



# Comune di Preci

Provincia di Perugia

Responsabile Unico del Procedimento  
Ing. Alberto Nicoletti

PROGETTO DEFINITIVO

## INTERVENTO C.I.S. AREA SISMA 2016 CODIFICA A1\_45 "PRECI VERSO LA TRANSIZIONE ECOLOGICA - 1° STRALCIO"

OGGETTO DELL'ELABORATO

**TITOLO**  
Relazione geologica

CODICE DELL'ELABORATO

RT

**RT\_05**

SCALA

REVISIONE

TIMBRI ED ESTREMI DI APPROVAZIONE

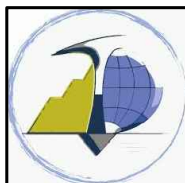
**R.T.I. | Titolare dell'incarico di progettazione**



**INSIGHT & CO. Engineering S.r.l. | capogruppo**

Via Tiburtina Valeria, 149/1  
65129 - Pescara (PE)  
Tel. 085 4192182 Fax 085 2192520  
direzionetecnica@insight.co.it  
insighteng@arubapec.it

IL DIRETTORE TECNICO:  
Arch. Roberto DI RAMIO



**Dott. Geol. Tiziano Desiderio | mandante**

Strada San Fele, 29/B  
66100 - Chieti (CH)  
Tel. e Fax 0871 780240  
studiogeotd@gmail.com tiziano.desiderio@epap.sicurezza postale.it

Dott. Geol. Tiziano DESIDERIO

Novembre  
2023

**INSIGHT & CO. Engineering S.r.l.**  
Via Tiburtina Valeria, 149/1 - 65129 Pescara  
Partita IVA e codice fiscale: 02377380684  
Capitale sociale € 50.000,00 i.v.

# COMUNE DI PRECI (PG)

**Intervento C.I.S. Area Sisma 2016 codifica A1\_45 Preci verso la transizione  
ecologica 1° stralcio**

**Elaborato: REALZIONE GEOLOGICA**

**COMMITTENTE : COMUNE DI PRECI (PG)**

## Sommario

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 2.0 UBICAZIONE - NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....     | 2  |
| 2.1 Ubicazione .....                                | 2  |
| 3.0 ANALISI GEOLOGICA .....                         | 5  |
| 3.1 Geologia generale ed evoluzione tettonica ..... | 6  |
| 3.2 Geomorfologia .....                             | 7  |
| 3.4 Idrogeologia .....                              | 9  |
| 4.0 MODELLO STRATIGRAFICO LITOTECNICO .....         | 9  |
| 4.1 Modello Stratigrafico .....                     | 9  |
| 4.2 Modello Litotecnico .....                       | 10 |

## 1.0 PREMESSA

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto definitivo per gli **“Interventi C.I.S. Area Sisma 2016 codifica A1\_45 Preci verso la transizione ecologica 1° stralcio”**. Lo studio si sviluppa attraverso un’analisi di carattere Geologico Geomorfologico Idrogeologico generale per poi entrare nello specifico attraverso la elaborazione di dati relativi alla:

- successione litostratigrafia;
- caratterizzazione idrogeologica tipica dei luoghi;
- parametrizzazione geotecnica del terreno;
- caratterizzazione sismica dell’area.

Quanto sopra scaturisce da una approfondita analisi geologica del sito ottenuta attraverso il **“Rilevamento Geologico”** suffragata da dati geognostici reperiti per gli interventi realizzati sul territorio di Preci per altri lavori. Va precisato già in premessa che, l’obiettivo *del presente “Progetto”* è quello di dotare, il comune di Preci di attrezzature di servizio con la sistemazione di infrastrutture per la valorizzazione del territorio. Trattasi, nello specifico, di sistemare e/o fare percorsi ciclopeditoni o altro di natura manutentiva, per i quali sebbene progettualmente importanti questi, non impattano con le problematiche geologiche presenti (vedi **“Relazione tecnico illustrativa”** Prima Macroarea). Fa eccezione, a quanto detto, un intervento presente nella Seconda Macroarea dove, il cedimento del terreno posto a tergo di un ponticello, crea problemi di stabilità alla struttura in progetto. Su quest’area si è canalizzata ed approfondita la conoscenza geologico stratigrafica, geotecnica e sismica, necessaria per la progettazione dell’opera di consolidamento.

Come già detto, per la geognostica si fa riferimento a dati reperiti con la cui sintesi si è ricostruita la situazione litostratigrafica, litotecnica e sismica dei luoghi per la zona del ponticello interessata dal movimento. L’inquadramento geologico geomorfologico ed idrogeologico riguarda tutto il territorio di Preci con spunti particolari riferiti alle zone interessate dal **“Progetto”**.

## 2.0 UBICAZIONE - NORMATIVE DI RIFERIMENTO

### 2.1 Ubicazione

Gli ambiti d’intervento previsti presenti all’interno del presente **“Progetto”** sono:

1. Realizzazione nuovo anello ciclabile e messa in sicurezza dei percorsi;
2. Interventi puntuali centro storico (isola ecologica e punto ricarica E-Bike);
3. Interventi su percorsi pedonali (vecchio mulino ed aree di sosta);
4. Sistemazione strada comunale S. Lazzaro ed accesso alla frazione di Belforte.

Per le descrizioni particolari dei vari punti sopra elencati si rimanda alla **“RT-01 Relazione Tecnica Illustrativa”**, precisando che solo il punto 4, ricadente nella Seconda Macroarea del **“Progetto Generale”**, è interessato da una situazione geologica per la quale sono state sviluppate le tematiche geologiche utili per la realizzazione della sistemazione del terreno e della protezione della scarpata.

Il ponticello interessa il Foglio Catastale n° 42 Part.IIIa n° 47 del Catasto terreni del Comune di Preci.



**Località S. Lazzaro. La freccia indica il ponte sulla cui spalla sinistra lato valle si è verificato il fenomeno del sifonamento**

#### Preci



#### San Lazzaro



**Prima e Seconda Macroarea. In rosso, indicati dalla freccia, è visibile il percorso in ristrutturazione con inseriti vari interventi puntuali. Nella Seconda Macroarea oltre al percorso, viene indicato con la freccia nera, il ponticello che unisce la Provinciale 209 con San Lazzaro.**



Planimetria catastale del ponte F. 42 Part.IIa 47

## 2.2 Norme di Riferimento

**Le normative di riferimento, di cui ci si avvale per la stesura dell'elaborato in questione, sono le seguenti:**

*D.M. LL.PP. del 11/03/1988*

*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*

*Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003*

*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*

*D.M. 14 gennaio 2008 e circolare.*

*Norme tecniche per le Costruzioni 2008*

*D.M. 17 Gennaio 2018*

*Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale) entrato in vigore nel marzo 2018.*

*Circolare esplicativa Norme Tecniche per le Costruzioni del 21 gennaio 2019 n. 7: "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.*

### 3.0 ANALISI GEOLOGICA

Sebbene nell'ambito della globalità dei lavori previsti, quello maggiormente attenzionabile da un punto di vista geologico è quello relativo all'intervento di sistemazione della scarpata nei pressi del ponticello di S. Lazzaro, si ritiene fondamentale inquadrare il sito sotto l'aspetto geologico geomorfologico generale.

Ciò in virtù del fatto che, le forme geomorfologiche che oggi noi vediamo sono frutto della evoluzione geologico strutturale dell'area che il terremoto del 2016 ha evidenziato essere ancora attiva. Per tale motivo è bene affrontare ed approfondire, anche senza entrare in particolari, la situazione geologico strutturale del sito. Per quanto riguarda invece l'approccio alle analisi geomorfologiche ed idrogeologiche si entrerà più nello specifico evidenziando quale sia la situazione dei luoghi più in particolare.

#### CARTA GEOLOGICA



Indicate con le frecce arancioni i siti d'intervento quali Preci - S.Lazzaro - Belforte . I tre siti sono interessati:

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| Preci dalla formazione della     | SCAGLIA CINEREA; |
| S.Lazzaro dalla formazione della | SCAGLI ROSSA;    |
| Belforte dalla formazione della  | SCAGLI ROSSA.    |



LEGENDA

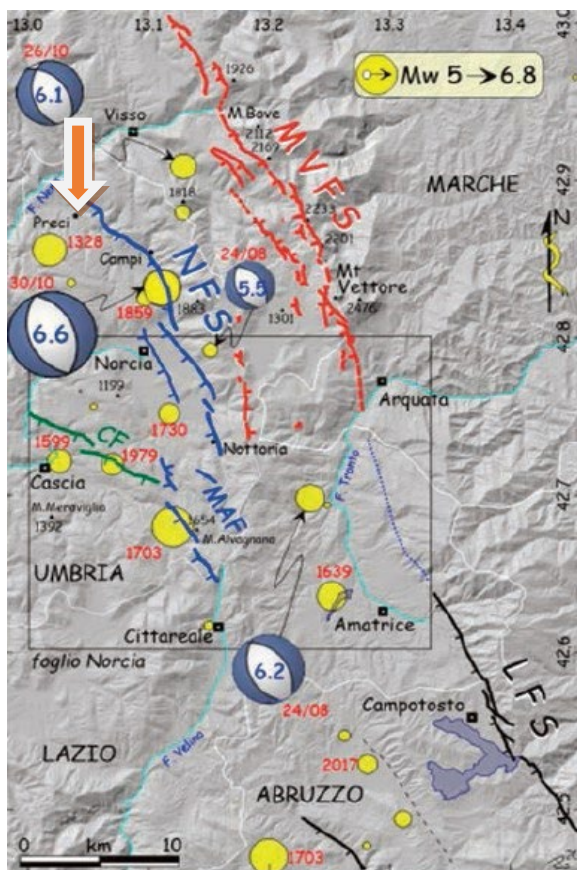
### 3.1 Geologia generale ed evoluzione tettonica

La evoluzione strutturale dell'area ha interessato diverse fasi deformative distensive che, a partire dal *Lias Inf.*, hanno determinato, in primis, la formazione di bacini pelagici con la sedimentazione di unità che hanno poi determinato, su scala regionale, la struttura dell'Appennino Centrale.

Nel *Cretacico* è poi seguita una ulteriore fase distensiva sino ad arrivare al *Miocene – Pliocene Inf.* dove una forte attività compressiva (sempre su scala regionale) ha prodotto la formazione di pieghe e sovrascorrimenti mettendo a contatto anomalo terreni di diverse età.

Nel *Pliocene* si passa nuovamente ad una fase distensiva che hanno determinato la formazione di quelle strutture morfologiche definite "Conche e/o Bacini Intermontani".

Il ringiovanimento dei profili fluviali con il conseguente aumento del trasporto solido da parte dei corsi d'acqua hanno determinato il riempimento di queste depressioni con grandi spessori di materiale detritico di provenienza fluvio - lacustre. Il riempimento della depressione è stato determinato da diverse fasi deposizionali fluvio – lacustri con alternanze sedimentarie di materiali fini (lacustri) a cui seguono materiali più grossolani (fluviali). Quanto sopra ha sinteticamente descritto la evoluzione geologico strutturale dell'area e, quello che oggi noi vediamo, è frutto di questa evoluzione che è ancora in evoluzione ed il terremoto del 2016 ne è una testimonianza.



Carta geologico strutturale. La freccia indica la località di Preci che ci è inserita nell'allineamento tettonico di Norcia (lineamenti blu). Nel riquadro il Foglio Norcia

### 3.2 Geomorfologia

Il comune di Preci si compone di diverse frazioni disseminate su di un territorio che passa dal collinare al premontano. Le quote morfologiche delle frazioni più importanti prese come riferimento, spaziano dai 500m slm (parte di Preci capoluogo sita sul fondovalle) per arrivare ai 1.000m slm di Abeto. Le morfologie, dove sono site le varie Frazioni, si presentano stabili in quanto gli abitati, sono in larga parte ubicati in cresta di un crinale poggianti direttamente su terreni rocciosi così come il sito in oggetto potendolo definire stabile senza segni di instabilità né potenziale né in atto. E' opportuno comunque precisare, pur se non incidente né con le frazioni né con lo studio in oggetto che, un'analisi geomorfologica sviluppata sul territorio ha evidenziato la presenza, lungo i versanti, di materiale detritico (prodotto dalla tettonica e dalle azioni meteoriche) che può portare alla formazione di frane di detrito (debris flow).

Quanto sopra tuttavia, non riguarda i siti oggetto del presente lavoro che, sono siti per i quali vi è solo la necessità di interventi manutentivi che possono essere applicati attraverso ingegneria naturalistica. La sicurezza dei percorsi viari previsti dal progetto è quindi, nel suo complesso, garantita ad esclusione del ponticello di accesso alla Frazione S. Lazzaro che, a causa delle copiose piogge, si è verificato un fenomeno di "sifonamento" del materiale che ha interessato il terreno presente a tergo dello scatolare.

Seguono due foto che evidenziano il fenomeno appena descritto.



**Foto che evidenziano il fenomeno del “sifonamento”. La struttura del ponte non presenta nessun problema strutturale ed il fenomeno verificatosi è puntuale. E’ importante, per la situazione che si è creata, proteggere la scarpata dalla erosione del fosso sottostante attraverso**

la messa in opera di un'opera di sostegno (gabbionata) che, a partire dal letto fluviale protegga la scarpata stessa riprofilandola.

### 3.4 Idrogeologia

La idrogeologia di profondità dei luoghi non interferisce minimamente con le opere in progetto al contrario delle acque di scorrimento superficiale. E' ovvio, in generale, prevedere tra le opere da realizzare e, a completamento delle stesse, anche la messa in sicurezza dei fossi di guardia per lo smaltimento delle acque meteoriche che, come abbiamo appena visto, possono determinare fenomeni non graditi e /o, fenomeni erosivi. Per concludere la idrogeologia di superficie e di profondità, con una corretta realizzazione delle opere è influente per il lavoro in oggetto.

## 4.0 MODELLO STRATIGRAFICO LITOTECNICO

Il modello stratigrafico, litotecnico è stato ricostruito attraverso il reperimento e confronto di dati bibliografici con la scelta di quelli che meglio discretizzavano il sito in oggetto. Questa parte dello studio riguarda il sito interessato dal fenomeno del "sifonamento" per il quale si deve progettare un'opera di consolidamento della scarpata e, di messa in sicurezza del ponte.

### 4.1 Modello Stratigrafico

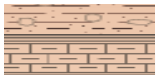
Di seguito si riportano dati più significativi che fotografano al meglio, la situazione dei luoghi.

Dal confronto di tutti i dati ottenuti si può schematizzare la seguente situazione stratigrafica partendo dal letto del fosso. La sezione stratigrafica è suddivisa schematicamente in n° 2 LIVELLI quali:

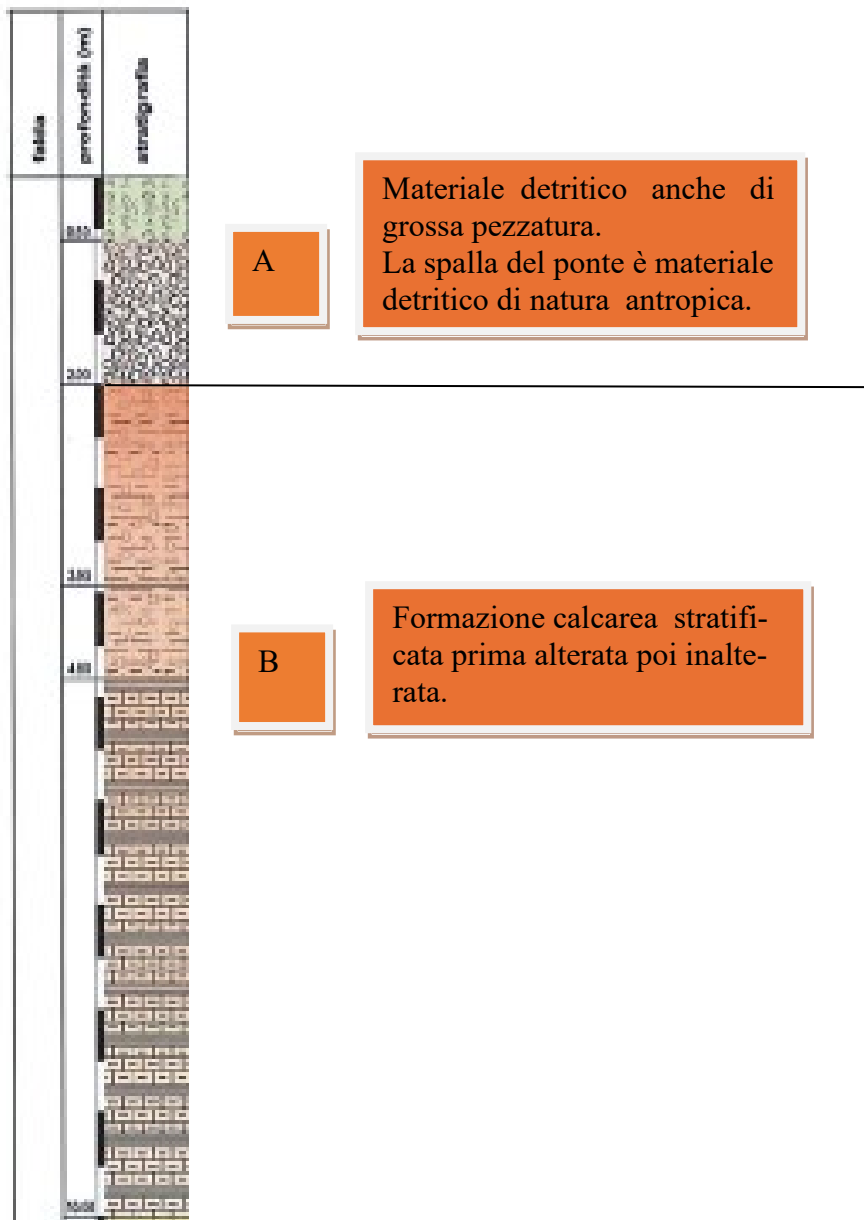


LIVELLO A: Ghiaie, brecce, detrito (antropico sulle spalle ) in matrice sabbiosa.  
0.00 – 2.50m

(questo livello può variare da 1.00m a 2.50m);



LIVELLO B: Formazione prima alterata composta dall'alternanza di livelli calcareo marnosi con strati calcarei di 10cm Scaglia Rossa  
2.50 - 10.00m



#### 4.2 Modello Litotecnico

Ai n°2 LIVELLI Stratigrafici A, B, corrispondono n° 2 UNITA' Litotecniche anch'esse chiamate A e B. Per la caratterizzazione di questi terreni si sono utilizzate prove SPT in foro di sondaggio e a prove di compressione monoaassiale su campioni rimaneggiati di roccia.

I risultati di campo delle prove in situ fatte (SPT) sono:

SPT da 2.00 a 2.45m 10, 9, 23 con  $N_{spt} = 29$  (al passaggio UNITA' A – UNITA' B);  
 SPT da 6.00 a 6.45m 25,45, Rif. (UNITA' B)

Alle prove SPT si è anche aggiunta una prova di laboratorio effettuata su di un campione di calcare prelevato sull'Unità B.



**LIVELLO A – UNITA' A:** Ghiaie, brecce, detrito (anche antropico) in matrice sabbiosa.

0.00 – 2.50m

### PROVA SPT Nr.1

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Stima dei valori geotecnici

| Profondita' (m) | Nr. Colpi |
|-----------------|-----------|
| 2,15            | 10        |
| 2,30            | 6         |
| 2,45            | 23        |

### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione     | Densita' relativa (%) |
|----------------------|-------|------------------|------------|------------------|-----------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Meyerhof<br>1957 | 100                   |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione                                              | Angolo d'attrito (°)    |
|----------------------|-------|------------------|------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Peck-Hanson-<br>Thornburn-<br>Meyerhof<br>1956<br>Owasaki | 35,29<br><br><br><br>39 |

Modulo di Young

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione                            | Modulo di Young (Kg/cm²) |
|----------------------|-------|------------------|------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Schultze-<br>Menzenbach<br>Sabbia media | 205,90                   |

Modulo Edometrico

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione           | Modulo Edometrico (Kg/cm²) |
|----------------------|-------|------------------|------------|------------------------|----------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Menzenbach e<br>Malcev | 341,34                     |

Classificazione AGI

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione           | Classificazion e AGI       |
|----------------------|-------|------------------|------------|------------------------|----------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Classificazion e A.G.I | MODERATAMENTE<br>ADDENSATO |

## Peso unità di volume

| Descrizione       | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione       | Peso Unita' di Volume (t/m³) |
|-------------------|-------|------------------|------------|--------------------|------------------------------|
| Strato (1) Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Terzaghi-Peck 1948 | 1,69                         |

## Peso unità di volume saturo

| Descrizione       | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione       | Peso Unita' Volume Saturo (t/m³) |
|-------------------|-------|------------------|------------|--------------------|----------------------------------|
| Strato (1) Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Terzaghi-Peck 1948 | 2,05                             |

## Modulo di Poisson

| Descrizione       | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Poisson |
|-------------------|-------|------------------|------------|--------------|---------|
| Strato (1) Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | (A.G.I.)     | 0,3     |

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

| Descrizione       | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione           | G (Kg/cm²) |
|-------------------|-------|------------------|------------|------------------------|------------|
| Strato (1) Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Ohsaki (Sabbie pulite) | 1540,17    |

## Coefficiente spinta a Riposo

| Descrizione       | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione     | K0   |
|-------------------|-------|------------------|------------|------------------|------|
| Strato (1) Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Navfac 1971-1982 | 5,47 |

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione       | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione   | Qc (Kg/cm²) |
|-------------------|-------|------------------|------------|----------------|-------------|
| Strato (1) Strato | 29,00 | 0.00-2,45        | 29,00      | Robertson 1983 | 58,00       |

**Sintesi dei dati per L'UNITA' A**

(questo livello può variare da 1.00m a 3.00m) ;

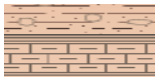
**Prova SPT da 2.00m a 2.45m  $N_{spt}$  ( $N_2+N_3=29$ )** $\gamma$  nat = 1.66 t/mc $\gamma$  saturo = 2.05 t/mc $\Phi$  angolo d'attrito = 39°

Ey Modulo di Young = 200 kg/cmq

Ed Modulo Edometrico 340 kg/cmq

Liquefazione no

AGI Mod. Addensato



**LIVELLO B UNITA' B:** Formazione alterata alternanza calcarea marnosa con strati calcarei di 10cm

### PROVA SPT Nr.2

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Stima dei valori geotecnici

| Profondita' (m) | Nr. Colpi |
|-----------------|-----------|
| 6,15            | 29        |
| 6,30            | 45        |
| 6,45            | 50        |

### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione     | Densita' relativa (%) |
|----------------------|-------|------------------|------------|------------------|-----------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45        | 95,00      | Meyerhof<br>1957 | 90                    |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione                                   | Angolo d'attrito (°) |
|----------------------|-------|------------------|------------|------------------------------------------------|----------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45        | 95,00      | Peck-Hanson-<br>Thornburn-<br>Meyerhof<br>1956 | 44,14                |

Modulo di Young

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione                            | Modulo di Young (Kg/cm²) |
|----------------------|-------|------------------|------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45        | 95,00      | Schultze-<br>Menzenbach<br>Sabbia media | 602,90                   |

Modulo Edometrico

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione   | Modulo Edometrico (Kg/cm²) |
|----------------------|-------|------------------|------------|----------------|----------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45        | 95,00      | Farrent (1963) | 674,50                     |

Classificazione AGI

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione           | Classificazion e AGI |
|----------------------|-------|------------------|------------|------------------------|----------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45        | 95,00      | Classificazion e A.G.I | MOLTO<br>ADDENSATO   |

Peso unità di volume

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Peso Unita' di Volume (t/m³) |
|-------------|------|------------------|------------|--------------|------------------------------|
|-------------|------|------------------|------------|--------------|------------------------------|

|                      |       |           |       |                       |      |
|----------------------|-------|-----------|-------|-----------------------|------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45 | 95,00 | Terzaghi-Peck<br>1948 | 1,96 |
|----------------------|-------|-----------|-------|-----------------------|------|

#### Peso unità di volume saturo

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato<br>(m) | N. Calcolo | Correlazione          | Peso Unità'<br>Volume Saturo<br>(t/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|-------|---------------------|------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45           | 95,00      | Terzaghi-Peck<br>1948 | 2,22                                                |

#### Modulo di Poisson

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato<br>(m) | N. Calcolo | Correlazione | Poisson |
|----------------------|-------|---------------------|------------|--------------|---------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45           | 95,00      | (A.G.I.)     | 0,16    |

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato<br>(m) | N. Calcolo | Correlazione              | G<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-------|---------------------|------------|---------------------------|----------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45           | 95,00      | Ohsaki<br>(Sabbie pulite) | 4698,65                    |

#### Coefficiente spinta a Riposo

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato<br>(m) | N. Calcolo | Correlazione         | K0    |
|----------------------|-------|---------------------|------------|----------------------|-------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45           | 95,00      | Navfac 1971-<br>1982 | 11,93 |

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione          | NSPT  | Prof. Strato<br>(m) | N. Calcolo | Correlazione      | Qc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-------|---------------------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Strato (1)<br>Strato | 95,00 | 0.00-6,45           | 95,00      | Robertson<br>1983 | 190,00                      |

#### Da Laboratorio

#### Sintesi dei dati per L'UNITA' B

**Prova SPT da 6.00m a 6.45m  $N_{spt}$  ( $N_2+N_3 = 45 + Rif$ )**

$\gamma$  nat. = 1.90 t/mc

$\gamma$  saturo = 2.20 t/mc

$\Phi$  angolo d'attrito = > 44

Ey Modulo di Young = 600 kg/cmq

Ed Modulo Edometrico 650 kg/cmq

#### Prove di laboratorio

$\gamma$  = 2.39 t/mc

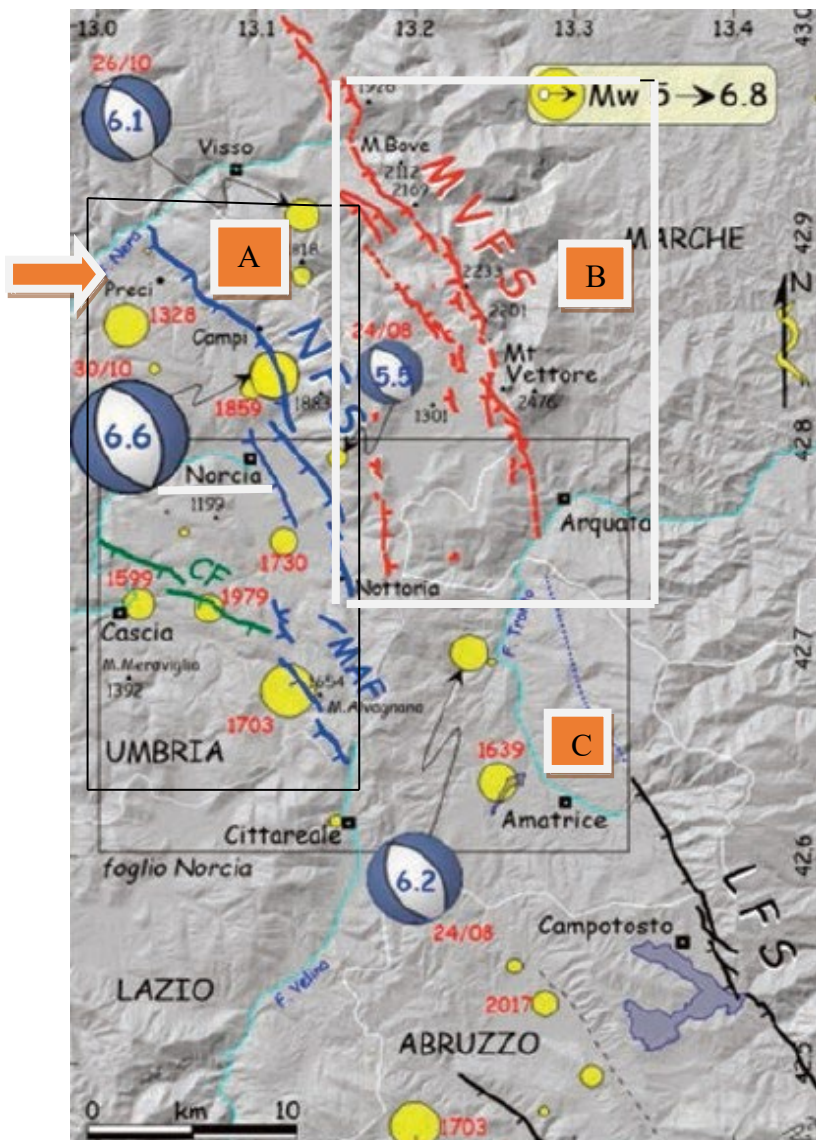
Resistenza a compressione 24.50 MPa

## 5.0 SISMICA

### 5.1 Sismicità Storica recente

Preci è interessato da una sismicità di zona molto complessa che è determinata da un sistema di faglie riconducibili a n° 2 allineamenti tettonici (Preci è interessato dall'allineamento blu di Norcia) che se attivati singolarmente nel tempo, risultano essere terremoti di modesta entità ma se attivati in gruppi, quali i terremoti del 1328, 1599, 1730, 1859, 1979  $6 < M_w < 6.5$ ) o tutti insieme, danno luogo, come è accaduto nel 1703, a terremoti più distruttivi  $M_w = 6.9$ .

La carta che segue evidenzia quanto appena detto.

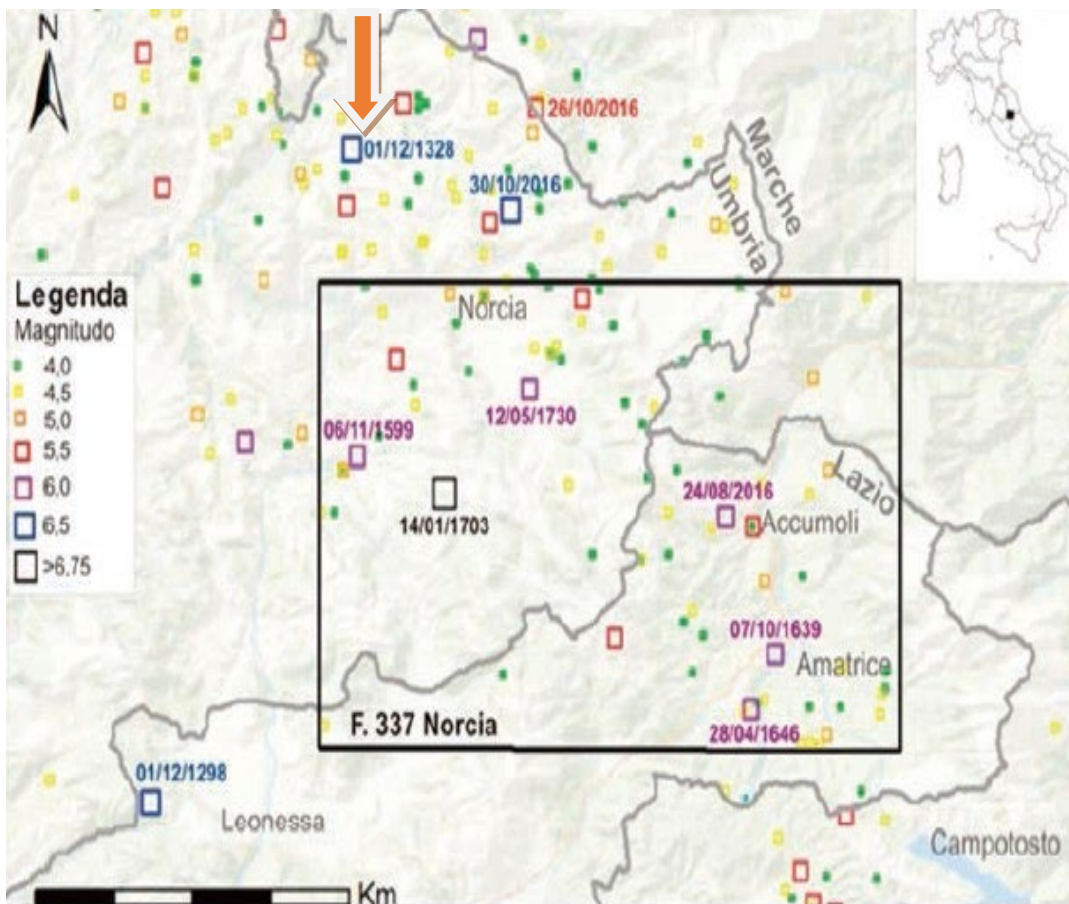


Con A, B, C si evidenziano:

A Allineamento tettonico di Norcia lineamenti blu che interessa il territorio di Preci;

B Allineamento tettonico M. Bove M. Vettore lineamenti rossi;

C i lineamenti esterni della Carta geologica Norcia F. 337 sottostante a Preci



Magnitudo dei vari terremoti

Il comune di Preci è inserito in una zona ad alta sismicità. Lo studio che ha definito questa classificazione, fatta per tutti i comuni d'Italia, è stato fatto dall'INGV mettendo a disposizione della comunità nazionale un prodotto scientificamente valido e, immediatamente utilizzabile. Si è quindi superata la vecchia suddivisione che definiva la "Pericolosità Sismica" su scala comunale definendo sismico un comune e, quello immediatamente limitrofo non sismico.

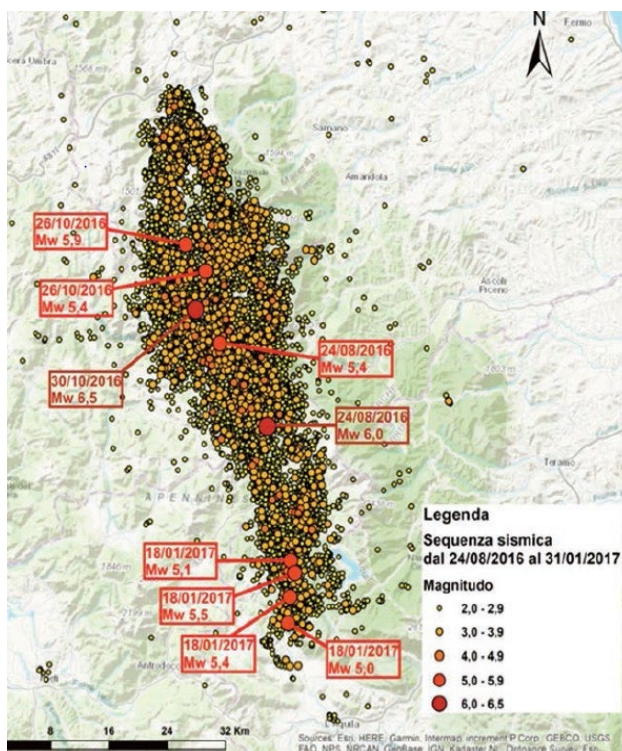
I criteri per l'aggiornamento della mappa di Pericolosità Sismica sono stati definiti dall'Ordinanza da PCM n° 3519/2006 che, ha suddiviso l'intero territorio nazionale in n°4 zone sismiche sulla base del valore di accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante che ha una probabilità del 10% di essere superato in 50anni.

La zona sismica 1, dove è inserito il territorio del comune di Preci, è da considerarsi un'area a pericolosità sismica elevata.

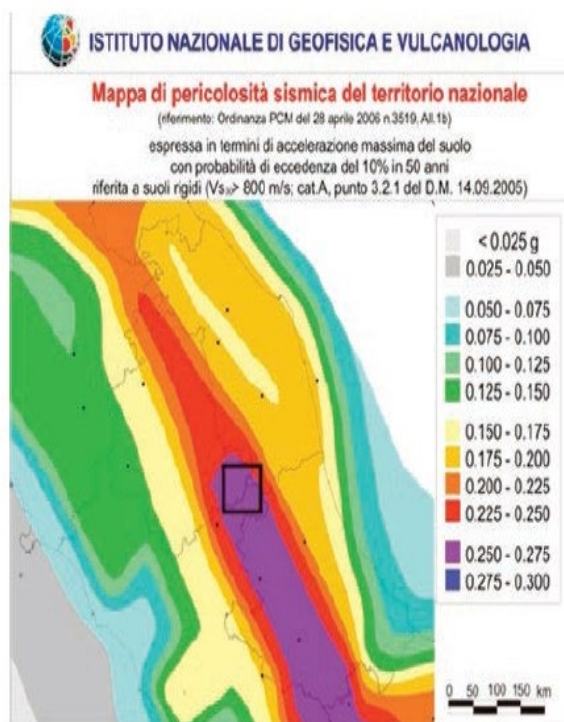
| Zona sismica | Descrizione                                                                                                                              | accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag] | accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag] | numero comuni con territori ricadenti nella zona (*) |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1            | Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.                                                            | $0,25 < a_g \leq 0,35 \text{ g}$                                     | 0,35 g                                                                | 740                                                  |
| 2            | Zona dove possono verificarsi forti terremoti.                                                                                           | $0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$                                     | 0,25 g                                                                | 2.367                                                |
| 3            | Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.                                                                                  | $0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$                                     | 0,15 g                                                                | 3.014                                                |
| 4            | E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. | $a_g \leq 0,05 \text{ g}$                                            | 0,05 g                                                                | 1.788                                                |

Suddivisione in n°4 zone sismiche. Preci è inserito nella zona sismica n°1

Sotto carta della sequenza sismica (24/08/16 – 31/01/17) e mappa della pericolosità sismica



Sequenza sismica dal 24 08 2016 al 31 01 2017



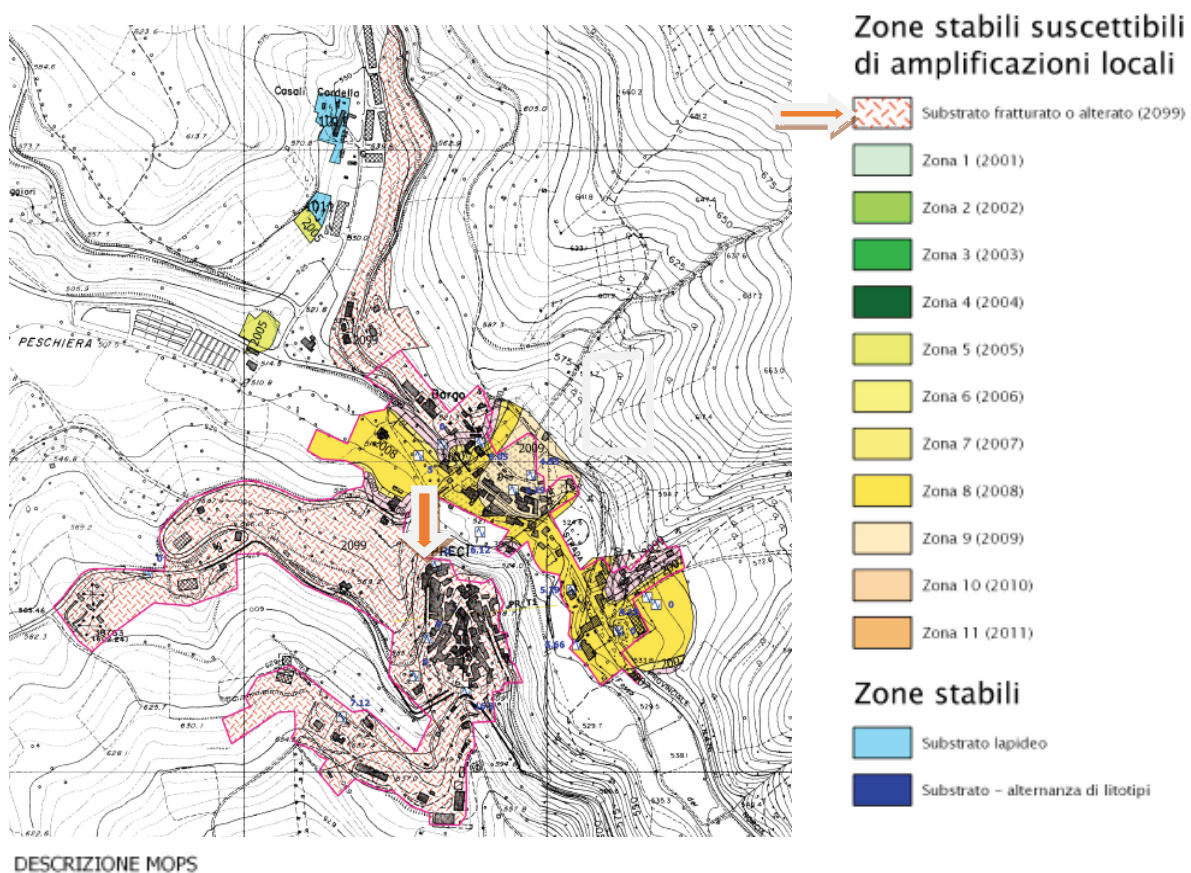
Mappa della pericolosità sismica

L'evento sismico più antico riconducibile alle faglie di Norcia (allineamento Preci – Campi – Norcia – Nottoria) è quello datato 99 a.C. che è gemello al terremoto datato 14 01 1703 che sono stati terremoti di forte intensità con Magnetudo circa 7 mentre, il terremoto del 24 08 2016 ha come fonte energetica l'allineamento tettonico M. Bove - M. Vettore (allineamento rosso) con evidenza del movimento di faglia visibile in superficie il cui rigetto è dell'ordine dei 0.30m.

## 5.2 Sismica di sito

Il comune di Preci è inserito ed è considerato interessante una zona ad alta sismicità. Lo studio che ha definito questa classificazione, fatta per tutti i comuni d'Italia, è stato fatto dall'INGV mettendo a disposizione della comunità nazionale un prodotto scientificamente valido e, immediatamente utilizzabile. Si è quindi superata la vecchia suddivisione che definiva la "Pericolosità Sismica" su scala comunale definendo sismico un comune e, quello immediatamente limitrofo non sismico.

Ora, attraverso l'applicazione webgis è possibile consultare, in maniera interattiva, le mappe di "Pericolosità Sismica" su tutto il territorio nazionale e, per la zona di Preci, si hanno valori di accelerazione del suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) pari a come già visto 0.250 – 0.275 ag. (accelerazione massima al suolo). Dal grado di approfondimento del presente studio, acquisito attraverso il rilevamento geologico, geomorfologico e stratigrafico dell'area, dall'analisi di "microzonazione" di cui segue la cartografia MOPS



Zona 1 – Terreno di riporto con spessore massimo di circa 3 m su substrato geologico lapideo stratificato.

### 5.2.1 Categoria Topografica

Dal punto di vista morfologico, il sito in oggetto si colloca su un'area di fondovalle con inclinazione media del pendio  $< e/o =$  di  $15^\circ$  per cui, secondo la normativa sismica NTC 2018, la "Categoria Topografica" del sito da attribuire è pari a T1

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  $S_r$*

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento                                                      | $S_r$ |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| T1                    | -                                                                                            | 1,0   |
| 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   |

Categoria Topografica T1 ; Coefficiente amplificazione topografica  $S_r = 1.0$

### 5.2.2 Categoria di Suolo

Da una serie di prove MASW

Il calcolo delle  $V_{s,eq}$  (m/s) per lo Shot n° 1 e per lo Shot n° 2 dell'indagine MASW eseguita, fa riferimento alla seguente equazione:

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

con:

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

$N$  numero di strati;

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

la "Categoria di Suolo" è stata definita attraverso la conoscenza stratigrafica del sito e tramite la determinazione delle  $V_{s,eq}$  attraverso il risultato di prove MASW realizzate nello stesso contesto geologico. Il valore di  $V_s$  eq ottenuto dalla prova più significativa è risultato essere:

**STENDIMENTO SISMICO “MASW75”:**

$$V_{s,eq} 1 = 601.89 \text{ m/s}$$

$$V_{s,eq} 2 = 587.715 \text{ m/s}$$

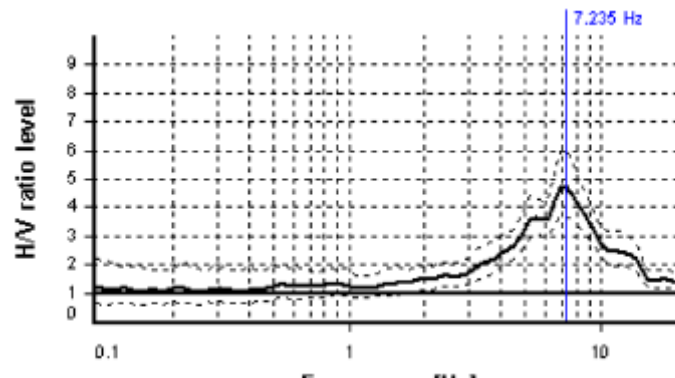
Il tipo di suolo che scaturisce dai valori di velocità di cui sopra è di tipo “B” secondo quanto riportato nella tabella 3.2.II (Norme Tecniche Costruzioni 2018) – Categorie di sottosuolo.

| Categoria                                                                          | Caratteristiche della superficie topografica                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                                                                                  | <i>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.</i>                                             |
|  B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>                                            |
| C                                                                                  | <i>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.</i>   |
| D                                                                                  | <i>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.</i> |
| E                                                                                  | <i>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.</i>                                                                                                                                    |

**Tabella NTC 2018**

### 5.2.3 Frequenza caratteristica di sito

La frequenza di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura dato dal segnale registrato dalla HVSr in zona geologicamente simile, ha messo in evidenza un picco di vibrazione, dedotto dal rapporto  $M/V$  segue il diagramma della prova sismica passiva.

**Selected  $f_0$  frequency****7.235 Hz** **$A_0$  amplitude = 4.728****Average  $f_0$  =  $7.147 \pm 0.806$** **Frequenza caratteristica di sito**

| HVSR curve reliability criteria                                |                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----|
| $f_0 > 10 / L_w$                                               | 109 valid windows (length > 1.38 s) out of 109 | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                               | 15771.56 > 200                                 | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$                      | Exceeded 0 times in 25                         | OK |
| HVSR peak clarity criteria                                     |                                                |    |
| $\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f) < A_0/2$    | 3.80632 Hz                                     | OK |
| $\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^+) < A_0/2$ | 13.03431 Hz                                    | OK |
| $A_0 > 2$                                                      | 4.73 > 2                                       | OK |
| $f_{\text{peak}}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$     | 0% $\leq$ 5%                                   | OK |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                  | 0.80601 $\geq$ 0.36173                         | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                  | 1.28033 < 1.58                                 | OK |
| Overall criteria fulfillment                                   |                                                | OK |

**5.2.4 Liquefazione**

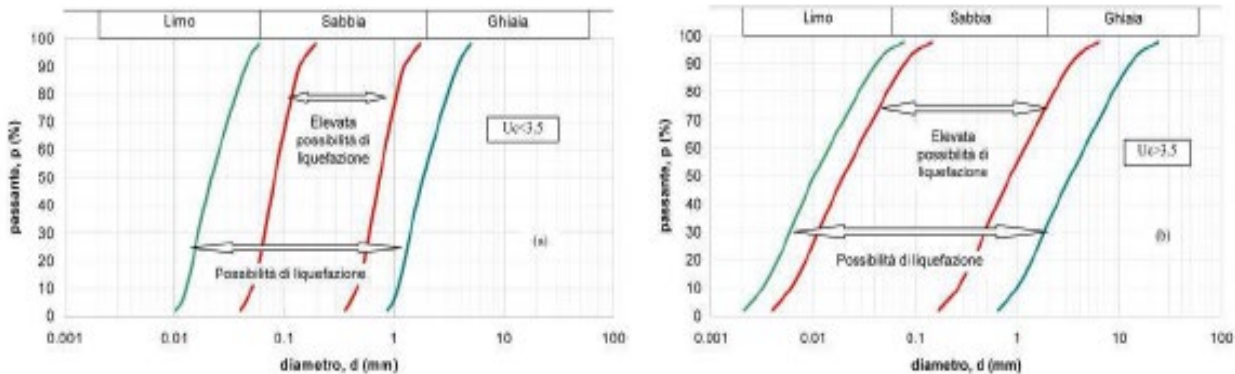
Il termine liquefazione definisce un fenomeno per il quale si ha una diminuzione di resistenza al taglio e/o rigidità causata dall'aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Il pericolo di "Liquefazione" deve essere accertato in base alla concomitanza di fattori scatenanti e predisponenti per cui, la probabilità che un deposito incoerente raggiunga la condizione di "Liquefazione" è strettamente dipendente dalle -dalla- dai- :

- 1- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0.1g;
- 2- profondità media stagionale della falda superiore a 15m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ( $N1$ )  $60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove ( $N1$ ) 60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa; depositi sabbiosi in assenza di acqua;

4- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nei grafici di seguito riportati, ossia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$ , o nel caso di terreni con  $U_c > 3.5$ .  $U_c$  è il rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa.



#### Intervallo granulometrico per sabbie soggette a liquefazione

L'analisi anche visiva fatta sui campioni prelevati evidenzia che il terreno in oggetto si presenta tendenzialmente GHIAIOSO SABBIOSO CON CIOTTOLI DI VARIA DIENSIONE per i primi 2.50m - 3.00m per poi passare, alla formazione CALCAREA.

Nel nostro caso la verifica a liquefazione non è stata svolta in quanto, sia dal punto di vista litologico (granulometrie che evidenziano terreni tendenzialmente detritici - brecce di varie dimensioni – primi 3.00m della sezione) pongono, detti terreni al di fuori di quelli potenzialmente liquefacibili.

#### IL TECNICO