	1,89	34,00	0,92	44	32	30	261	1,92	1,48	173	- - -
2	0,80 : 1,80	46	2,88	2,10	20,20	0,55	122	81	40	546	2,13	1,82	514	- - -

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	1
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	6	1,51	9	65,7	66,2	91	70	3,29	Granulare	
2	0,80 : 1,80	Media	31	1,51	46	316,3	316,3	166	257	15,81	Granulare	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	9	---	---	---	---	---	32	30	261	1,92	1,48	173	---
2	0,80 : 1,80	46	---	---	---	---	---	81	40	546	2,13	1,82	514	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	2
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,20	Media	21	1,51	32	231,5	162,1	152	80	11,58	Coesiva	
2	0,20 : 0,60	Media	11	1,51	17	121,3	84,9	99	94	6,06	Coesiva	
3	0,60 : 1,00	Media	22	1,51	32	227,8	165,9	152	119	11,39	Coesiva	
4	1,00 : 1,40	Media	44	1,51	66	454,8	318,3	249	146	22,74	Coesiva	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,20	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	---	---	---	---	---	---	---
2	0,20 : 0,60	17	1,06	1,98	26,99	0,73	63	---	---	---	---	---	---	---
3	0,60 : 1,00	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	---	---	---	---	---	---	---
4	1,00 : 1,40	66	4,13	2,10	20,20	0,55	163	---	---	---	---	---	---	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	2
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,20	Media	21	1,51	32	231,5	208,4	95	192	11,58	Coes./Gran.	
2	0,20 : 0,60	Media	11	1,51	17	121,3	109,1	102	116	6,06	Coes./Gran.	
3	0,60 : 1,00	Media	22	1,51	32	227,8	213,3	142	192	11,39	Coes./Gran.	
4	1,00 : 1,40	Media	44	1,51	66	454,8	409,3	174	343	22,74	Coes./Gran.	

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,20	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	67	37	438	2,06	1,71	394	- - -
2	0,20 : 0,60	17	1,06	1,98	26,99	0,73	63	46	32	322	1,97	1,56	264	- - -
3	0,60 : 1,00	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	67	37	438	2,06	1,71	394	- - -
4	1,00 : 1,40	66	4,13	2,10	20,20	0,55	163	91	43	700	2,18	1,90	684	- - -

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	2
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI													
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione	
1	0,00 : 0,20	Media	21	1,51	32	231,5	231,5	95	192	11,58	Granulare		
2	0,20 : 0,60	Media	11	1,51	17	121,3	121,3	102	116	6,06	Granulare		
3	0,60 : 1,00	Media	22	1,51	32	227,8	237,0	142	192	11,39	Granulare		
4	1,00 : 1,40	Media	44	1,51	66	454,8	454,8	174	343	22,74	Granulare		

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,20	32	---	---	---	---	---	67	37	438	2,06	1,71	394	---
2	0,20 : 0,60	17	---	---	---	---	---	46	32	322	1,97	1,56	264	---
3	0,60 : 1,00	32	---	---	---	---	---	67	37	438	2,06	1,71	394	---
4	1,00 : 1,40	66	---	---	---	---	---	91	43	700	2,18	1,90	684	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	3
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI													
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione	
1	0,00 : 1,00	Media	13	1,51	19	139,2	98,8	107	100	6,96	Coesiva		
2	1,00 : 1,80	Media	27	1,51	40	276,5	193,5	177	138	13,83	Coesiva		
3	1,80 : 2,00	Media	50	1,51	76	486,4	340,5	274	164	24,32	Coesiva		

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 1,00	19	1,19	2,01	25,45	0,69	67	---	---	---	---	---	---	---
2	1,00 : 1,80	40	2,50	2,10	20,20	0,55	110	---	---	---	---	---	---	---
3	1,80 : 2,00	76	4,75	2,10	20,20	0,55	183	---	---	---	---	---	---	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	3
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI													
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione	
1	0,00 : 1,00	Media	13	1,51	19	139,2	127,0	109	127	6,96	Coes./Gran.		
2	1,00 : 1,80	Media	27	1,51	40	276,5	248,8	164	230	13,83	Coes./Gran.		
3	1,80 : 2,00	Media	50	1,51	76	486,4	437,8	195	384	24,32	Coes./Gran.		

			NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE					
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 1,00	19	1,19	2,01	25,45	0,69	67	49	33	338	1,98	1,58	284	- - -
2	1,00 : 1,80	40	2,50	2,10	20,20	0,55	110	75	39	500	2,10	1,77	463	- - -
3	1,80 : 2,00	76	4,75	2,10	20,20	0,55	183	95	44	777	2,21	1,94	770	- - -

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA	DIN	3
	riferimento	037-2019

Committente: Dott Moretti - Quercia Matta	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2019
Cantiere: Muro a retta	Pagina: 1	
Località: Via Brogi - Monsummano T.	Elaborato:	Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI													
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpđ kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione	
1	0,00 : 1,00	Media	13	1,51	19	139,2	141,1	109	127	6,96	Granulare		
2	1,00 : 1,80	Media	27	1,51	40	276,5	276,5	164	230	13,83	Granulare		
3	1,80 : 2,00	Media	50	1,51	76	486,4	486,4	195	384	24,32	Granulare		

			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 1,00	19	---	---	---	---	---	49	33	338	1,98	1,58	284	---
2	1,00 : 1,80	40	---	---	---	---	---	75	39	500	2,10	1,77	463	---
3	1,80 : 2,00	76	---	---	---	---	---	95	44	777	2,21	1,94	770	---

Allegato 2

Indagine geofisica MASW

LABOTER s.n.c.
Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Ufficio: 0573/570566
Laboratorio: 0573/1720130
Fax. 0573/910056
laboter@laboterpt.it
laboter@pec.laboterpt.it
www.laboterpt.it
P.IVA: 00515880474

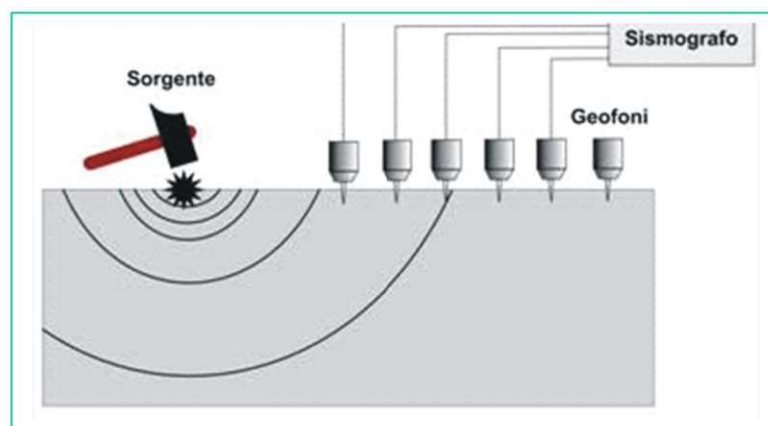


MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

INDAGINE SISMICA CON TECNICA MASW + REMI

Ubicazione: Podere Quercia Matta - Via Brogi 1216 – Monsummano Terme (PT)

Professionista incaricato: Dott. Geol. Leonardo Moretti




Handwritten signature of the professional.

Pistoia, 15 Ottobre 2018

Laboter snc

1. PREMESSA

Su incarico da Dott. Geologo Leonardo Moretti, è stata eseguita un'indagine sismica in Comune di Monsummano Terme, Via dei Brogi n.1216, presso Podere Quercia Matta. Lo scopo dell'indagine è la caratterizzazione dinamica del sottosuolo nelle prime decine di metri con l'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali velocità delle onde longitudinali P (V_p), velocità delle onde trasversali S (V_s) e i relativi parametri elastici (E , G , K e ν). Sulla base dei valori di V_s e del modulo di taglio (G) sarà possibile valutare la rigidità del suolo e fornire delle prime indicazioni sul comportamento dinamico della parte superficiale del sottosuolo.

2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su

ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

2.1 Strumentazione utilizzata

La strumentazione ed attrezzatura (Do.Re.Mi) utilizzata per l'acquisizione dei dati è costituita da:

- Sistema di energizzazione delle onde: la sorgente è costituita da una mazza dal peso di 10 Kg battente verticalmente od eventualmente orizzontalmente, su di una piastra del diametro di 20 cm posta direttamente sul piano campagna, la quale permette di avere un preciso punto di impatto in fase di energizzazione ed aiuta a far sì che la massa energizzante non affondi troppo nel terreno disperdendo energia.

- Sistema di ricezione: costituito da 12 geofoni verticali ed orizzontali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile con peso della massa 23.6 gr e frequenza propria di 4.5 Hz, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente.
- Sistema di acquisizione dati: cavo sismico a cui sono collegati in sequenza i vari geofoni ciascuno dei quali rappresenta un singolo canale, notebook PC Windows XP con software DoReMi; il sistema è in grado di convertire in digitale e registrare su memoria il segnale proveniente da ciascuna canale dal sistema di ricezione.
- Sistema di trigger: interruttore di consenso che individua il momento in cui viene prodotta l'energizzazione sul terreno: può essere costituito dalla chiusura di un contatto che si realizza dal far toccare due poli mediante un geofono.

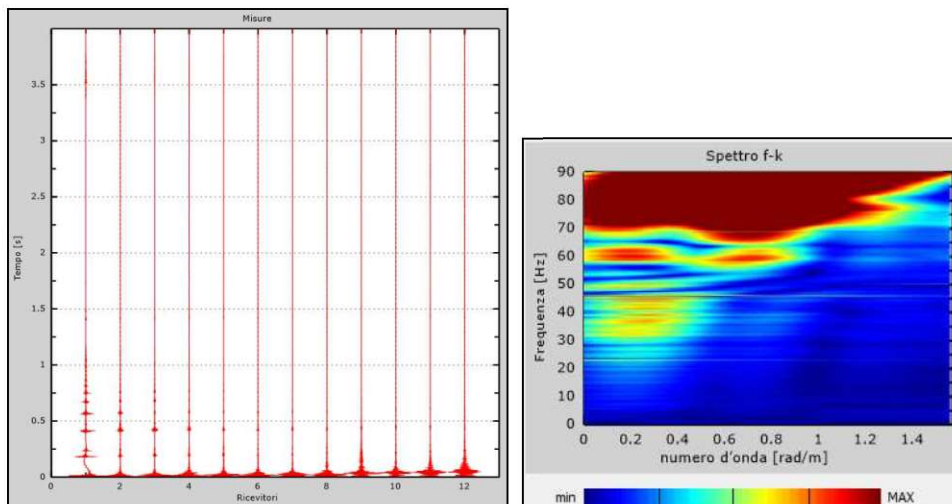
2.2 Indagine MASW – metodologia ed acquisizione

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Reyleigh, le quali viaggiano ad una velocità correlata con la rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Reyleigh sono dispersive, ovvero la velocità di fase apparente di tali onde dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva di queste è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali, dando informazione sulla parte più superficiale del suolo, mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi. Il metodo di indagine masw utilizzato è di tipo attivo, in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo, tramite energizzazione con massa battente da 10 Kg, e misurate da uno strumento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenze tra 5-10Hz e 70-100Hz. Inoltre, ed unitamente alla tecnica attiva, viene utilizzata una tecnica passiva (REMI) che permette di analizzare frequenze più basse 0-5Hz e quindi di scendere più in profondità con l'analisi del sottosuolo. I fondamenti teorici del metodo masw fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative. L'acquisizione dei dati è stata effettuata posizionando 12 geofoni da 4.5 Hz con distanza intergeofonica di 2.0 metri, per una lunghezza totale di 24 metri. L'elaborazione è stata eseguita tramite il software MASW (V. Roma 2007) ed EasyMasw.

3. ELABORAZIONE INDAGINE MASW

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna mediante strumentazione Do.Re.Mi., sono stati elaborati con il software Easy MASW e con MASW 2007. Inoltre è stata effettuata l'acquisizione REMI, ovvero una tecnica passiva che consiste nel registrare i microtremori, cioè rumori ambientali dovuti a sorgenti naturali e/o artificiali.

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	4000
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.333



3.1 Risultati analisi e tecnica passiva (REMI)

Frequenza finale 65Hz
 Frequenza iniziale 2Hz
 Numero di ricevitori 12
 Numero di campioni temporali..... 3.26787e-312
 Passo temporale di acquisizione 2ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms

3.3 Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
37.2714	772.081	629.296	914.866
46.1903	644.326	531.602	757.051
56.5225	550.389	467.725	633.054
63.5894	512.814	437.665	587.964

3.4 Risultati

Numero di strati (escluso semispazio)..... 4
 Spaziatura ricevitori [m] 2.0m
 Numero ricevitori..... 12
 Numero modi 10

Strato 1

h [m] 2
 z [m] -2
 Densità [kg/m³] 2000
 Poisson 0.3
 Vs [m/s] 470
 Vp [m/s] 879
 Vs min [m/s] 285
 Vs max [m/s] 705
 Vs fin.[m/s] 470

Strato 2

h [m] 3
 z [m] -5
 Densità [kg/m³] 2000
 Poisson 0.3
 Vs [m/s] 570
 Vp [m/s] 1066
 Vs min [m/s] 285
 Vs max [m/s] 1140
 Vs fin.[m/s] 570

Strato 3

h [m] 0.5
 z [m] -5.5
 Densità [kg/m³] 2100
 Poisson 0.25
 Vs [m/s] 800
 Vp [m/s] 1386
 Vs min [m/s] 358
 Vs max [m/s] 1200
 Vs fin.[m/s] 800

Strato 4

h [m] 0
 z [m] -00
 Densità [kg/m³] 2200
 Poisson 0.25
 Vs [m/s] 1050
 Vp [m/s] 1819
 Vs min [m/s] 429
 Vs max [m/s] 1575
 Vs fin.[m/s] 1050

Vseq=525 m/sec

H (m)	Vs_equ (m/s)				Vs (m/s)
	100	180	360	800	> 800
3	RSL	E	E	B	A
20					
30					
>30		D	C		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	1
2.1 Strumentazione utilizzata.....	2
2.2 Indagine MASW – metodologia ed acquisizione	3
3. ELABORAZIONE INDAGINE MASW	4
3.1 Risultati analisi e tecnica passiva (REMI).....	5
3.3 Curva di dispersione	5
3.4 Risultati	5