



# Programma Operativo Val d'Agri Melandro Sauro Camastra

Soggetto Responsabile Regione Basilicata  
Dipartimento Presidenza della Giunta Regionale  
Struttura di Progetto Val d'Agri  
Piazza Zuccherini - Villa d'Agri di Marsicovetere (PZ)



Comune di PATERNO

## LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO FUNZIONALE EDIFICI DI CULTO

**Chiesa San Bartolomeo - c/da Piazzolla Paterno (PZ)**

Soggetto Attuatore  
PARROCCHIA SAN GIOVANNI EVANGELISTA  
Comune di Paterno (PZ)

Allegati

## PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

### Relazione geologica

Validatori

Revisione n.

Del

Scala

Redatto da

DI GRAZIA NICOLA  
2025.06.06 19:46:19  
CN=DI GRAZIA NICOLA  
C=IT  
2.5.4.4=DI GRAZIA  
2.5.4.42=NICOLA

Geol Nunzio Onofio

Data

agosto 2024

## Sommario

1	Introduzione.....	3
2	Morfologia dell'area .....	4
2.1	Riferimenti normativi:.....	8
3	Cenni Stato delle strutture .....	9
4	Metodologia di lavoro.....	10
5	Descrizione del progetto .....	11
6	Quadro vincolistico .....	13
6.1	Vincolo idrogeologico.....	13
6.2	Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.....	15
7	Caratteristiche geomorfologiche e stabilità dell'area.....	17
8	Acque superficiali e profonde.....	20
9	Geologia dell'area .....	22
10	Modello stratigrafico dell'area. ....	26
11	La permeabilità dei complessi rocciosi.....	27
12	Geologia tecnica dell'area .....	29
12.1	Indagini sismiche .....	30
12.2	Sismostratigrafia dell'area indagata .....	31
12.3	Prova penetrometrica dinamica DPSH (DYNAMIC PROBING). ....	33
13	MODELLO GEOLOGICO-TECNICO.....	43
14	Inquadramento sismico territoriale .....	44
14.1	Introduzione .....	44
14.2	Pericolosità sismica .....	44
14.3	Risposta Sismica Locale .....	45
15	Indicazioni progettuali e conclusioni .....	47

## Indice tavole

Tav. 1	corografia .....	5
Tav. 2	carta di ubicazione .....	6
Tav. 3	foto aerea .....	7
Tav. 4	stralcio catastale.....	11
Tav. 5	Carta del vincolo idrogeologico.....	14
Tav. 6	Carta del rischio frane (Rif. Adb Basilicata).....	16
Tav. 7	Carta geomorfologica .....	19
Tav. 8	Carta geologica .....	24
Tav. 9	Sezione geologica .....	25

## 1 Introduzione

La presente relazione geologica è stata redatta per lo studio di un'area di C.da Piazzolla di Paterno dove è ubicata la Chiesa di San Bartolomeo che è interessata da "Lavori di ristrutturazione ed adeguamento funzionale edifici di culto" .

Le strutture sono ubicate su di un terreno sito al foglio di mappa n. 29 - particella n. 145.

Lo scopo dell'indagine è di fornire, ai tecnici progettisti delle strutture fondali ed in elevazione, tutti quegli elementi utili a valutare la stabilità dell'area dal punto di vista geologico. In particolare, lo studio è rivolto all'individuazione delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni, alla caratterizzazione geomorfologica ed idrogeologica dei luoghi, nonché alla determinazione dei parametri fisico-meccanici dei terreni interessanti l'opera in progetto.

Per la stesura della presente relazione, si è fatto riferimento ad alcune indagini geognostiche realizzate nell'area per precedenti studi.

La presente Relazione Geologica, con le relative tavole tematiche e risultati delle indagini geognostiche, fa parte integrante della documentazione tecnico-amministrativa occorrente per la presentazione del Progetto agli Uffici Pubblici competenti per ottenere le necessarie autorizzazioni alla costruzione dell'impianto. Essa ha lo scopo di pervenire ad una completa caratterizzazione del terreno, sia sotto il profilo geologico-tecnico che idrogeologico e sismico del luogo, al fine di valutare la fattibilità dell'opera in progetto e verificare le condizioni di stabilità dell'insieme dell'area, secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni - Infine si è tenuto dell'Ordinanza del Pres. Cons. Ministri, n. 3274 del 20/03/2003 – pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.05.2003 – in cui è stato stabilito il passaggio del comune di Paterno (PZ) alla zona ad alta sismicità.

## **2 Morfologia dell'area**

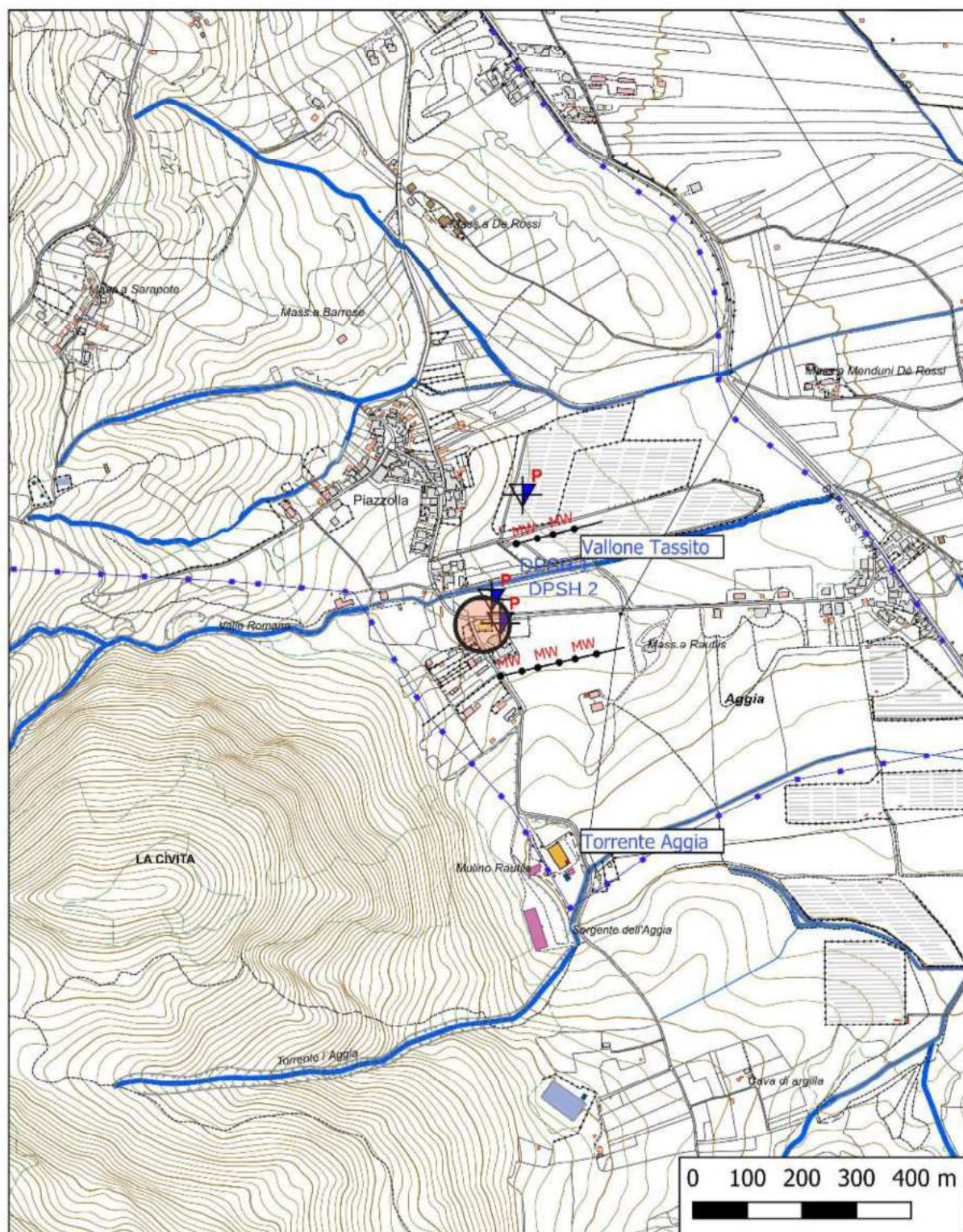
La chiesa è ubicata in c.da Piazzolla di Paterno al foglio n. 29 p.lla n. 145 , in sinistra idraulica del torrente Aggia ed in destra del Vallone Tassito; ed è posta praticamente sullo spartiacque dei due fossi.

A monte dell'area abbiamo la presenza dei monti della Serra Longa e Serra Costiera che fungono da spartiacque fra il Bacino idrografico del Vallo di Diano e quello della Valle dell'Agri.


Morfologicamente il sito, costituito da materiali alluvionali, è subpianeggiante con una inclinazione del 3-5° in direzione del fiume Agri, a costituire l'area pedementana di raccordo tra La Civita (909 m slm) e la pianura dell'Agri. Il torrente Aggia funge da fosso drenante delle acque superficiali dell'area. Il sito è posto ad una quota sul livello del mare di 624 m.



Tav. 1 corografia

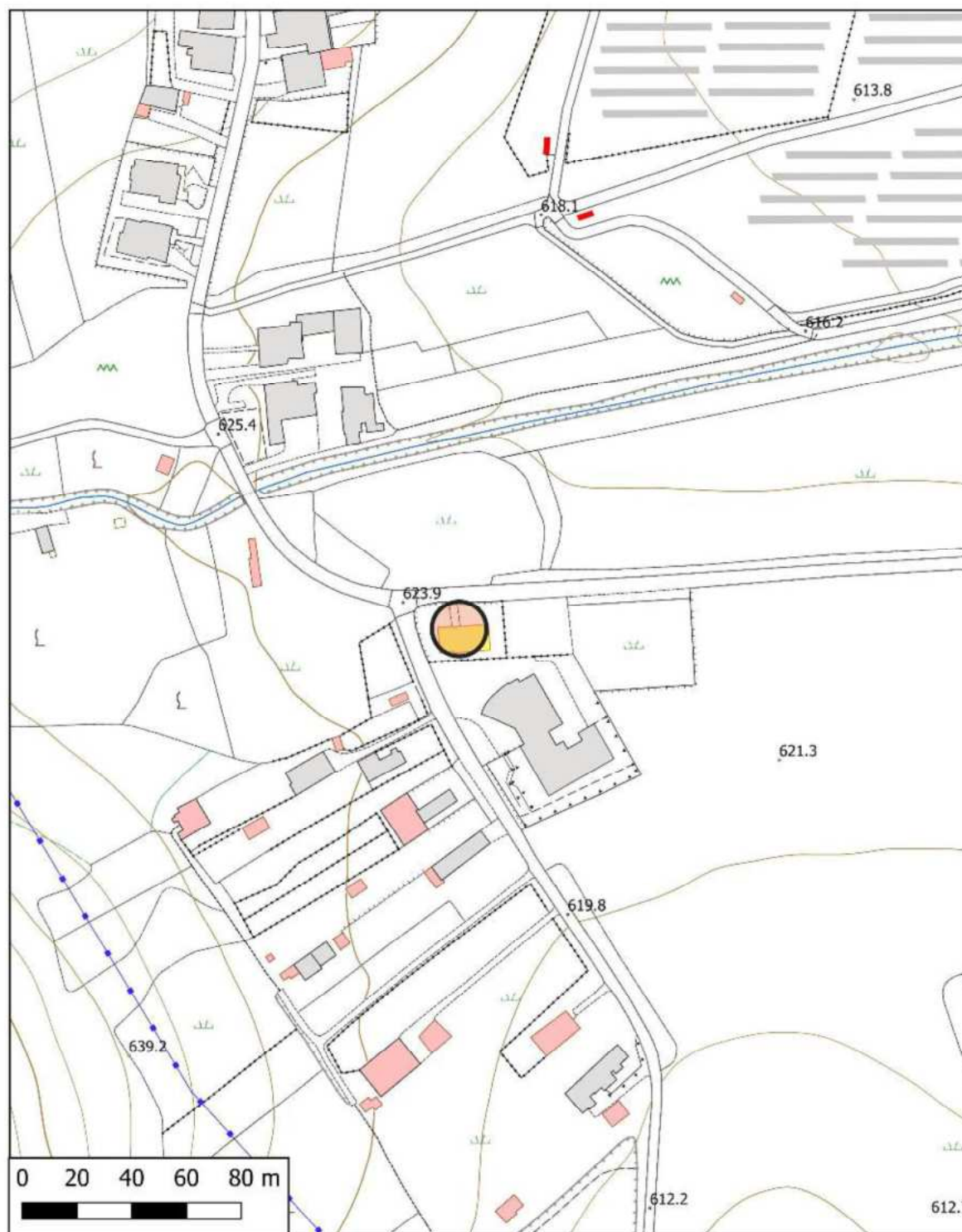


### legenda


-  ubicazione Chiesa San Bartolomeo  
C.da Piazzolla  
foglio n. 29 p.lla n. 145



Tav. 2 carta di ubicazione




### legenda

-  ubicazione Chiesa San Bartolomeo  
C.da Piazzolla  
coord. 40.353322,15.746868

Tav. 3 foto aerea



legenda

-  ubicazione Chiesa San Bartolomeo  
C.da Piazzolla  
foglio n. 29 p.la n. 145

La cartografia ufficiale che interessa l'area indagata è la seguente:

- Foglio n. 505 *Moliterno*, della Carta Topografica d'Italia, a scala 1: 50.000;
- Sezione IV *Tramutola* a scala 1:25.000.
- Foglio n° 199, della Carta Geologica d'Italia *Potenza*, a scala 1: 100.000.
- Carta geologica d'Italia scala 1:50.000 foglio Moliterno.
- Foglio catastale n° 29 - comune di Paterno, a scala 1:4.000.
- Carta tecnica regionale, a scala 1:5000.

## 2.1 Riferimenti normativi:

- **D.M. 11/03/1988;**
- **Circ. Min. LL.PP. 30483** del 24/09/1988;
- Legge L. R. **38/97** "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico";
- **D.M. 14/01/2008** "Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni";
- **Cons. Sup. LL.PP.** "Circolare 2 febbraio 2009 n° **617** – Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- **Consiglio Regionale della Basilicata:** "Delibera n° **575** del 4 agosto 2009 – Regolamento per l'esecuzione dei controlli. Regolamento di attuazione della **L.R. 38/97**";
- **R.D. 3267** del 30/12/1923 – Vincolo idrogeologico;
- **Autorità di Bacino della Basilicata:** "Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (**PAI**) – aggiornamento 2016
- **Piano paesistico** Legge regionale 11 agosto 1999 n.23
- **DECRETO 17 gennaio 2018** Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8)
- **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7** del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018". - Supplemento ordinario n. 5 alla Gazzetta ufficiale n. 35 dell'11 febbraio 2019.
- **Documento di attuazione della l.r. 38/97** criteri e modalità attuativi l.r. n. 38/1997 art. 12 comma 1 - Deliberazione 22 giugno 2022, n.378



### 3 Cenni Stato delle strutture

Le strutture esistenti si presentano in cattivo stato, non sono interessate da fenomeni di franosi ma mostrano i segni della vetustà delle murature portanti. Le strutture necessitano di ristrutturazione. Di seguito si riporta la documentazione fotografica dello stato di fatto.



#### 4 Metodologia di lavoro

L'impostazione metodologica dei rilievi geologici è stata distinta in due fasi descritte di seguito:

**la prima fase** è consistita in un'analisi fotointerpretativa di tutta l'area di indagine e del territorio circostante, nel raggio di qualche Km. La fotointerpretazione è stata eseguita su coppie stereoscopiche di fotogrammi, a scala 1:30.000, del volo aereo effettuato dall'IGM nell'anno 1985. Sono stati così individuati i principali fenomeni geomorfologici, le principali indicazioni tettoniche, i bacini idrografici principali e secondari, i litotipi affioranti più importanti, nonché le informazioni sulle colture agro-forestali dell'area.

**La seconda fase** si è sviluppata parallelamente alla prima ed è consistita in un dettagliato rilievo geologico ed idrogeologico sul terreno. Contemporaneamente sono state consultate le indagini sismiche del tipo Masw, e rielaborate le indagini penetrometriche in sito del tipo DPSH (DPSH3). Inoltre sono state eseguite altre due indagini penetrometriche nel sito (DPSH 1-2). Le indagini ci hanno consentito la caratterizzazione geologico tecnica e sismica dell'area d'indagine.

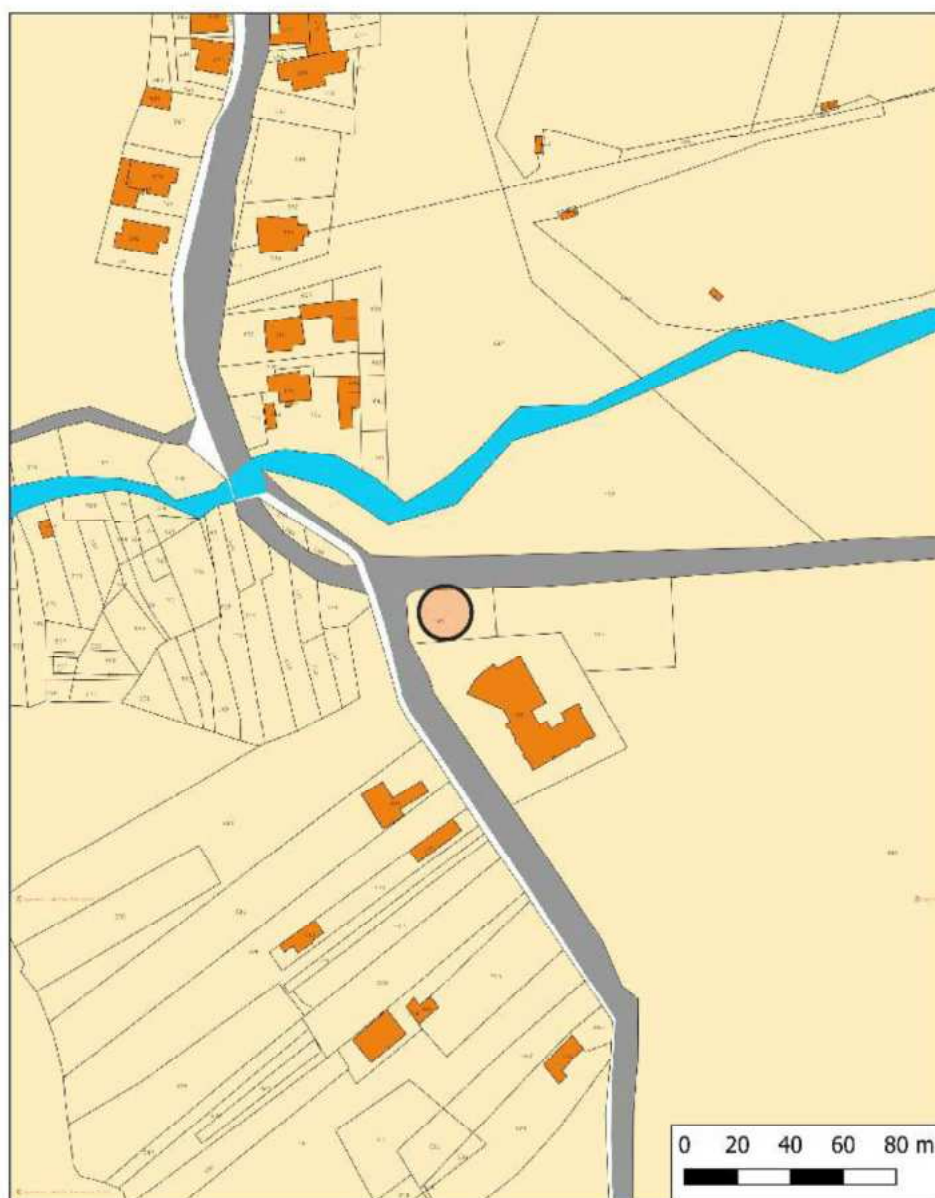
Il rilievo geologico, così organizzato, ha permesso la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche e fisico-meccanica dei terreni destinati all'intervento in progetto e la possibilità di fornire ai tecnici-progettisti le indicazioni necessarie ad operare una corretta scelta delle soluzioni più idonee per le opere strutturali.

Per la stesura delle cartografie tematiche come base cartografica si è scelto di utilizzare la cartografia tecnica esistente sul territorio, che è a scala 1:5.000.


## 5 Descrizione del progetto

L'edificio della chiesa si compone di un'aula liturgica di circa 85 mq., per un'altezza media di 3.5 m. e di una sacrestia. La struttura portante è in muratura che mostra i segni della vetustà con lesioni agli intonaci. Gli interventi previsti consistono in opere di ristrutturazione con la realizzazione di nuove coperture, per evitare infiltrazioni di acque e il rifacimento dei solai e degli intonaci ecc.

Tav. 4 stralcio catastale



### legenda

-  ubicazione Chiesa San Bartolomeo  
C.da Piazzolla  
foglio n. 29 p.lla n. 145

## **6 Quadro vincolistico**

Vengono analizzati, di seguito, gli aspetti vincolistici dell'area con particolare riferimento ai vincoli con implicazione di carattere geologico.

### **6.1 Vincolo idrogeologico.**

Il R.D.L. 30/12/1923 n. 3267 - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e territori montani - è la legge che istituisce il vincolo idrogeologico e altre norme per la difesa del suolo. Esso è regolato dal R.D.L. del 16/05/1926 n. 1126.

In questo R.D.L. sono contenute le norme relative alla garanzia della stabilità del suolo (tale termine si riferisce alla litologia del terreno) ed al buon regime delle acque, che comprendono limitazioni alla proprietà terriera discendenti dal vincolo stesso, soprattutto in materia di taglio di boschi, di pascoli e movimento di terreno in genere e disposizioni per la sistemazione idraulico-forestale e rimboschimento nei terreni vincolati e nei bacini montani.

La legge stabilisce quali sono i terreni sottoposti a vincolo, le modalità e le conseguenti limitazioni, le cui prescrizioni vengono a costituire le *Prescrizioni di massima e di Polizia Forestale* e regolano il rapporto tra il proprietario e l'autorità forestale in termini di trasformazione del terreno e del soprassuolo. Il limite del vincolo idrogeologico dell'intero territorio, riportato nella - Tavola dei vincoli - è stato ricostruito dai fogli catastali a scala 1:10.000, redatti dalla Milizia Nazionale Forestale nell'anno 1939.

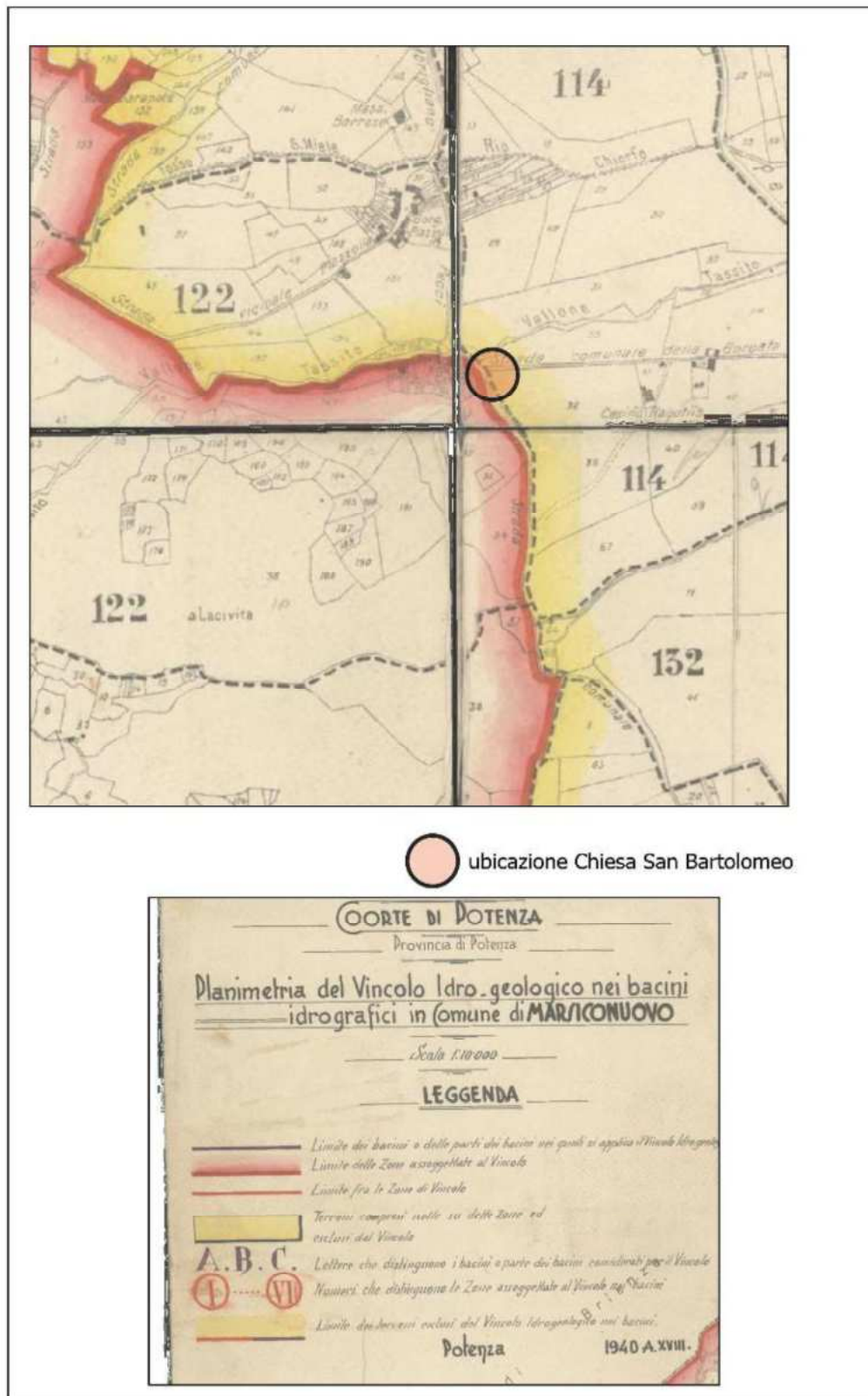
La Regione Basilicata ha regolamentato il Vincolo Idrogeologico con la L. R. n. 42 del 1998, precisamente all'art. 16 – comma 3 - rinvia alle norme previste nelle L. Statali citate in precedenza.

Il Dipartimento Politiche Agricole e Forestali - Ufficio Foreste e Tutela del Territorio ha, inoltre, emanato la Delibera di Giunta Regionale n. 412 del 31.03.2015 riguardante le "Disposizioni in materia di Vincolo Idrogeologico" e la successiva D.G.R. n. 454 del 25.05.2018 relativa alle Disposizioni in materia di vincolo idrogeologico - RDL 3267/23 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani". Legge Regionale 10 novembre 1998, n. 42 "Norme in materia forestale, art. 16 comma 2 di integrazione degli artt. 16, 17, 18 della DGR del 31 marzo 2015, n. 412".

**Come si evince dalla tavola riportata di seguito, l'area non è inserita nelle aree vincolate dal R.D.L. 30/12/1923 n. 3267 .**



Tav. 5 Carta del vincolo idrogeologico.



## **6.2 Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale**

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89.

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico. I Piani interessati nella nostra analisi sono stati quelli redatti dall'ex AdB di Basilicata che ha competenze sul bacino dell'Agri. Il 21 dicembre 2016 il Comitato Istituzionale dell'AdB con delibera n.11 ha approvato il primo aggiornamento 2016 del PAI, vigente dal 9 febbraio 2017, data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana (n.33.) Successivamente, con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 luglio 2019, pubblicato su GU Serie Generale n. 265 del 12.11.2019, sono stati approvati il secondo aggiornamento 2016 PAI Aree di versante e Fasce Fluviale ed il primo aggiornamento 2017 PAI Aree di versante. Il Piano Stralcio per le Aree di Versante individua le aree con fenomeni di dissesto in atto e/o potenziali e nella carta del rischio, individua le aree soggette a rischio idrogeologico. Il rischio idrogeologico è correlato ai livelli di pericolosità registrati o stimati nelle singole porzioni di territorio, ed è la misura del danno arrecabile dagli eventi calamitosi in una determinata area. Il rischio totale è espresso dal prodotto della pericolosità (probabilità di accadimento) moltiplicato il valore degli elementi a rischio moltiplicato la vulnerabilità:

$$R = P * V * E$$

Le aree di versante, in funzione della classe di rischio, sono distinte in:

R4 - Aree a rischio idrogeologico molto elevato;

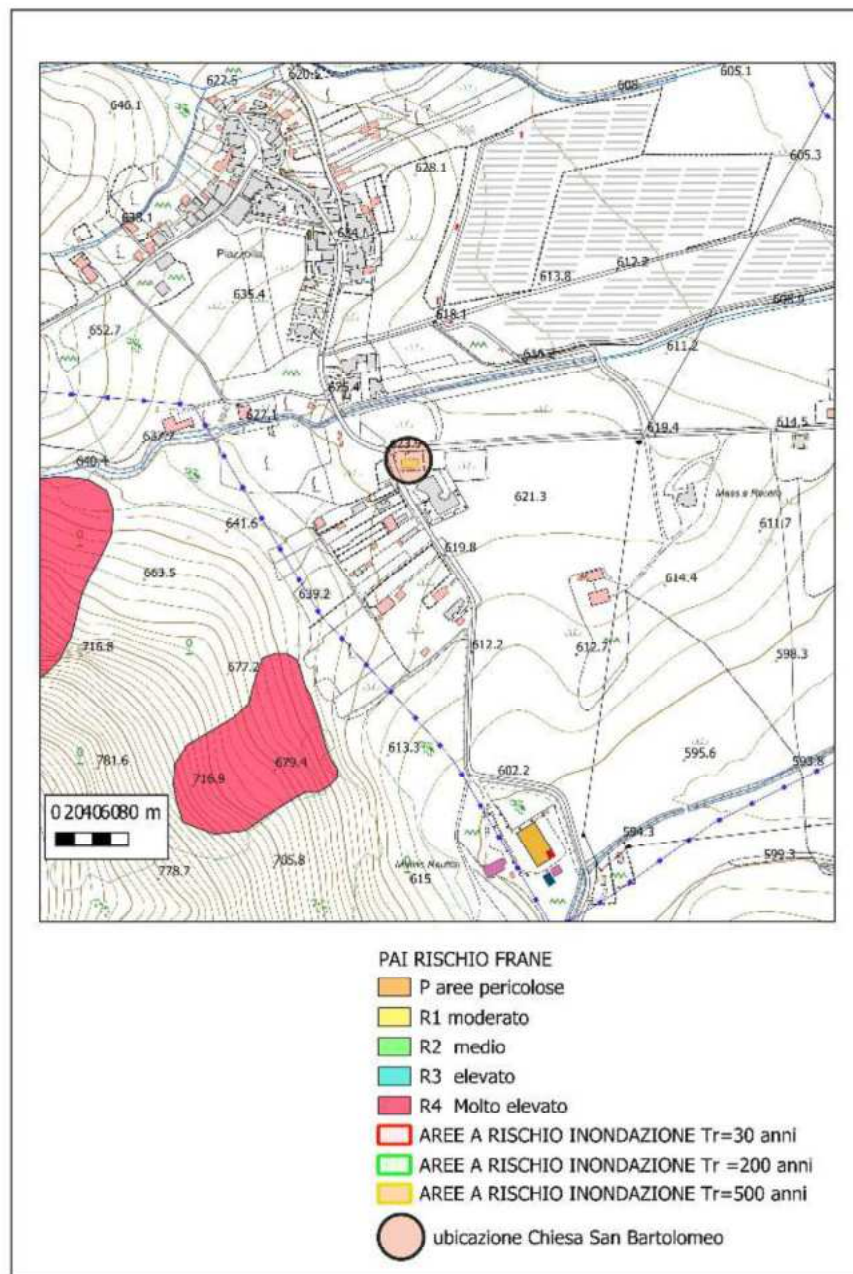
R3 - Aree a rischio idrogeologico elevato;

R2 - Aree a rischio idrogeologico medio;

R1 - Aree a rischio idrogeologico moderato;  
P - Aree pericolose;  
ASV - Aree soggette a verifica idrogeologica.

**Le aree di intervento non sono inserite in parte in aree a rischio franosità.**

Tav. 6 Carta del rischio frane (Rif. Adb Basilicata)



## **7 Caratteristiche geomorfologiche e stabilità dell'area.**

L'area in cui è situata la chiesa appartiene, geograficamente, alla zona interna dell'Appennino Campano-Lucano, ed è posta in una conca tettonica denominata "*Alta Valle dell'Agri*".

Essa rappresenta una porzione del territorio allungata in direzione appenninica delimitata ad Est ed a Ovest dai rilievi montuosi. Tutta la valle è attraversata dal corso del fiume Agri. I rilievi che la delimitano sono contraddistinti da fianchi piuttosto scoscesi attraversati da torrenti che terminano il loro tragitto in corrispondenza della brusca interruzione di pendenza con le superfici pianeggianti della valle. Durante il Pleistocene (< 10.000 anni) quest'ampia valle era sede di un grande lago. In seguito ai fenomeni climatici e fenomeni riconducibili ad attività tettonica durante l'età Pleistocenica e parte di quella Olocenica, più o meno lentamente il bacino lacustre andò prosciugandosi lasciando il posto ai depositi di conoidi ed alluvioni che ne ricoprono i sedimenti lacustri. In seguito questi materiali furono distribuiti nella valle dai torrenti affluenti del fiume Agri ed infine sormontati a loro volta da quelli trasportati dal fiume fino alle epoche più recenti.

Il sito è ubicata in sinistra idraulica del torrente Aggia ed in destra del vallone Tassito, ed è sullo spartiacque dei due torrenti.

Morfologicamente il sito, costituito da materiali alluvionali, è pianeggiante con una inclinazione del 3% in direzione del fiume Agri. Il torrente Aggia funge da fosso drenante delle acque superficiali dell'area. Il sito è posto ad una quota sul livello del mare di 624 m e 606 m. A monte dell'area abbiamo la presenza dei monti della Serra Longa e Serra Costiera che fungono da spartiacque fra il Bacino idrografico del Vallo di Diano e quello della Valle dell'Agri.

I suoli dell'area di progetto si sono evoluti in aree pianeggianti o sub-pianeggianti. I substrati sono costituiti da depositi alluvionali sabbioso-argillosi. Essi presentano una falda a 30 – 40 cm dalla superficie.

Sono suoli a moderata differenziazione del profilo, per parziale rimozione dei carbonati e brunificazione in genere nella parte alta del profilo. In profondità presentano fenomeni di idromorfia, con conseguente gelificazione, la tessitura è argillosa con scarsa presenza di scheletro.

Questi suoli sono coltivati a seminativi asciutti e irrigui, ed erbai.

Non si è provveduto alla elaborazione di una carta delle pendenze in quanto siamo in presenza, per un discreto intorno dal sito dell'impianto fotovoltaico, di una sola classe principale di pendenza che è la:

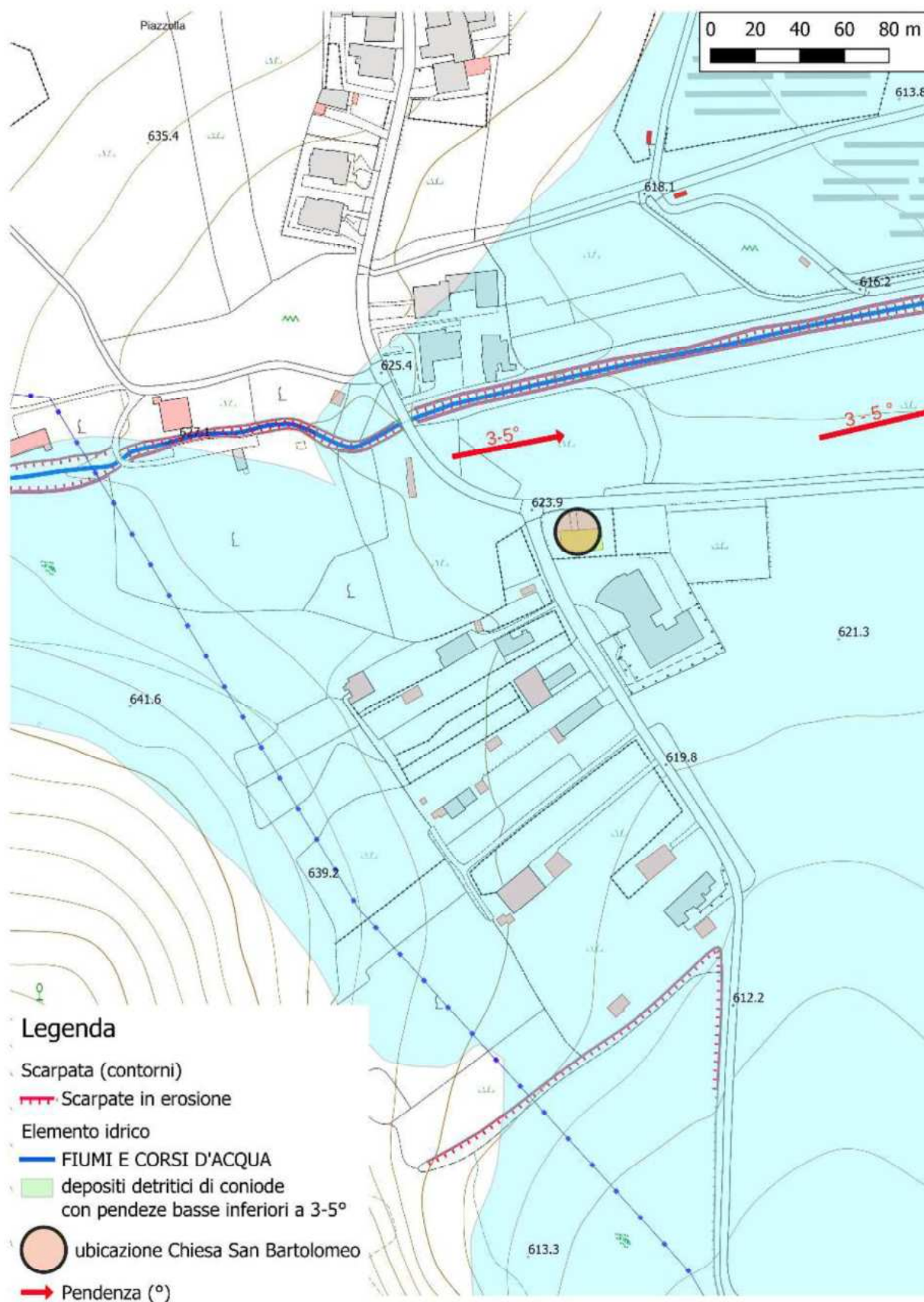
**CLASSE I<sup>a</sup> - Pendenza inferiore al 10 % - ( < 5° 31')**

Terreni poco pendenti, suscettibili di ogni coltura e meccanizzazione. Su tali superfici non è necessario effettuare alcun calcolo di stabilità dei versanti per modifiche del territorio.

Per ciò che riguarda eventuali dissesti idrogeologici possiamo affermare che il sito della chiesa è posto in un'area stabile per caratteristiche morfologiche, per la litologia dei terreni affioranti ed il territorio indagato non è interessato da degrado del suolo. E' necessaria la manutenzione continua dei fossi di drenaggio e di scolo delle acque.



Tav. 7 Carta geomorfologica



## 8 Acque superficiali e profonde

Dall'osservazione delle foto aeree si può notare come tutta l'area sia interessata da un reticolo di faglie con direzione prevalente appenninica ed antiappenninica, alcune delle quali hanno favorito la formazione di aree carsiche endoreiche e la formazione di fossi in cui scorrono i torrenti montani come il Cavolo, l'Aggia e il Vallone Tassito, quest'ultimi due interessano l'area ed i suoi intorno. L'idrografia dell'area montuosa, sia superficiale che sotterranea, è condizionata in massima parte dalla tettonica. La profonda fratturazione delle rocce affioranti dell'area montana fa sì che l'idrografia superficiale sia praticamente assente, mentre è molto sviluppata l'idrografia sotterranea. Il fondovalle è invece costituito prevalentemente da rocce sciolte del Quaternario a carattere fluvio-lacustre della piana del fiume Agri.

Mentre la rete idrografica superficiale dell'area montana è condizionata dalla tettonica, quella della piana alluvionale è condizionata anche dalle attività antropiche. Infatti, è costituita dai fossi e torrenti che defluiscono dai monti posti ad Ovest e da una serie di fossi di bonifica, costruiti dall'uomo nel secolo scorso, divisi in principali e secondari, che sono serviti a bonificare le aree paludose e/o acquitrinose ed attualmente servono a drenare i ristagni di acqua nei campi e dalla canalizzazione artificiale di tutti i fossi e torrenti dell'area. Nelle immediate vicinanze del sito è presente una importante sorgente denominata Aggia, che è stata captata ed intubata per l'utilizzo potabile delle acque. Il bacino idrografico dell'area è quello del torrente Aggia che fa parte del Bacino idrografico del Fiume Agri.

I dissesti più probabili che possono avvenire nell'area di fondovalle, generalmente stabile per morfologia e litologia, sono da collegare all'esondazione dei corsi d'acqua che si verificano quando avviene un alto apporto idrico ed il corso d'acqua deborda dal suo alveo originale e ricopre aree più o meno vaste del fondovalle. Attualmente gli episodi di allagamento ed alluvionamento sono molto ridotti, per effetto della costruzione di argini e della canalizzazione di quasi tutti i corsi d'acqua che attraversano la zona.

L'area di intervento in progetto è interessata da linee di scorrimento superficiale concentrato; essa è posta in adiacenza alle principali direttrici di deflusso idraulico dell'area: Vallone Tassito e Torrente l'Aggia, dove comunque non si riconoscono condizioni di probabile inondazione, e non sono prevedibili interferenze con le circolazioni profonde di falda.

Nell'area le acque meteoriche di scorrimento superficiale sono convogliate nei fossi di scolo di bonifica; favorite dalla leggera pendenza del terreno si ha un facile deflusso delle acque raccolte nel torrente Aggia.

La falda è stata rilevata a meno due metri dal piano di campagna.



## 9 Geologia dell'area

Come è ben noto nella letteratura specialistica ed è riportato nella Carta Geologica d'Italia - F. 199 "*Potenza*", nella Carta del Bacino dell'Agri del prof. Lentini, e nella più recente Carta geologica d'Italia scala 1:50.000 foglio Moliterno, nell'Appennino Campano-Lucano affiorano complessi litologici riferite a diverse Unità stratigrafico strutturali, ascrivibili a differenti ambienti paleogeografici di sedimentazione. Tali Unità sono state traslate dalle rispettive aree originarie, nel corso della storia geologica, principalmente nelle fasi diastrofiche della tettonica orogenetica, essenzialmente durante il *Pliocene* (circa 15 - 20 milioni di anni fa), con le quali si è venuto a determinare l'attuale assetto strutturale a falde di ricoprimento che caratterizza l'Appennino.

Nel territorio oggetto del presente studio vengono riconosciute, in una ricostruzione stratigrafica a partire dalle Unità in posizione geometrica più bassa, formazioni riferibili alla Serie Calcareo-Silico-Marnosa (Unità del "Bacino Lagonegrese") ed alla Serie Carbonatica (Unità della "Piattaforma interna"), a cui si sovrappongono formazioni flyscioidi e clastiche di origine marina e continentali post-orogene.

Nella carta geologica di dettaglio a scala 1:2.000 i terreni affioranti nell'area sono stati raggruppati sulla base sia delle caratteristiche litologiche che geologico-tecniche e comunque sulla base di comportamenti finalizzati a scopi strettamente legati alla geologia applicata.

**Il fondovalle in cui trova sede l'area in esame**, è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali del fiume Agri che, in cartografia ufficiale ISPRA, vengono definiti come terreni appartenenti al Sintema Bosco dell'Aspro. L'unità è distribuita lungo il fondovalle del Bacino dell'Agri e nelle aree pedemontane. E' costituito dal subsintema di Villa d'Agri(SBA<sub>2</sub>) e dal subsintema di Sarconi (SBA<sub>1a</sub>).

Nel nostro sito affiorano terreni appartenenti al subsintema di Sarconi costituito da conglomerati e ghiaie in assetto massivo a supporto di matrice argillosa-terrosa rossa caratterizzato da litofacies più grossolana (conoide alluvionale), alternanza di conglomerati, sabbie e limi con lenti siltose e argillose. PLEISTOCENE MEDIO.

A monte delle formazioni appena descritte sono affioranti le seguenti unità:

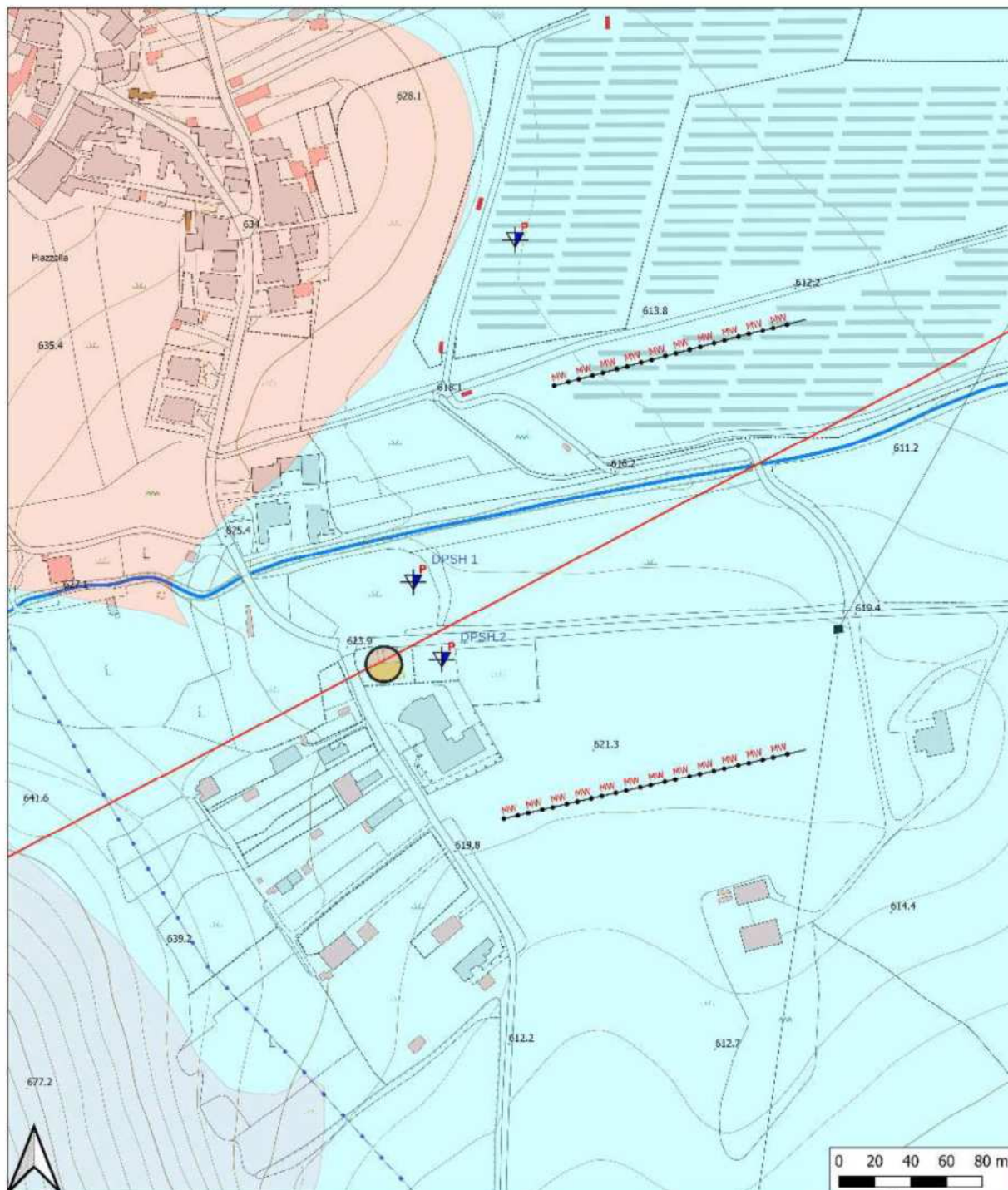
### **COMPLESSO FLISCIOIDE MARNOSO-CALCAREO (ABD<sub>2</sub>) Flysch di Albidona**

E' costituito da sedimenti ben stratificati con prevalenza di arenarie, marne e marne-argillose con intercalazioni di megastrati carbonatici. MIOCENE INF.

### **CALCARI E CALCARI MARNOSI. (CPL)**

L'unità comprende essenzialmente i termini calcarei delle successioni mesozoiche di piattaforma carbonatica. E' costituita da calcari e calcari marnosi localmente passanti a calcareniti, a luoghi stratificati, con colorazione che varia dal grigio all'avana. Sono caratterizzati da un'elevata durezza, compattezza e basso grado di erodibilità. Il grado di stabilità è buono, con dissesti localizzati alle aree intensamente fratturate e lungo le incisioni vallive.

Tav. 8 Carta geologica



**carta geolitologica**

detrito di falda, trattasi di litologie per lo più a granulometria grossolana non coesive, formano falde ai piedi dei versanti. I clasti che compongono l'ammasso sono caratterizzati per lo più da frammenti silicei e calcarei poco smussati, si trovano generalmente sciolti e luoghi con presenza di matrice sabbioso-limosa.

Arenarie grigio giallastre marne e marne argillose

Calcarei e calcarei marnosi - depositi di piattaforma

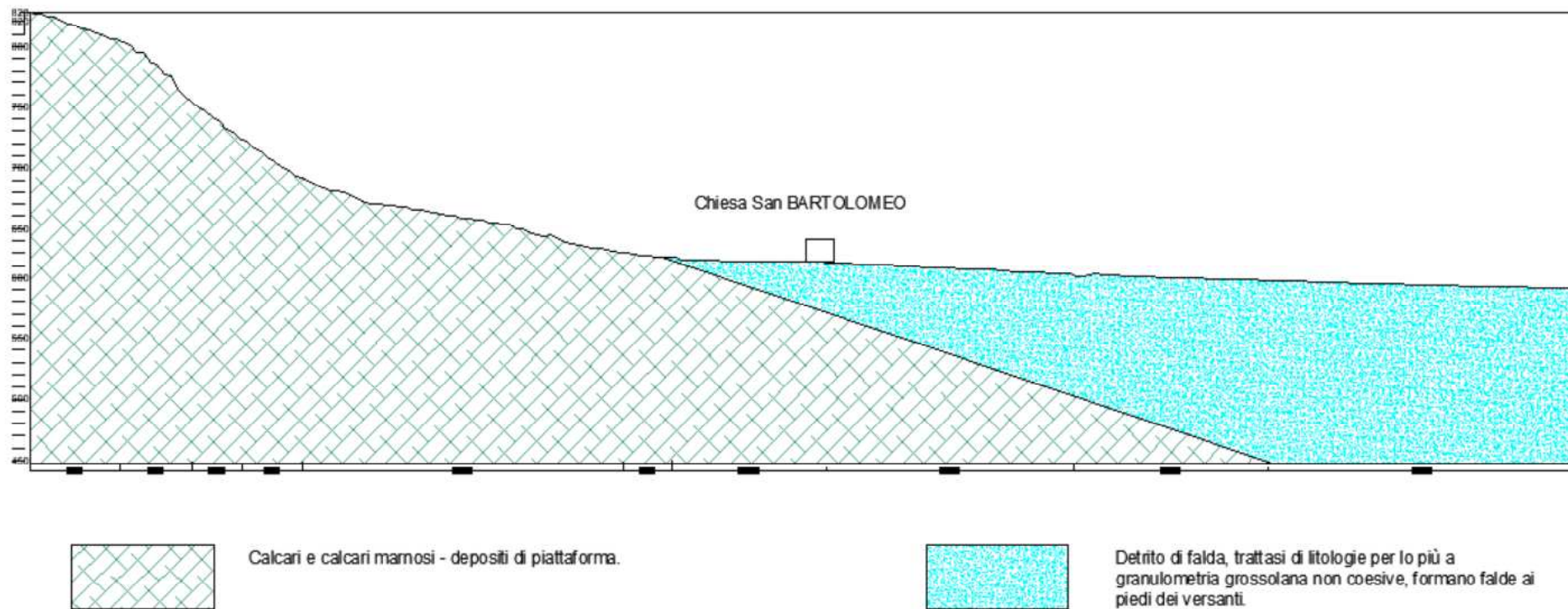
MW MW MASW



Indagini penetrometriche DPSH

— TRACCIA SEZIONE GEOLOGICA

Tav. 9 Sezione geologica





## 10 Modello stratigrafico dell'area.

Il terreno dove è ubicata la chiesa è collocato nell'ambito di una delle massime depressioni intermontane dell'Appennino meridionale, quella dell'Alta Valle dell'Agri, colmata da depositi in facies alluvionale di cospicuo spessore.

La ricostruzione del sottosuolo del sito e del suo immediato intorno è stata eseguita con l'ausilio di indagini geognostiche dirette ed indirette effettuate in loco e riportate nella Carta geologia e di Ubicazione delle Indagini.

Dal loro esame emerge che l'area poggia sui depositi alluvionali del Fiume Agri e dei suoi affluenti fluvio-lacustri la cui potenza nel punto in esame è intorno a 50 m, a cui seguono calcari di base fessurati e carsificati appartenenti all'Unità Carbonatica.

I terreni dell'area che formano il sottosuolo sono sinteticamente costituiti, dall'alto verso il basso, da:

- ✚ Terreno agrario con tessitura argillosa e con rara presenza di scheletro. Lo spessore varia da 1,00 a 1,20 m.
- ✚ Successivamente, per uno spessore di circa 6,00 - 7,00 m, abbiamo argilla ed argilla sabbiosa.
- ✚ Infine abbiamo la presenza di sabbie con ghiaie con limi argillosi e limi sabbiosi in alternanza fra loro, fino a profondità di 30 m.

La deposizione fluviale nell'area ha dato origine a strati a lenti incrociati fra di loro e con composizione granulometrica variabile da punto a punto, anche nell'arco di pochi metri, e con variazione anche nella profondità.

## 11 La permeabilità dei complessi rocciosi

È noto che la permeabilità dei terreni dipende principalmente, a parità di altri fattori, dalle dimensioni, dalla forma, dalla densità e dall'intercomunicabilità degli spazi vuoti che esistono nei terreni stessi. Se si considerano gli estremamente variabili caratteri litostratigrafici e sedimentologici delle formazioni affioranti nell'area, appare evidente come la permeabilità delle terre possa essere, da luogo a luogo, largamente diversa nel grado e nel tipo.

I terreni affioranti nell'area di studio sono stati associati fra loro in base al grado ed al tipo di permeabilità e sulla base di tale associazione è stata elaborata la legenda della Permeabilità.

### TIPO DI PERMEABILITÀ

Nell'area si sono potuti distinguere esclusivamente sedimenti permeabili per porosità.

#### Sedimenti permeabili per porosità.

Vengono considerati tali tutti i sedimenti clastici a grana grossa e media, sciolti, dei depositi alluvionali (che diventano poco permeabili quando la frazione fine (argilla e limo) è prevalente, i detriti di pendio ed i sedimenti colluviali.

### GRADO DI PERMEABILITÀ

I terreni affioranti nell'area presentano gradi di permeabilità differenziati, in funzione delle condizioni litologiche e morfologiche e vengono classificati, di norma, in cinque classi di permeabilità a ciascuna delle quali sono associati quei litotipi che presentano valori omogenei di permeabilità, al fine di conoscere il rapporto tra i litotipi ed il loro comportamento nei confronti dell'acqua.

La classificazione della permeabilità adottata, con indicazioni generiche del coefficiente di permeabilità  $k$  in cm/sec, è la seguente:

- ☐ Elevata  $k = 10^{-1} \div 10^{-1}$ .
- ☐ Molto buona  $k = 10^{-1} \div 10^{-2}$ .
- ☐ Buona  $k = 10^{-2} \div 10^{-3}$ .
- ☐ Discreta  $k = 10^{-3} \div 10^{-4}$ .
- ☐ Scarsa  $k = 10^{-4} \div 10^{-6}$ .

Nell'area interessata le terre affioranti sono state inquadrare nelle seguenti classi di permeabilità: COMPLESSI A PERMEABILITÀ BUONA.

Tale unità comprende le alluvioni attuali, recenti ed antiche, costituite da ghiaie, sabbie, limi ed argille e caratterizzati da una notevole disomogeneità granulometrica. La permeabilità per porosità di questi materiali varia in funzione della granulometria prevalente, la presenza di

materiale fine (argille e limo), presente in forma diffusa nei depositi, o costituente lenti di dimensioni variabili può creare delle aree a scarsa permeabilità.

Nell'area è stata riscontrata una falda superficiale posta ad una profondità di circa 2 m. dal p.c., che è legata ai termini più permeabili della coltre superficiale. Date le scarse caratteristiche di permeabilità dei materiali detritici si può ipotizzare che la falda contenuta in tali terreni ha scarse potenzialità idriche. Nell'area non sono presenti pozzi importanti per la captazione idrica potabile. Mentre è presente una sorgente di buona portata circa 300 l/sec (Aggia). Nel fondovalle non esistono depositi grossolani sufficientemente potenti ed estesi da costituire un serbatoio idrico importante: tali acquiferi danno luogo a falde sovrapposte, sfruttate dai pozzi idrici vicino alle case coloniche, profondi pochi metri, con portata molto scarsa, sempre di molto inferiore al litro sec.

## 12 Geologia tecnica dell'area

Per determinare le caratteristiche meccaniche e sismiche dei terreni, che interessano l'area, sono state consultate alcune indagini eseguite nel passato ed è stata condotta una nuova campagna geognostica.

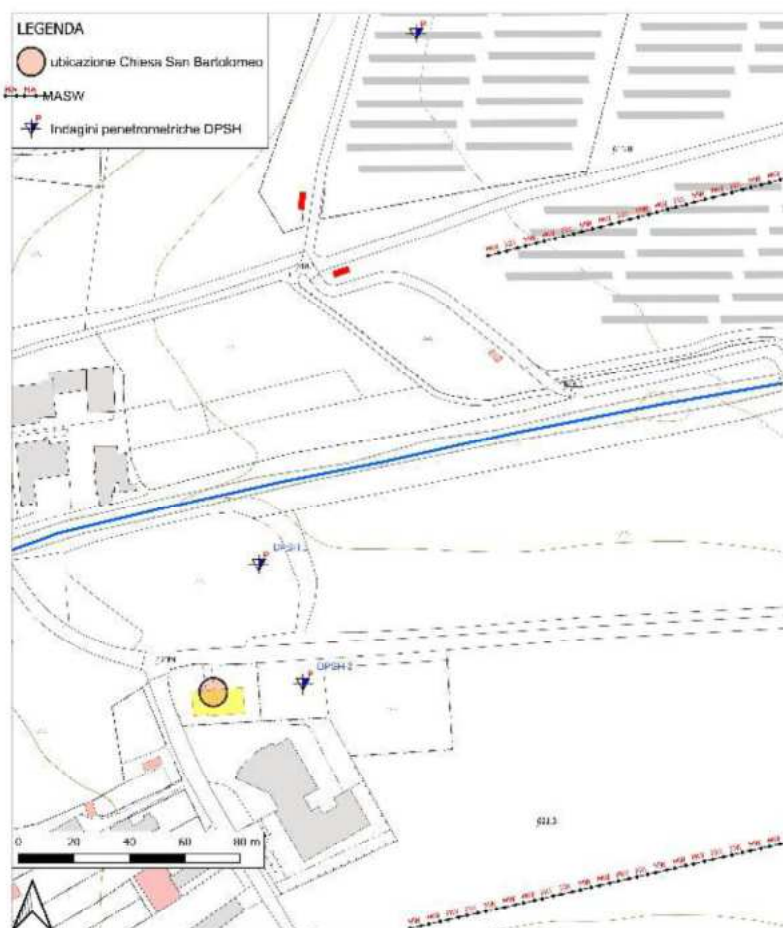
Nell'area sono state eseguite nel passato per altri lavori geologici le seguenti indagini prese a riferimento:

- a) n. 2 indagine sismica di tipo MASW.
- b) n. 1 prove penetrometriche dinamiche pesanti del tipo DPSH (DPSH3);

Inoltre sono state eseguite nel sito:

- a) n.2 prove penetrometriche dinamiche pesanti del tipo DPSH (DPSH 1-2).

Tav. 10 Carta di ubicazione delle indagini geognostiche





## **12.1 Indagini sismiche**

Sono state prese a riferimento due prospezioni sismiche di superficie del tipo M.A.S.W.. Di seguito si descrive brevemente la metodologia usata.

### **METODO SISMICO MASW**

Per le indagini sismiche tipo MASW è stato utilizzato uno strumento a 24 canali, con geofoni di 4,5 Hz ed impulso costituito da una massa battente meccanica di 8 Kg. Durante la fase di acquisizione dei dati di campagna si sono utilizzati 24 canali di registrazione e per il medesimo stendimento si sono registrati due files con energizzazioni eseguite a diversa distanza. Successivamente mediante la tecnica Walkaway, utilizzando il software SurfSeis ver 2.0, si è costruito un unico file costituito a 48 tracce, in modo da ottenere una maggiore risoluzione sismostratigrafica dell'area, e una profondità di indagine di oltre 30 m dal p.c. Dall'acquisizione delle onde superficiali si è ricostruita una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e mediante procedura di inversione è stato ottenuto il profilo verticale delle Vs30.

La scelta dei parametri di elaborazione, così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, è stato eseguito con molta accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

## 12.2 Sismostratigrafia dell'area indagata

fig. 2 Sismostratigrafia MASW 1

### CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO NTC 2008

MASW N. 1 - LOC. AGGIA - PATERNO

Profondità [ m ]	N° Strati	$V_i$ [ m/s ]
1.00	1	196
2.00	1	196
3.00	1	196
4.00	2	185
5.00	2	185
6.00	2	185
7.00	3	276
8.00	3	276
9.00	3	276
10.00	3	276
11.00	3	276
12.00	4	301
13.00	4	301
14.00	4	301
15.00	4	301
16.00	4	301
17.00	5	324
18.00	5	324
19.00	5	324
20.00	5	324
21.00	5	324
22.00	5	324
23.00	5	324
24.00	5	324
25.00	6	471
26.00	6	471
27.00	6	471
28.00	6	471
29.00	6	471
30.00	6	471

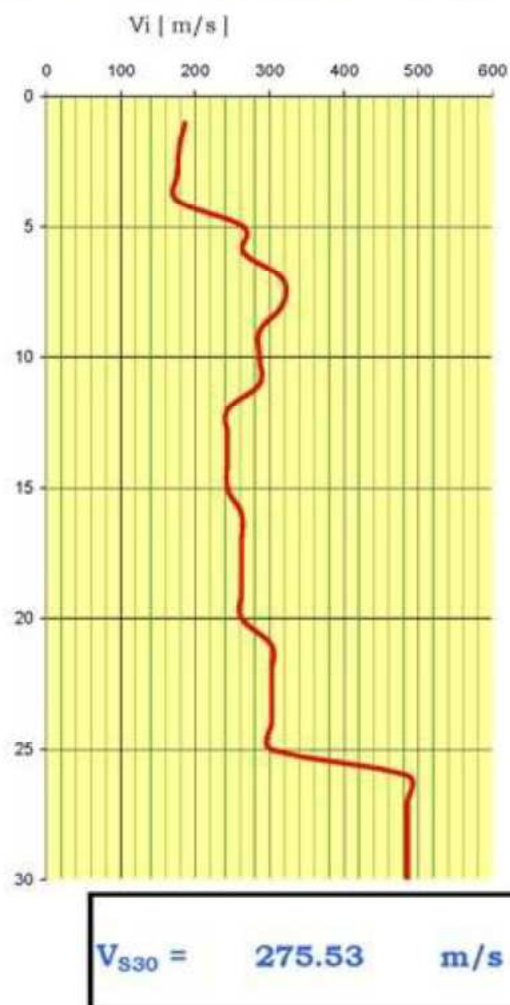


$V_{s30} = 289 \text{ m/s}$

fig. 3 Sismostratigrafia MASW 2

**CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO OPCM 3274 del 2003****MASW N. 2 - LOC. AGGIA - PATERNO**

Profondità [ m ]	N° Strati	$V_i$ [ m/s ]
1.00	1	186.80
2.00	2	178.60
3.00	3	176.30
4.00	3	176.30
5.00	4	264.90
6.00	4	264.90
7.00	5	317.50
8.00	5	317.50
9.00	6	287.10
10.00	6	287.10
11.00	6	287.10
12.00	7	243.90
13.00	7	243.90
14.00	7	243.90
15.00	7	243.90
16.00	8	262.20
17.00	8	262.20
18.00	8	262.20
19.00	8	262.20
20.00	8	262.20
21.00	9	302.80
22.00	9	302.80
23.00	9	302.80
24.00	9	302.80
25.00	9	302.80
26.00	10	485.20
27.00	10	485.20
28.00	10	485.20
29.00	10	485.20
30.00	10	485.20

**DESCRIZIONE:**

**C - Depositi Sabbie e Ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza.**

**Il primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 4 m a 7 m. la velocità delle onde S relativa a questo sismostrato risulta essere inferiore a 200 m/s. I valori della velocità delle onde S sono tali da assimilare questo livello a terreni costituiti da depositi coesivi con scarsa consistenza.

**Il secondo sismostrato** ha uno spessore di circa 18 m dove si verifica un aumento di poco ma graduale della velocità  $V_s$ , che arrivano a 320 m/sec. Il sismostrato corrisponde ad un livello di terreni con un grado di consistenza maggiore del precedente sismostrato.

**Il terzo sismostrato**, dopo i 24 m dal p.c. mostra un aumento netto della velocità delle onde  $V_s$  che raggiunge i 490 m/s. Tali sismostrato coincide con i livelli ghiaioso-detritici più consistenti.

### 12.3 Prova penetrometrica dinamica DPSH (DYNAMIC PROBING).

La prova penetrometrica dinamica DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione. È registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 30 cm di affondamento. L'attrezzatura è composta di una batteria di aste lunghe 1 metro e un diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 90°, e da un maglio battente di 73 kg che è fatto cadere da un'altezza di 75 cm. Le prove sono state eseguite dal piano di campagna. L'elaborazione dei valori di resistenza all'infissione delle aste fornisce utili informazioni per il riconoscimento dei terreni attraversati e delle caratteristiche fisico meccaniche di tali terreni.

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite con un penetrometro di tipo idraulico, montato su un mezzo semovente cingolato, si tratta di un penetrometro di tipo SUPERPESANTE SCPT TG 63-200 - della PAGANI.

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

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consentono di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato, con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico SCPT TG 63-200 PAGANI sono i seguenti:

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,153
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Nell'area sono state effettuate tre prove penetrometriche dinamiche del tipo DPSH, i cui risultati rielaborati sono riportati di seguito sia sotto forma numerica che con istogrammi.

PROVA ... Nr.1



Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda rilevata

pagani 63-200  
 08/08/2024  
 10,20 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

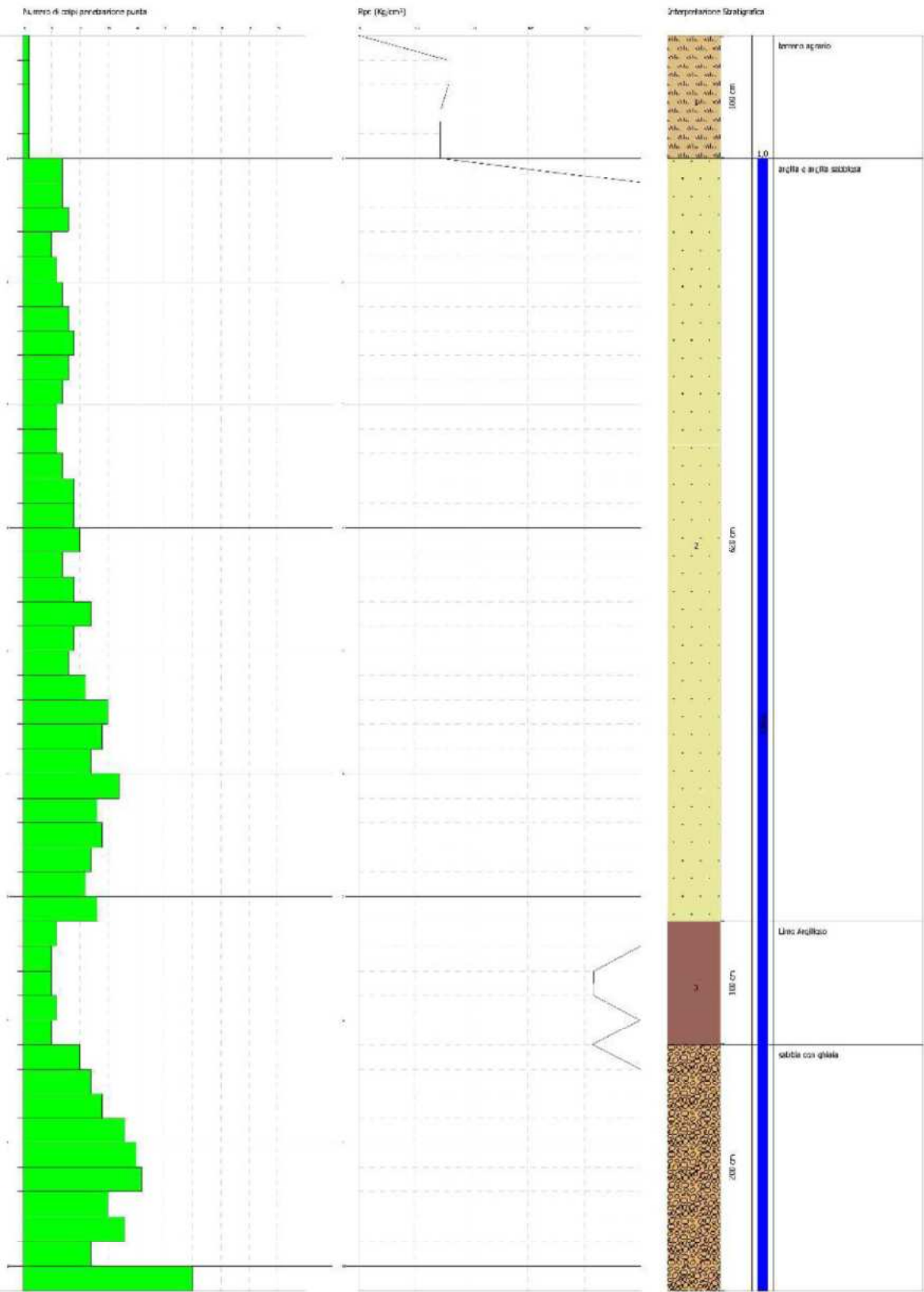
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	1	0,843	8,13	9,64	0,41	0,48
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	8	0,830	59,14	71,29	2,96	3,56
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	6	0,823	44,01	53,47	2,20	2,67
2,20	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,12
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,91	3,56
2,60	9	0,814	60,69	74,54	3,03	3,73
2,80	8	0,811	53,76	66,25	2,69	3,31
3,00	7	0,809	46,88	57,97	2,34	2,90
3,20	6	0,806	40,05	49,69	2,00	2,48
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	7	0,801	43,37	54,15	2,17	2,71
3,80	9	0,798	55,59	69,62	2,78	3,48
4,00	9	0,796	55,42	69,62	2,77	3,48
4,20	10	0,794	61,40	77,36	3,07	3,87
4,40	7	0,791	42,86	54,15	2,14	2,71
4,60	9	0,789	51,55	65,31	2,58	3,27
4,80	12	0,787	68,54	87,08	3,43	4,35
5,00	9	0,785	51,27	65,31	2,56	3,27
5,20	8	0,783	45,46	58,06	2,27	2,90
5,40	11	0,781	62,35	79,83	3,12	3,99
5,60	15	0,729	74,74	102,51	3,74	5,13
5,80	14	0,727	69,58	95,68	3,48	4,78
6,00	12	0,775	63,60	82,01	3,18	4,10
6,20	17	0,724	84,08	116,18	4,20	5,81
6,40	13	0,722	64,15	88,84	3,21	4,44
6,60	14	0,720	65,13	90,41	3,26	4,52
6,80	12	0,769	59,57	77,49	2,98	3,87
7,00	11	0,767	54,50	71,04	2,72	3,55
7,20	13	0,716	60,08	83,95	3,00	4,20
7,40	6	0,764	29,61	38,75	1,48	1,94
7,60	5	0,763	23,34	30,60	1,17	1,53
7,80	5	0,761	23,30	30,60	1,16	1,53
8,00	6	0,760	27,91	36,73	1,40	1,84
8,20	5	0,759	23,22	30,60	1,16	1,53
8,40	10	0,757	46,35	61,21	2,32	3,06

8,60	12	0,756	52,77	69,81	2,64	3,49
8,80	14	0,705	57,39	81,44	2,87	4,07
9,00	18	0,703	73,66	104,71	3,68	5,24
9,20	20	0,702	81,71	116,35	4,09	5,82
9,40	21	0,651	79,54	122,16	3,98	6,11
9,60	15	0,700	58,19	83,14	2,91	4,16
9,80	18	0,699	69,72	99,76	3,49	4,99
10,00	12	0,748	49,73	66,51	2,49	3,33
10,20	30	0,647	107,51	166,27	5,38	8,31

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tension e efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	1	9,99	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,08	1,46	1,46	terreno agrario
7,2	9,55	71,76	Incoerente - coesivo	0	2,05	2,25	0,48	1,46	13,94	argilla e argilla sabbiosa
8,2	5,4	33,46	Incoerente - coesivo	0	1,9	1,9	0,85	1,46	7,88	Limo Argilloso
10,2	17	97,14	Incoerente - coesivo	0	2,12	2,22	1,01	1,46	24,82	sabbia con ghiaia

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
terreno agrario	0,00-1,00	1,46	Coesivo Incoerente	1,52	1,85	31,21	0,09	6,70	14,60	0,35	92,77	63,89
argilla e argilla sabbiosa	1,00-7,20	13,94	Coesivo Incoerente	2,05	2,25	30,87	0,94	63,96	139,40	0,33	773,61	141,69
Limo Argilloso	7,20-8,20	7,88	Coesivo Incoerente	1,90	1,90	28,7	0,49	36,15	78,80	0,34	452,53	144,98
sabbia con ghiaia	8,20-10,20	24,82	Coesivo Incoerente	2,12	2,22	29,83	1,68	113,87	248,20	0,32	1081,53	176,15



SOTTOSCRITTORE 1

SOTTOSCRITTORE 2



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

pagani 63-200

Prova eseguita in data

08/08/2024

Profondità prova

9,20 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

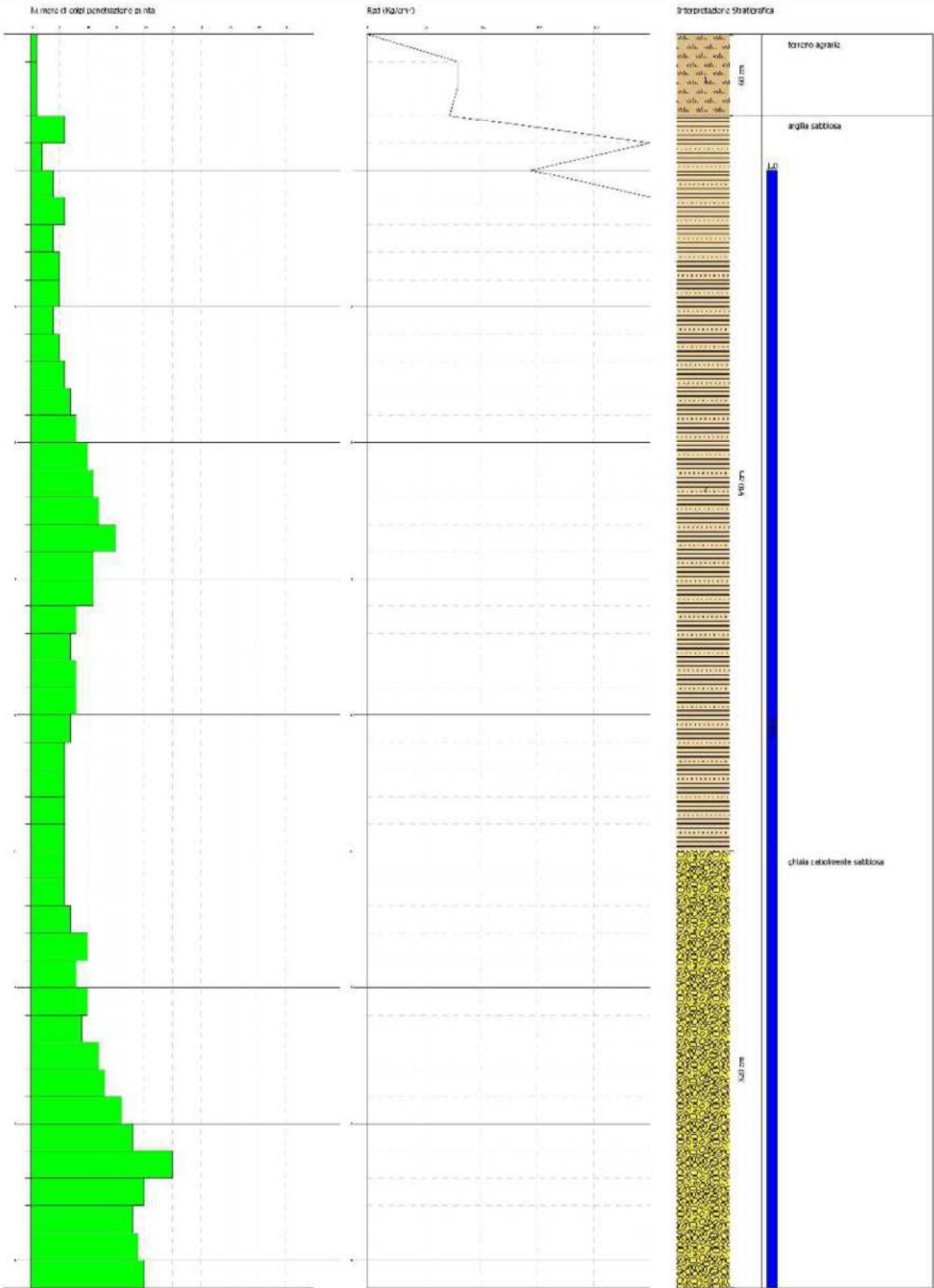
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	6	0,843	48,80	57,86	2,44	2,89
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	7	0,811	47,04	57,97	2,35	2,90
3,00	8	0,809	53,58	66,25	2,68	3,31
3,20	10	0,806	66,75	82,82	3,34	4,14
3,40	11	0,803	73,19	91,10	3,66	4,55
3,60	12	0,801	74,34	92,83	3,72	4,64
3,80	15	0,748	86,84	116,03	4,34	5,80
4,00	11	0,796	67,73	85,09	3,39	4,25
4,20	11	0,794	67,54	85,09	3,38	4,25
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	7	0,789	40,09	50,80	2,00	2,54
4,80	8	0,787	45,70	58,06	2,28	2,90
5,00	8	0,785	45,57	58,06	2,28	2,90
5,20	7	0,783	39,78	50,80	1,99	2,54
5,40	6	0,781	34,01	43,54	1,70	2,18
5,60	6	0,779	31,95	41,00	1,60	2,05
5,80	6	0,777	31,87	41,00	1,59	2,05
6,00	6	0,775	31,80	41,00	1,59	2,05
6,20	6	0,774	31,73	41,00	1,59	2,05
6,40	6	0,772	31,66	41,00	1,58	2,05
6,60	7	0,770	34,82	45,20	1,74	2,26
6,80	10	0,769	49,64	64,58	2,48	3,23
7,00	8	0,767	39,63	51,66	1,98	2,58
7,20	10	0,766	49,44	64,58	2,47	3,23
7,40	9	0,764	44,41	58,12	2,22	2,91
7,60	12	0,763	56,02	73,45	2,80	3,67
7,80	13	0,711	56,60	79,57	2,83	3,98
8,00	16	0,710	69,52	97,93	3,48	4,90
8,20	18	0,709	78,07	110,18	3,90	5,51
8,40	25	0,657	100,57	153,02	5,03	7,65
8,60	20	0,706	82,14	116,35	4,11	5,82
8,80	18	0,705	73,79	104,71	3,69	5,24
9,00	19	0,703	77,76	110,53	3,89	5,53
9,20	20	0,702	81,71	116,35	4,09	5,82



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	1	10,22	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,05	1,46	1,46	terreno agrario
6	7,19	57,46	Incoerente - coesivo	0	1,98	2,18	0,44	1,46	10,5	argilla sabbiosa
9,2	13,56	83,01	Incoerente - coesivo	0	2,1	2,31	0,97	1,46	19,8	ghiaia debolmente sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
terreno agrario	0,00-0,60	1,46	Coesivo Incoerente	1,52	1,85	32,32	0,09	6,70	14,60	0,35	92,77	57,89
argilla sabbiosa	0,60-6,00	10,5	Coesivo Incoerente	1,98	2,18	30,58	0,71	48,17	105,00	0,33	592,70	129,38
ghiaia debolmente sabbiosa	6,00-9,20	19,8	Coesivo Incoerente	2,10	2,31	29,69	1,34	90,84	198,00	0,32	952,86	165,86



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

## PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...

pagani 63-200

Prova eseguita in data

21/01/2011

Profondità prova

9,20 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

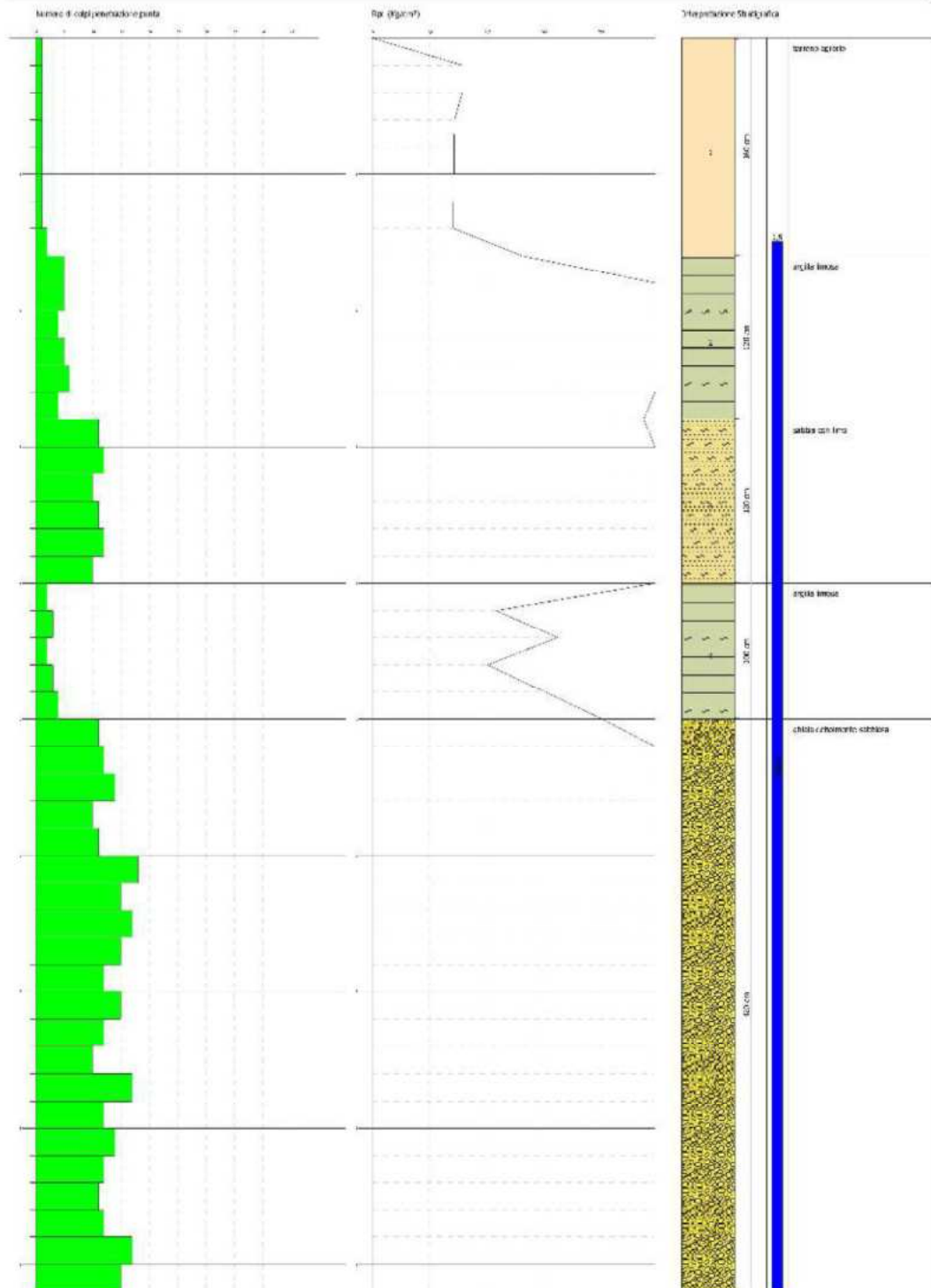
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	1	0,843	8,13	9,64	0,41	0,48
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	4	0,811	26,88	33,13	1,34	1,66
3,00	11	0,809	73,67	91,10	3,68	4,55
3,20	12	0,806	80,10	99,38	4,01	4,97
3,40	10	0,803	66,54	82,82	3,33	4,14
3,60	11	0,801	68,15	85,09	3,41	4,25
3,80	12	0,798	74,11	92,83	3,71	4,64
4,00	10	0,796	61,58	77,36	3,08	3,87
4,20	2	0,794	12,28	15,47	0,61	0,77
4,40	3	0,791	18,37	23,21	0,92	1,16
4,60	2	0,789	11,45	14,51	0,57	0,73
4,80	3	0,787	17,14	21,77	0,86	1,09
5,00	4	0,785	22,79	29,03	1,14	1,45
5,20	11	0,783	62,50	79,83	3,13	3,99
5,40	12	0,781	68,02	87,08	3,40	4,35
5,60	14	0,729	69,76	95,68	3,49	4,78
5,80	10	0,777	53,12	68,34	2,66	3,42
6,00	11	0,775	58,30	75,18	2,91	3,76
6,20	18	0,724	89,03	123,01	4,45	6,15
6,40	15	0,722	74,02	102,51	3,70	5,13
6,60	17	0,720	79,08	109,78	3,95	5,49
6,80	15	0,719	69,62	96,87	3,48	4,84
7,00	12	0,767	59,45	77,49	2,97	3,87
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	12	0,764	59,22	77,49	2,96	3,87
7,60	10	0,763	46,68	61,21	2,33	3,06
7,80	17	0,711	74,01	104,05	3,70	5,20
8,00	12	0,760	55,82	73,45	2,79	3,67
8,20	14	0,709	60,72	85,69	3,04	4,28
8,40	12	0,757	55,62	73,45	2,78	3,67
8,60	11	0,756	48,37	63,99	2,42	3,20
8,80	12	0,755	52,68	69,81	2,63	3,49
9,00	17	0,703	69,57	98,89	3,48	4,94
9,20	15	0,702	61,28	87,26	3,06	4,36

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,6	1,12	10,88	Coesivo	0	1,53	1,85	0,12	1,46	1,64	terreno agrario
2,8	4,83	42,02	Incoerente - coesivo	0	1,86	1,9	0,29	1,46	7,05	argilla limosa
4	11	88,09	Incoerente - coesivo	0	2,08	2,29	0,42	1,46	16,06	sabbia con limo
5	2,8	20,8	Incoerente - coesivo	0	1,71	1,87	0,54	1,46	4,09	argilla limosa
9,2	13,43	86,09	Incoerente - coesivo	0	2,1	2,31	0,86	1,46	19,61	ghiaia debolmente sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
terreno agrario	0,00-1,60	1,64	Coesivo	1,53	1,85	--	0,10	7,52	16,40	--	--	71,38
argilla limosa	1,60-2,80	7,05	Coesivo Incoerente	1,86	1,90	30,84	0,44	32,35	70,50	0,34	407,58	111,67
sabbia con limo	2,80-4,00	16,06	Coesivo Incoerente	2,08	2,29	31,31	1,08	73,68	160,60	0,32	856,28	139,24
argilla limosa	4,00-5,00	4,09	Coesivo Incoerente	1,71	1,87	28,6	0,26	18,77	40,90	0,35	244,31	116,69
ghiaia debolmente sabbiosa	5,00-9,20	19,61	Coesivo Incoerente	2,10	2,31	29,94	1,32	89,97	196,10	0,32	947,97	163,54





## Modello geologico-tecnico

La zona è caratterizzata dal seguente assetto stratigrafico di interesse geotecnico:

- suolo agrario con spessore medio di 1,00 m con tessitura argillosa e con scarso scheletro.
- Segue uno strato medio di 5-7 m di argille e argille sabbiose con scarsa presenza di ciottoli e sabbie.
- Successivamente abbiamo depositi costituiti da una successione di lenti di conglomerati sciolti eterometrici di natura carbonatica con frequenti intercalazioni di argille ed argille limose e limi più o meno sabbiose.

Questi depositi hanno discrete caratteristiche tecniche, comunque, esse variano da punto a punto anche nell'arco di pochi metri.

Dall'esame dei risultati delle indagini geognostiche eseguite nell'area emerge che essa è costituita da terreni coerenti a granulometria fine (limi ed argille).

Il modello geologico tecnico è il seguente:

Strato	Prof. (m)	Nspt	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
terreno agrario	0.00-1.20	1,46	1,6	Rimosso in fase di costruzione della chiesa			180-190
argilla sabbiosa	1.20-6,00	10,5	1,8	1.9	20	0,02	180-190
ghiaia debolmente sabbiosa	6,00-9,20	19,8	1.9	2.0	25.00	0.04	270-300

## 13 Inquadramento sismico territoriale

### 13.1 Introduzione

Dallo studio sulle caratteristiche geostrutturali dell'Appennino Lucano risulta che *“l'Alta Valle dell'Agri è inserita nelle principali strutture sismogenetiche dell'Appennino Meridionale”*. Le zone sismogenetiche sono caratterizzate da un'elevata pericolosità sismica potenziale, per l'elevata attività neotettonica. Quest'ultima si manifesta con un generale sollevamento dell'area, ancora in atto, in corrispondenza di grossi sistemi di faglie normali, con direzione NW-SE, NE-SW, E-W e NNW-SSE.

Dall'analisi delle informazioni sui terremoti storici possiamo affermare che siamo in presenza di un'area a forte rischio sismico, in cui l'intensità massima raggiunta da una scossa sismica è stata stimata intorno al XI° della scala MCS, nell'anno 1857 a Montemurro, proprio nella parte centrale dell'Alta Valle dell'Agri.

A conferma di questi risultati vengono anche le ricerche effettuate dall'Istituto Nazionale di Geofisica, per la stesura di una mappa della massima intensità macrosismica risentita in Italia, che hanno incluso l'Appennino meridionale in una fascia di 6,89 di *Magnitudo Massima Attesa*.

Ovviamente, per affrontare la progettazione di costruzioni capaci di resistere alle azioni sismiche dei massimi terremoti potenziali, i parametri di progetto non potranno essere definiti solo sulla base della sismicità storica. Si presenta, pertanto, la necessità di correlare i dati sismologici delle strutture sismogenetiche con i moti sismici attesi nel sito in superficie.

### 13.2 Pericolosità sismica

Con il D. M. 14 GENNAIO 2008 sono state approvate le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC). In questo decreto l'azione sismica sulle costruzioni è valutata da una *“pericolosità sismica di base”*, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Il 20 febbraio 2018 è stato pubblicato il Decreto 17 gennaio 2018 che approva le NTC 2018, che aggiornano le NTC 2008

La *pericolosità sismica* in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le **NTC**; i risultati dello studio di pericolosità devono tener conto:

- dei valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri  $F_0$ , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e di  $T_c$ , periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione

orizzontale, in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);

- degli spettri di risposta ai sensi delle **NTC**, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite.

Allo stato attuale la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

### 13.3 Risposta Sismica Locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si fa riferimento alle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, e in particolare alla "Vseq", velocità media di propagazione delle onde di taglio entro lo strato soffice.

In base delle "**Norme Tecniche per le Costruzioni**" di cui al **D.M. 17 gennaio 2018** per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento ricavate dalla seguente relazione:

$$V_{seq} = H / \sum (h_i / V_i)$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  sono rispettivamente lo spessore e la velocità dello strato  $i$ -esimo degli  $N$  strati che formano i primi  $H$  metri di sottosuolo.

La r.s.l. deve essere intesa come la modifica delle caratteristiche che il moto sismico subisce nel passaggio dagli strati rigidi profondi (bedrock) ai terreni più superficiali, in relazione alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche di questi ultimi, all'influenza della falda acquifera e alla presenza di peculiari situazioni morfologiche e geomorfologiche. La r.s.l. dipenderà dai seguenti fattori:

- eterogeneità dei terreni, sia in senso orizzontale sia verticale;
- irregolarità morfologiche superficiali e sepolte;
- comportamento non lineare e dissipativo dei terreni.

Per determinare la risposta sismica locale, le aree interessate da progetto sono state sottoposte a specifiche indagini di dettaglio finalizzate alla definizione di tutte le proprietà che la caratterizzano. Tali indagini dovranno riguardare i seguenti aspetti:

- Morfologia di dettaglio.
- Stratigrafia delle formazioni superficiali, con dettagliata definizione dell'andamento dei contatti tra di esse.
- Profili di velocità delle onde sismiche trasversali e longitudinali dentro le formazioni superficiali.
- Caratteristiche meccaniche dei terreni delle formazioni superficiali, con particolare riferimento al loro comportamento sotto l'azione di carichi ciclici e dinamici.



La caratterizzazione sismica dell'area, illustrata in precedenza, ha permesso di definire le categorie di suolo dell'area indagata come descritto di seguito:

**Tabella riassuntiva delle categorie di suolo dell'area**

Indagine sismica	Vs30 m/sec	Categoria di suolo
Masw n. 1	289,00	C
Masw n. 2	275,53	C

- Categorie di sottosuolo –

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

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

Per le condizioni topografiche del sito si adottata la classificazione introdotta dalle NTC -18

**Tab. 3.2.III – Categorie topografiche**

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

**Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	St
T1		1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

Nel nostro caso siamo nella categoria T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ , si assume  $St=1$ .

## 14 Indicazioni progettuali e conclusioni

I rilievi geologici di superficie e l'esame delle indagini geognostiche hanno messo in evidenza come il terreno su cui è ubicata la chiesa in loc. Piazzolla di Paterno, sia costituito da depositi di natura continentale di origine fluvio-lacustre, con strati che hanno un andamento disomogeneo variabile nell'arco di pochi metri, che potrebbe preludere ad eventuali cedimenti differenziali.

Per quanto riguarda gli aspetti vincolistici:

- L'area non è inserita nelle aree vincolate dal R.D.L. 30/12/1923 n. 3267 .
- Su di essa non gravano vincoli derivanti dal rischio frane dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale; le aree non sono classificate come potenzialmente inondabili.

Quanto emerso dai rilievi effettuati, riferiti alla specifica opera da realizzare, non vi sono condizioni geolitologiche, geomorfologiche e idrogeologiche, ostative alle opere previste in progetto.

1. Non sussiste alcuna problematica d'interferenza dei manufatti con fenomeni geodinamici in atto o potenziali.
2. L'intervento in progetto non interferirà con le direttrici di scorrimento idraulico, non sono previste interferenze con la circolazione profonda di valle.
3. In tutta l'area sono esistenti opere di sistemazione idraulica, pertanto le acque possono essere tranquillamente scaricate nei fossi drenanti presenti.
4. Le opere previste non incidono maggiormente rispetto alla struttura esistente, sia in termini di carichi trasmessi sul terreno che di conseguenti cedimenti indotti.
5. La categoria di suolo, da utilizzare per il nostro sito è: **C. Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**
6. Per gli effetti topografici e/o morfologici, nel nostro caso siamo nella categoria T1: *"Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ "* si assume un coefficiente di pendio di  $ST = 1,0$ .

7. Il modello geologico tecnico è il seguente:

Strato	Prof. (m)	Nspt	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume Saturato (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
terreno agrario	0.00-1.20	1,46	1,6	Rimosso in fase di costruzione della chiesa			180-190
argilla sabbiosa	1.20-6,00	10,5	1,8	1.9	20	0,02	180-190
ghiaia debolmente sabbiosa	6,00-9,20	19,8	1.9	2.0	25.00	0.04	270-300

In conclusione possiamo affermare che l'area di ubicazione della chiesa, situata nel comune di Paterno in loc. Piazzolla, è stabile e idonea alla realizzazione dell'opera in progetto, purché si tenga conto delle indicazioni soprascritte e comunque di tutte le risoluzioni indicate nella presente relazione geologica.

Per quanto non previsto nella presente relazione, si rimanda alle normative vigenti e all'attenta verifica della D.L. che in fase esecutiva vaglierà la bontà degli interventi indicati ed eventualmente apporterà le necessarie modifiche che potrebbero rendersi utili riguardo a nuove situazioni riscontrabili in fase esecutiva.

Allegati:

Elaborazione prove penetrometriche:

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Cantiere: Località:	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: pagani 63-200

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 M
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,46
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Signature 1

Signature 2



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

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

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

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

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

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

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  $\alpha$ );
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$  ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

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

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

<b>Tipo</b>	<b>Sigla di riferimento</b>	<b>peso della massa M (kg)</b>	<b>prof. max indagine battente (m)</b>
Leggero	DPL (Light)	<b>14.1.1.1.1.1 M ≤ 10</b>	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 ≤ M < 60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M ≥ 60	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (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  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> 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  $\delta = 10$  cm, punta conica

( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica

( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{SPT}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

$M$	peso massa battente.
$M'$	peso aste.
$H$	altezza di caduta.
$A$	area base punta conica.
$\delta$	passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
$e$	infissione media per colpo ( $\delta / N$ ).
$M$	peso massa battente (altezza caduta H).
$P$	peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa / \sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (Liao \text{ e } Whitman 1986)$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

$C_S$  parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

$C_d$  funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

$C_r$  parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### **Valutazioni statistiche e correlazioni**

#### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media (+ s)**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media (- s)**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $\sigma_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento  $d = 1$  m.

## **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.



- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

**Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie  $D_r$  viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

**Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

**Modulo Edometrico**

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

**Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

**Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss (1978-1981). Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

**Velocità onde di taglio  $V_s$  (m/s)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

**Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

**Modulo di reazione ( $K_o$ )**

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson (1983) -  $Q_c$

**Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

**Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$ , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  (min-max).
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  
     $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c = 20$  e  $Q_c/N_{spt} = 2$ .
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson (1983) -  $Q_c$

**Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt} = 6-12$ ).

**Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$ .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977.

**Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

**Peso di volume saturo**

- Meyerhof ed altri.

## PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

pagani 63-200

Prova eseguita in data

08/08/2024

Profondità prova

10,20 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	1	0,843	8,13	9,64	0,41	0,48
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	8	0,830	59,14	71,29	2,96	3,56
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	6	0,823	44,01	53,47	2,20	2,67
2,20	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,12
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,91	3,56
2,60	9	0,814	60,69	74,54	3,03	3,73
2,80	8	0,811	53,76	66,25	2,69	3,31
3,00	7	0,809	46,88	57,97	2,34	2,90
3,20	6	0,806	40,05	49,69	2,00	2,48
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	7	0,801	43,37	54,15	2,17	2,71
3,80	9	0,798	55,59	69,62	2,78	3,48
4,00	9	0,796	55,42	69,62	2,77	3,48
4,20	10	0,794	61,40	77,36	3,07	3,87
4,40	7	0,791	42,86	54,15	2,14	2,71
4,60	9	0,789	51,55	65,31	2,58	3,27
4,80	12	0,787	68,54	87,08	3,43	4,35
5,00	9	0,785	51,27	65,31	2,56	3,27
5,20	8	0,783	45,46	58,06	2,27	2,90
5,40	11	0,781	62,35	79,83	3,12	3,99
5,60	15	0,729	74,74	102,51	3,74	5,13
5,80	14	0,727	69,58	95,68	3,48	4,78
6,00	12	0,775	63,60	82,01	3,18	4,10
6,20	17	0,724	84,08	116,18	4,20	5,81
6,40	13	0,722	64,15	88,84	3,21	4,44
6,60	14	0,720	65,13	90,41	3,26	4,52
6,80	12	0,769	59,57	77,49	2,98	3,87
7,00	11	0,767	54,50	71,04	2,72	3,55
7,20	13	0,716	60,08	83,95	3,00	4,20
7,40	6	0,764	29,61	38,75	1,48	1,94
7,60	5	0,763	23,34	30,60	1,17	1,53
7,80	5	0,761	23,30	30,60	1,16	1,53

8,00	6	0,760	27,91	36,73	1,40	1,84
8,20	5	0,759	23,22	30,60	1,16	1,53
8,40	10	0,757	46,35	61,21	2,32	3,06
8,60	12	0,756	52,77	69,81	2,64	3,49
8,80	14	0,705	57,39	81,44	2,87	4,07
9,00	18	0,703	73,66	104,71	3,68	5,24
9,20	20	0,702	81,71	116,35	4,09	5,82
9,40	21	0,651	79,54	122,16	3,98	6,11
9,60	15	0,700	58,19	83,14	2,91	4,16
9,80	18	0,699	69,72	99,76	3,49	4,99
10,00	12	0,748	49,73	66,51	2,49	3,33
10,20	30	0,647	107,51	166,27	5,38	8,31

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tension e efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	1	9,99	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,08	1,46	1,46	terreno agrario
7,2	9,55	71,76	Incoerente - coesivo	0	2,05	2,25	0,48	1,46	13,94	argilla e argilla sabbiosa
8,2	5,4	33,46	Incoerente - coesivo	0	1,9	1,9	0,85	1,46	7,88	Limo Argilloso
10,2	17	97,14	Incoerente - coesivo	0	2,12	2,22	1,01	1,46	24,82	sabbia con ghiaia

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità di taglio (m/s)
Strato (1) terreno agrario	0,00-1,00	1,46	Coesivo Incoerente	1,52	1,85	31,21	0,09	6,70	14,60	0,35	92,77	63
Strato (2) argilla e argilla sabbiosa	1,00-7,20	13,94	Coesivo Incoerente	2,05	2,25	30,87	0,94	63,96	139,40	0,33	773,61	141
Strato (3) Limo Argilloso	7,20-8,20	7,88	Coesivo Incoerente	1,90	1,90	28,7	0,49	36,15	78,80	0,34	452,53	144



Strato (4) sabbia con ghiaia	8,20- 10,20	24,82	Coesivo Incoerente	2,12	2,22	29,83	1,68	113,87	248,20	0,32	1081,53	176,1
--	----------------	-------	-----------------------	------	------	-------	------	--------	--------	------	---------	-------

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

pagani 63-200

Prova eseguita in data

08/08/2024

Profondità prova

9,20 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	6	0,843	48,80	57,86	2,44	2,89
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	7	0,811	47,04	57,97	2,35	2,90
3,00	8	0,809	53,58	66,25	2,68	3,31
3,20	10	0,806	66,75	82,82	3,34	4,14
3,40	11	0,803	73,19	91,10	3,66	4,55
3,60	12	0,801	74,34	92,83	3,72	4,64
3,80	15	0,748	86,84	116,03	4,34	5,80
4,00	11	0,796	67,73	85,09	3,39	4,25
4,20	11	0,794	67,54	85,09	3,38	4,25
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	7	0,789	40,09	50,80	2,00	2,54
4,80	8	0,787	45,70	58,06	2,28	2,90
5,00	8	0,785	45,57	58,06	2,28	2,90
5,20	7	0,783	39,78	50,80	1,99	2,54
5,40	6	0,781	34,01	43,54	1,70	2,18
5,60	6	0,779	31,95	41,00	1,60	2,05
5,80	6	0,777	31,87	41,00	1,59	2,05
6,00	6	0,775	31,80	41,00	1,59	2,05
6,20	6	0,774	31,73	41,00	1,59	2,05
6,40	6	0,772	31,66	41,00	1,58	2,05
6,60	7	0,770	34,82	45,20	1,74	2,26
6,80	10	0,769	49,64	64,58	2,48	3,23
7,00	8	0,767	39,63	51,66	1,98	2,58
7,20	10	0,766	49,44	64,58	2,47	3,23
7,40	9	0,764	44,41	58,12	2,22	2,91
7,60	12	0,763	56,02	73,45	2,80	3,67

7,80	13	0,711	56,60	79,57	2,83	3,98
8,00	16	0,710	69,52	97,93	3,48	4,90
8,20	18	0,709	78,07	110,18	3,90	5,51
8,40	25	0,657	100,57	153,02	5,03	7,65
8,60	20	0,706	82,14	116,35	4,11	5,82
8,80	18	0,705	73,79	104,71	3,69	5,24
9,00	19	0,703	77,76	110,53	3,89	5,53
9,20	20	0,702	81,71	116,35	4,09	5,82

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	1	10,22	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,05	1,46	1,46	terreno agrario
6	7,19	57,46	Incoerente - coesivo	0	1,98	2,18	0,44	1,46	10,5	argilla sabbiosa
9,2	13,56	83,01	Incoerente - coesivo	0	2,1	2,31	0,97	1,46	19,8	ghiaia debolmente sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità di taglio (m/s)
Strato (1) terreno agrario	0,00-0,60	1,46	Coesivo Incoerente	1,52	1,85	32,32	0,09	6,70	14,60	0,35	92,77	57
Strato (2) argilla sabbiosa	0,60-6,00	10,5	Coesivo Incoerente	1,98	2,18	30,58	0,71	48,17	105,00	0,33	592,70	129
Strato (3) ghiaia debolmente sabbiosa	6,00-9,20	19,8	Coesivo Incoerente	2,10	2,31	29,69	1,34	90,84	198,00	0,32	952,86	165,8

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda rilevata

pagani 63-200  
 21/01/2011  
 9,20 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	1	0,843	8,13	9,64	0,41	0,48
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	4	0,811	26,88	33,13	1,34	1,66
3,00	11	0,809	73,67	91,10	3,68	4,55
3,20	12	0,806	80,10	99,38	4,01	4,97
3,40	10	0,803	66,54	82,82	3,33	4,14
3,60	11	0,801	68,15	85,09	3,41	4,25
3,80	12	0,798	74,11	92,83	3,71	4,64
4,00	10	0,796	61,58	77,36	3,08	3,87
4,20	2	0,794	12,28	15,47	0,61	0,77
4,40	3	0,791	18,37	23,21	0,92	1,16
4,60	2	0,789	11,45	14,51	0,57	0,73
4,80	3	0,787	17,14	21,77	0,86	1,09
5,00	4	0,785	22,79	29,03	1,14	1,45
5,20	11	0,783	62,50	79,83	3,13	3,99
5,40	12	0,781	68,02	87,08	3,40	4,35
5,60	14	0,729	69,76	95,68	3,49	4,78
5,80	10	0,777	53,12	68,34	2,66	3,42
6,00	11	0,775	58,30	75,18	2,91	3,76
6,20	18	0,724	89,03	123,01	4,45	6,15
6,40	15	0,722	74,02	102,51	3,70	5,13
6,60	17	0,720	79,08	109,78	3,95	5,49
6,80	15	0,719	69,62	96,87	3,48	4,84
7,00	12	0,767	59,45	77,49	2,97	3,87
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	12	0,764	59,22	77,49	2,96	3,87
7,60	10	0,763	46,68	61,21	2,33	3,06
7,80	17	0,711	74,01	104,05	3,70	5,20
8,00	12	0,760	55,82	73,45	2,79	3,67
8,20	14	0,709	60,72	85,69	3,04	4,28
8,40	12	0,757	55,62	73,45	2,78	3,67
8,60	11	0,756	48,37	63,99	2,42	3,20
8,80	12	0,755	52,68	69,81	2,63	3,49
9,00	17	0,703	69,57	98,89	3,48	4,94
9,20	15	0,702	61,28	87,26	3,06	4,36

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
------------------	------	-------------	------	-------------------	-----------------------------	------------------------------------	----------------------------	------------------------------	------	-------------



1,6	1,12	10,88	Coesivo	0	1,53	1,85	0,12	1,46	1,64	terreno agrario
2,8	4,83	42,02	Incoerente - coesivo	0	1,86	1,9	0,29	1,46	7,05	argilla limosa
4	11	88,09	Incoerente - coesivo	0	2,08	2,29	0,42	1,46	16,06	sabbia con limo
5	2,8	20,8	Incoerente - coesivo	0	1,71	1,87	0,54	1,46	4,09	argilla limosa
9,2	13,43	86,09	Incoerente - coesivo	0	2,1	2,31	0,86	1,46	19,61	ghiaia debolmente sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità di taglio (m/s)
Strato (1) terreno agrario	0,00-1,60	1,64	Coesivo	1,53	1,85	--	0,10	7,52	16,40	--	--	71
Strato (2) argilla limosa	1,60-2,80	7,05	Coesivo Incoerente	1,86	1,90	30,84	0,44	32,35	70,50	0,34	407,58	111
Strato (3) sabbia con limo	2,80-4,00	16,06	Coesivo Incoerente	2,08	2,29	31,31	1,08	73,68	160,60	0,32	856,28	139
Strato (4) argilla limosa	4,00-5,00	4,09	Coesivo Incoerente	1,71	1,87	28,6	0,26	18,77	40,90	0,35	244,31	116
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	5,00-9,20	19,61	Coesivo Incoerente	2,10	2,31	29,94	1,32	89,97	196,10	0,32	947,97	163