

# **STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA**

Dott. Graziano Graziani - Via Einaudi, 1 – 57018 VADA (LI)

---

*AMPLIAMENTO DI UN FABBRICATO DI CIVILE ABITAZIONE*

## **RELAZIONE GEOLOGICA, MODELLAZIONE SISMICA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA**

**Ubicazione:** *San Giuliano Terme (PI) – Loc. Colignola via dell'Argine*

**Committente:** *Sig. Roberto Russo*

**Data:** *Giugno 2021*

**Il geologo**



**RELAZIONE GEOLOGICA, MODELLAZIONE SISMICA  
E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DI  
UN FABBRICATO DI CIVILE ABITAZIONE POSTO NEL COMUNE DI  
SAN GIULIANO TERME (PI) – LOCALITÀ COLIGNOLA VIA DELL'ARGINE**

**Premessa**

La presente relazione, redatta su incarico del sig. Roberto Russo, riferisce sui risultati di un'indagine geologica, geotecnica e sismica eseguita nel comune di San Giuliano Terme (PI) – località Colignola via dell'Argine, dove è in progetto l'ampliamento di un fabbricato di civile abitazione.

L'indagine effettuata, redatta in conformità alle vigenti normative in materia (*N.T.C. 2018, D.P.G.R. 36/R/2009, L.R. 41/2018*), alle indicazioni contenute negli *Studi Geologici di supporto allo strumento urbanistico comunale vigente* e nel *Piano per l'Assetto Idrogeologico/Gestione del Rischio Alluvioni del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale*, ha avuto lo scopo di determinare le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche, idrauliche e sismiche del sito, nonché di evidenziare, nel dettaglio, le proprietà litotecniche del terreno presente: tutto questo al fine di confermare la fattibilità dell'intervento programmato e di fornire quei dati necessari ad un corretto dimensionamento della nuova struttura di fondazione.

**Ubicazione e breve descrizione dell'intervento**

La zona analizzata è ubicata nel settore meridionale del territorio comunale di San Giuliano Terme, in località Colignola. Nel dettaglio trattasi del fabbricato posto in via dell'Argine n° 27/b, all'interno della particella n° 895 del foglio 83 e meglio identificato dalle seguenti coordinate (WGS84):

*Latitudine: 43.724292*

*Longitudine: 10.462872*

I lavori previsti consistono essenzialmente nell'ampliamento (3x13 m con due piani fuori terra) della struttura esistente in aderenza al suo prospetto occidentale e nella sua sopraelevazione (73 mq). Sul lato meridionale verrà inoltre realizzata una tettoia aperta quadrata di lato pari a 8.9 m ed un ripostiglio 4.00x4.50 m. Per ogni ulteriore dettaglio si rimanda comunque agli specifici elaborati progettuali.

## **Metodologia d'indagine**

Il programma d'indagine, definito in funzione dei lavori da eseguire, dell'assetto geomorfologico dell'area, delle classi di fattibilità come da P.O. (fattibilità condizionata per l'aspetto geologico e sismico, limitata per quello idraulico) e dei contenuti del *D.P.G.R. 36/R/2009* (classe d'indagine n° 2),, si è articolato secondo le seguenti fasi:

- ricerca bibliografica preliminare sulle caratteristiche dei terreni presenti in loco;
- consultazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico/Gestione del Rischio Alluvioni del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale;
- consultazione degli Studi Geologici ed Idraulici di supporto al Piano Operativo comunale;
- rilevamento diretto a livello di area complessiva;
- acquisizione dei risultati di alcune indagini geognostiche e sismiche effettuate nelle immediate vicinanze;
- esecuzione di n° 1 prova penetrometrica statica e n° 1 indagine sismica MASW;
- elaborazione ed interpretazione di tutti dati acquisiti.

## **Lineamenti geologici e stratigrafici**

La geologia della zona analizzata e di un suo vasto intorno è evidenziata nella specifica carta (ripresa dal progetto CARG regionale) allegata alla presente relazione; da questa cartografia si evincono chiaramente la distribuzione areale ed i rapporti intercorrenti fra le varie formazioni geologiche.

In questo settore del territorio comunale di San Giuliano Terme sono presenti dei sedimenti recenti di natura alluvionale, che si sono messi in posto durante le attività del vicino Fiume Arno. La pianura alluvionale esistente in zona rappresenta una unità geomorfologica formatasi in seguito al riempimento della depressione retroappenninica del Bacino Pisano-Versiliese; in affioramento essa mostra la presenza di sedimenti di natura alluvionale (Olocene) che si sono messi in posto durante il sovralluvionamento causato dalla deglaciazione postwurmiana: in tale periodo infatti, vi è stata la risalita del livello del mare e lo sbarramento, ad opera del sistema dei lidi, del delta dell'Arno (Mazzanti, 1994). Questi depositi superficiali si sovrappongono sui terreni pleistocenici sabbioso-conglomeratici facenti parte del substrato superiore della pianura, con uno spessore che i dati bibliografici indicano, qui, nell'ordine di alcune decine di metri (Mazzanti, 1994). Nella coltre alluvionale prevalgono le sabbie nelle zone più vicine al corso attuale del Fiume Arno e dei suoi principali affluenti, mentre sono diffuse le argille nelle zone più lontane, rimaste ad una quota inferiore e quindi soggette ad impaludamenti e sedimentazioni di soli materiali fini.

### **Situazione idrogeologica e idraulica**

La formazione geologica affiorante nell'area esaminata può essere considerata, dal punto di vista idrogeologico, a permeabilità primaria di grado variabile: maggiore dove la litologia risulta prettamente sabbiosa, minore (o addirittura impermeabile) dove invece la dominanza è limo-argillosa. Dalla misura effettuata all'interno del foro penetrometrico è emersa la presenza di una superficie piezometrica alla profondità di 2.50 metri dal p.c.: tale falda superficiale permea i livelletti sabbiosi esistenti nel primo sottosuolo e può subire oscillazioni stagionali nell'ordine di 1.0/2.0 m.

Per quanto concerne l'aspetto idraulico, la zona in oggetto risulta classificata, nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, a pericolosità media (classe P2 – alluvioni poco frequenti), mentre il Piano Operativo (ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011) prevede una pericolosità elevata (classe I.3): entrambe le classificazioni corrispondono alle aree inondabili da eventi con tempo di ritorno (Tr) compresi fra 30 e 200 anni.

Lo Studio Idraulico relativo allo stesso Piano Operativo determina inoltre i battenti per i vari tempi di ritorno: dallo stralcio allegato alla presente relazione si evince come, l'edificio da ampliare ed i suoi immediati dintorni, siano quasi completamente in sicurezza idraulica,

ad eccezione di una piccola porzione per la quale risulta un battente con Tr duecentennale pari a 7 cm.

Gli interventi sul patrimonio edilizio esistente (come in questo caso) sono normati dall'art.12 della L.R. 41/18; nello specifico, il comma 2 recita: *nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione di interventi edilizi che comportano incrementi volumetrici, anche attraverso demolizioni con parziale o totale ricostruzione, è realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).*

A sua volta l'art. 8 afferma che *la gestione del rischio di alluvioni è assicurata mediante la realizzazione delle seguenti opere finalizzate al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2:*

*c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree.*

L'art. 8 specifica inoltre che il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato, ad esempio, attraverso la realizzazione di opere o interventi diretti a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione della trasformazione urbanistico-edilizia,

Per l'ampliamento di via dell'Argine sarà quindi necessario prevedere un rialzamento del primo piano di calpestio fino alla quota di sicurezza duecentennale (+ 7 cm rispetto al p.c.): visto comunque che la pavimentazione dell'abitazione esistente si trova a +40 cm dal p.c., si ritiene necessario uniformare il piano di calpestio in progetto alla quota di quello già presente, includendo in questa sopraelevazione anche il franco di sicurezza. La sopraelevazione, come specificato nella normativa, non dovrà aggravare le condizioni di rischio in altre aree, per cui sarà necessaria un'opportuna compensazione volumetrica da realizzare, per esempio, sotto l'edificio per un'altezza (come minimo) pari al battente duecentennale.

## **Assetto geomorfologico**

Il fabbricato da ampliare, ubicato ad una quota di circa 8.0 metri s.l.m., risulta morfologicamente inserito nella pianura alluvionale del Fiume dell'Arno (in destra idrografica, a 80 metri di distanza dall'argine), in un settore pianeggiante che comunque si eleva di circa 4 metri rispetto al resto della pianura, dalla quale è separato da un netto

salto morfologico. Tale condizione potrebbe ricondurre ad un riporto antico (collocato nel sito durante la realizzazione della golenia), mentre sembra meno verosimile l'esistenza di un paleoalveo,.

Lo Studio Geologico di supporto allo strumento urbanistico comunale vigente classifica questa zona a pericolosità geologica elevata (classe G.3), dovuta essenzialmente alla presenza di depositi alluvionali ipotizzati con caratteristiche geotecniche scadenti: la prova penetrometrica effettuata ha evidenziato invece un terreno con buone proprietà geomeccaniche.

### **Aspetto sismico**

Lo Studio Geologico di supporto al P.O. comunale adottato classifica l'area (ed un suo vastissimo intorno) a pericolosità sismica locale elevata (S3), ritenendola o potenzialmente suscettibile di liquefazione dinamica, oppure in grado di generare un'amplificazione stratigrafica del moto del suolo.

Il comune di San Giuliano Terme è inserito, secondo la zonazione definita dalla Del. G.R.T. n. 421/2014, in zona sismica 3. L'azione sismica di progetto viene determinata in funzione della pericolosità di base del sito, la quale dipende dall'accelerazione orizzontale massima. I caratteri del moto sismico sono definiti, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento ( $P_{vr}$ ), a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  = accelerazione massima al sito

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_{c^*}$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Nella la zona in argomento abbiamo:

| Stato limite                                | Tr<br>[anni] | $a_g$<br>[g] | $F_o$ | $T_{c'}$<br>[s] |
|---|--------------|--------------|-------|-----------------|
| Operatività (SLO)                           | 30           | 0,039        | 2,577 | 0,227           |
| Danno (SLD)                                 | 50           | 0,049        | 2,554 | 0,249           |
| Salvaguardia vita (SLV)                     | 475          | 0,119        | 2,408 | 0,282           |
| Prevenzione collasso (SLC)                  | 975          | 0,154        | 2,391 | 0,285           |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | 50           |              |       |                 |

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si rende comunque necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale: questo è possibile utilizzando un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. L'identificazione di tali categorie si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{seq}$ ); per tale motivo, è stata effettuata un'indagine sismica MASW (vedere specifico elaborato allegato), dalla quale emerge l'esistenza di un suolo di tipo **C**, ovvero *"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"*.

Gli effetti del moto generato da un terremoto dipendono anche dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sito e dalle proprietà fisico meccaniche dei terreni presenti. L'area in argomento possiede una condizione topografica per la quale è lecito adottare, alla luce della tabella 3.2.III delle NTC, la categoria topografica **T1**, corrispondente a "superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ ". Per le altre caratteristiche si rimanda alla seguente tabella:

| Coefficienti                      | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| SS (Amplificazione stratigrafica) | 1,50  | 1,50  | 1,50  | 1,48  |
| Cc (Coeff. funz. categoria)       | 1,71  | 1,66  | 1,59  | 1,59  |
| St (Amplificazione topografica)   | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  |
| Kh                                | 0,012 | 0,015 | 0,043 | 0,055 |
| Kv                                | 0,006 | 0,007 | 0,021 | 0,027 |
| A max [m/sec <sup>2</sup> ]       | 0,579 | 0,720 | 1,756 | 2,234 |
| Beta                              | 0,200 | 0,200 | 0,240 | 0,240 |

## **Caratterizzazione geotecnica**

Al fine di ricostruire l'andamento litostratigrafico del sottosuolo e caratterizzare geotecnicamente i vari orizzonti presenti, è stata effettuata una prova penetrometrica statica la cui ubicazione precisa è ben visibile nella specifica aerofotogrammetria allegata.

I risultati dettagliati della penetrometria e le caratteristiche tecniche dello strumento utilizzato vengono allegati a tergo della presente relazione: sono integralmente riportati i valori di resistenza alla punta ( $Q_c$ ), della resistenza laterale ( $f_s$ ) ed i principali parametri

geotecnici elaborati ogni 20 cm sulla base del valore di  $Q_c$  seguendo i suggerimenti della bibliografia più accreditata in materia.

I singoli livelli, individuati seguendo le indicazioni di Schmertman (1978 -  $Q_c-f_s/Q_c$ ) e Begeman (1965 -  $Q_c/f_s$ ), sono stati raggruppati in strati omogenei dei quali si evidenziano di seguito solo i valori *medi* della resistenza alla punta del penetrometro statico ( $R_p$ , Kg/cm<sup>2</sup>), del peso di volume saturo ( $\gamma$ , t/m<sup>3</sup>), della resistenza al taglio ( $C_u$  = coesione non drenata -  $\phi$  = angolo di attrito interno) e del modulo edometrico ( $M_o$ , Kg/cm<sup>2</sup>):

→ dal p.c. a -0.80: terreno di riporto

→ da -0.80 a -2.60 m: argille mediamente consistenti

$R_p$  (valore medio di resistenza alla punta del penetrometro statico) = **18 Kg/cm<sup>2</sup>**

$\gamma$  (peso di volume saturo) = **1.93 t/m<sup>3</sup>**

$C_u$  (coesione non drenata) = **0.75 Kg/cm<sup>2</sup>**

$\phi$  (angolo d'attrito interno) = **0°**

$M_o$  (modulo edometrico) = **56 Kg/cm<sup>2</sup>**

→ da -2.60 a -5.20 m: argille limose moderatamente consistenti

$R_p$  = **12.5 Kg/cm<sup>2</sup>**

$\gamma$  = **1.90 t/m<sup>3</sup>**

$C_u$  = **0.60 Kg/cm<sup>2</sup>**

$\phi$  = **0°**

$M_o$  = **45 Kg/cm<sup>2</sup>**

→ da -5.20 a -9.00 m: argille e argille organiche tenere con livelli decimetrici di sabbie sciolte

$R_p$  = **6.5 Kg/cm<sup>2</sup>**

$\gamma$  = **1.70 t/m<sup>3</sup>**

$C_u$  = **0.30 Kg/cm<sup>2</sup>**

$\phi$  = **0°**

$M_o$  = **23 Kg/cm<sup>2</sup>**

L'indagine effettuata evidenzia dunque la presenza di un terreno di fondazione caratterizzato da una preferenziale natura coesiva e proprietà geotecniche medie.



L'assetto litostratigrafico appena descritto viene comunque sintetizzato anche nell'allegata sezione litotecnica.

*Per quanto concerne i parametri geotecnici caratteristici di resistenza al taglio, ovvero una stima ragionata e cautelativa degli stessi parametri, possono essere adottati i valori maggiormente cautelativi rilevati nel volume significativo:*

$$C_{uk} = 0.60 \text{ Kg/cm}^2 - \varphi_k = 0^\circ - \gamma_k = 1.90 \text{ t/m}^3$$

*Per quello che riguarda la deformabilità, sono invece da applicare i valori medi calcolati in maniera prudenziale per ogni singolo strato.*

## **Liquefazione**

Il terreno di fondazione è caratterizzato da una preferenziale natura coesiva, con livello piezometrico posto a -2.50 m dal p.c. In tale condizione, il fenomeno della liquefazione è da ritenersi come poco probabile, ma ad ogni modo è stata condotta una specifica verifica con il metodo Andrus e Stokoe (vedere allegato), che ha permesso di escludere tale rischio.

## **Osservazioni conclusive**

Per concludere, dalla elaborazione dei dati acquisiti risulta che:

- \*il fabbricato oggetto dell'intervento è inserito in un contesto pianeggiante in cui affiorano depositi alluvionali (probabilmente ricoperti da un riporto antico) aventi proprietà geotecniche medie;
- \*la pericolosità (geologica, idraulica e sismica) dell'area viene definita come elevata;
- \*nel sottosuolo della zona è presente una falda superficiale con livello piezometrico attestato alla profondità di 2.50 m;
- \*in sintesi, alla luce delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, idrauliche, sismiche e geotecniche della zona, si conferma la fattibilità dell'intervento in

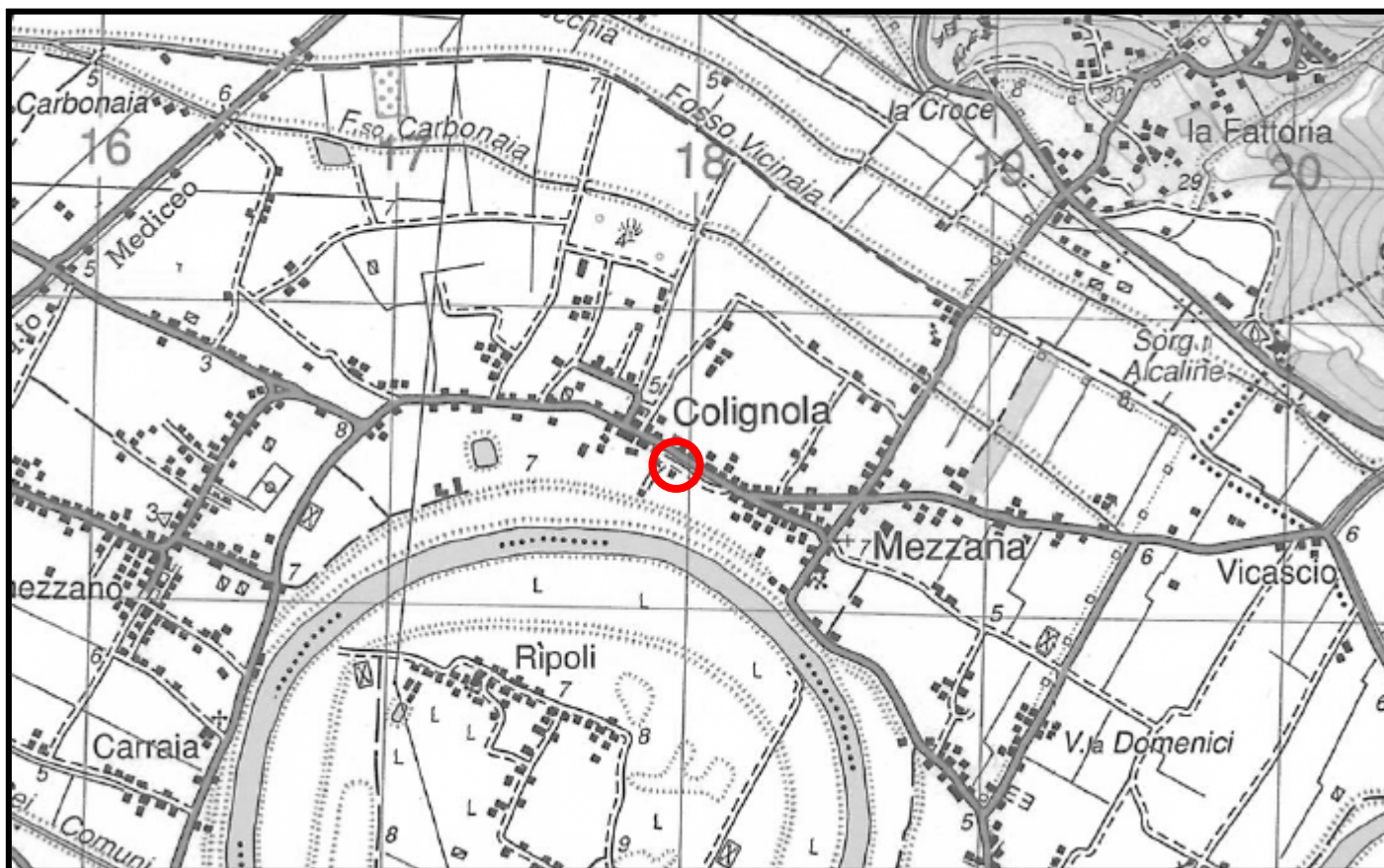
progetto, condizionandola all'esecuzione delle soluzioni di messa in sicurezza idraulica indicate nella presente relazione.

*Allegati:*

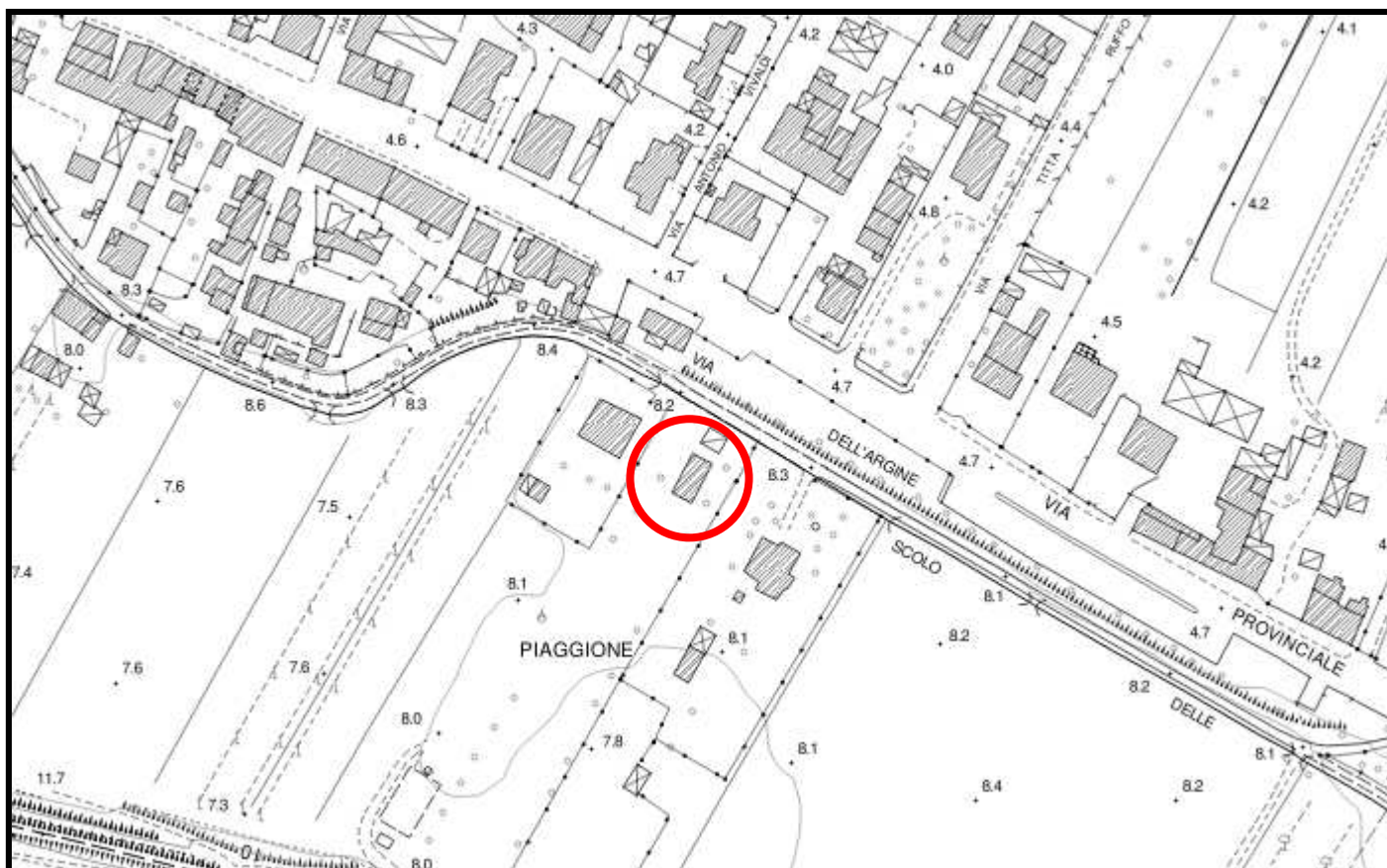
|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| COROGRAFIA                      | 1:25000     |
| AEROFOTOGRAMMETRIA              | 1:2000      |
| CARTA GEOLOGICA                 | 1:5000      |
| CARTA DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA | 1:5000      |
| CARTA DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA | 1:5000      |
| PERIMETRAZIONI P.G.R.A.         | 1:4500      |
| STRALCIO STUDIO IDRAULICO       |             |
| CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA   | 1:5000      |
| TABELLE FATTIBILITÀ             |             |
| PLANIMETRIA CON INDAGINI        | 1:500       |
| SEZIONE LITOTECNICA             | 1:200/1:100 |
| REPORT VERIFICA LIQUEFAZIONE    |             |
| ELABORATI PENETROMETRIA         |             |
| ELABORATO INDAGINE SISMICA      |             |

**Vada, li 26/06/2021**



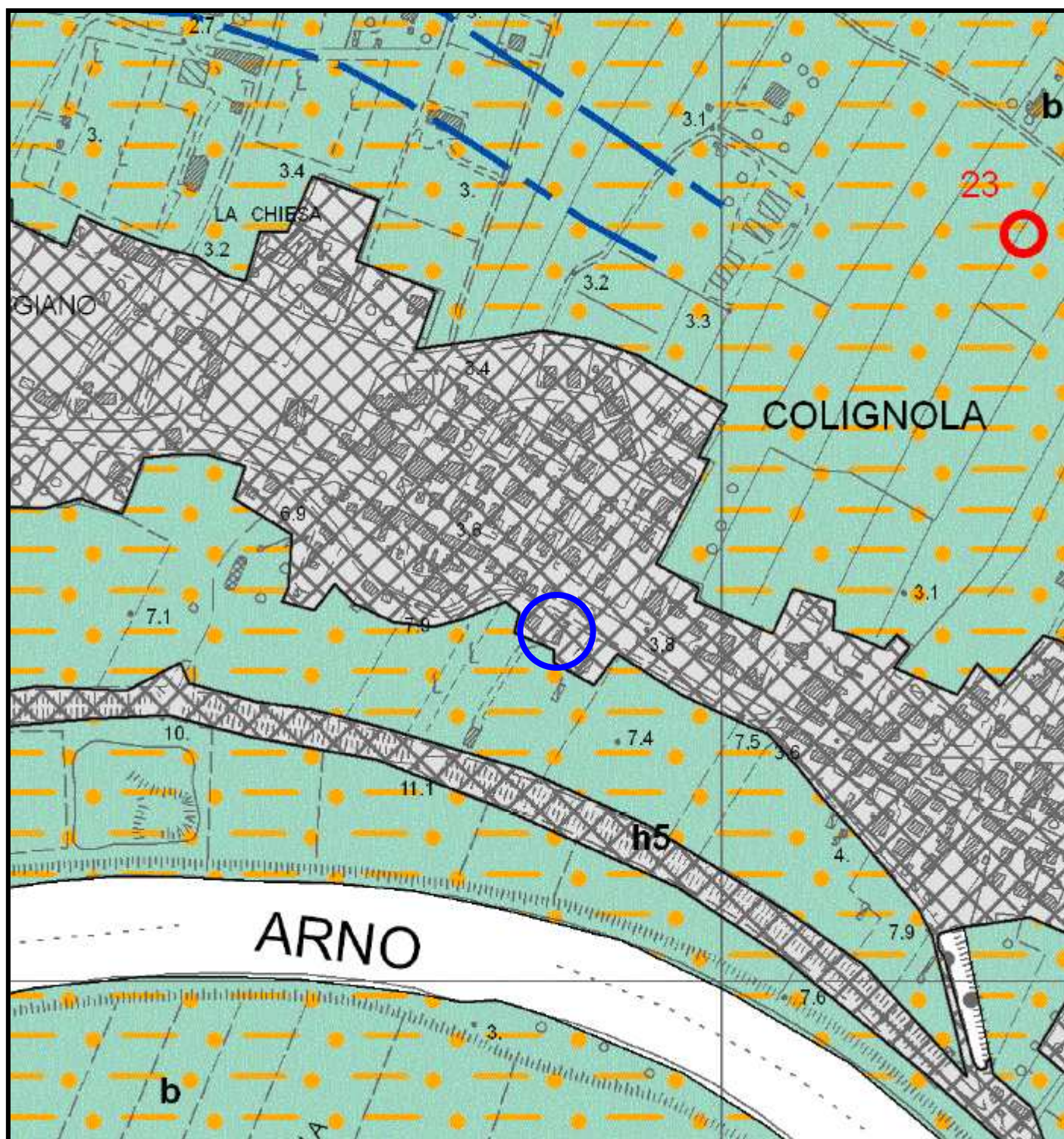


COROGRAFIA  
1:25000



AEROFOTOGRAMMETRIA  
1:2000





CARTA GEOLOGICA  
(ripresa dal progetto CARG)  
1:5000



Struttura antropica (Vasta area urbanizzata)



Terreni di riporto, bonifica per colmata - h5

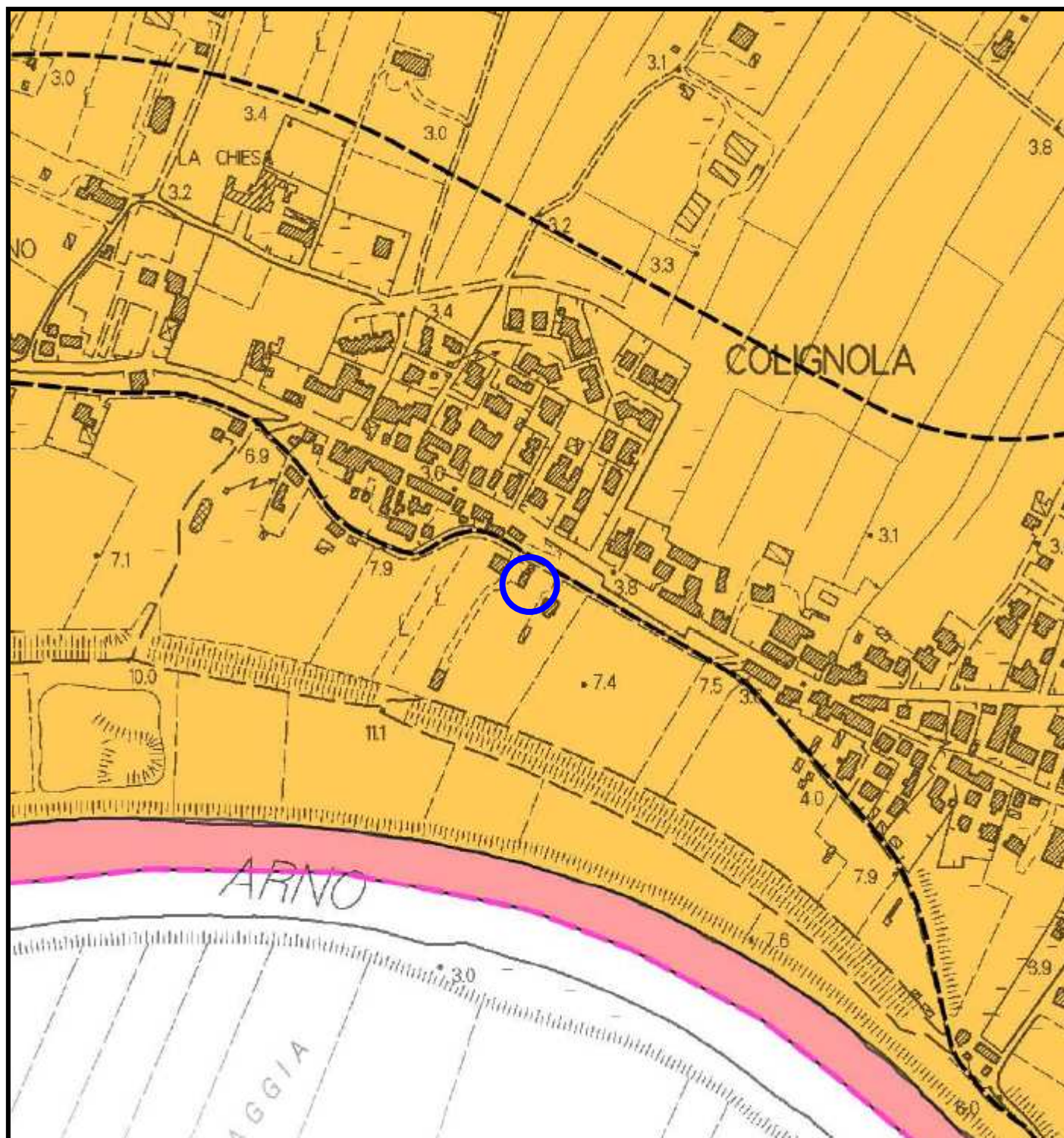


Depositi alluvionali attuali - Sabbie e limi - b



Traccia di alveo abbandonato

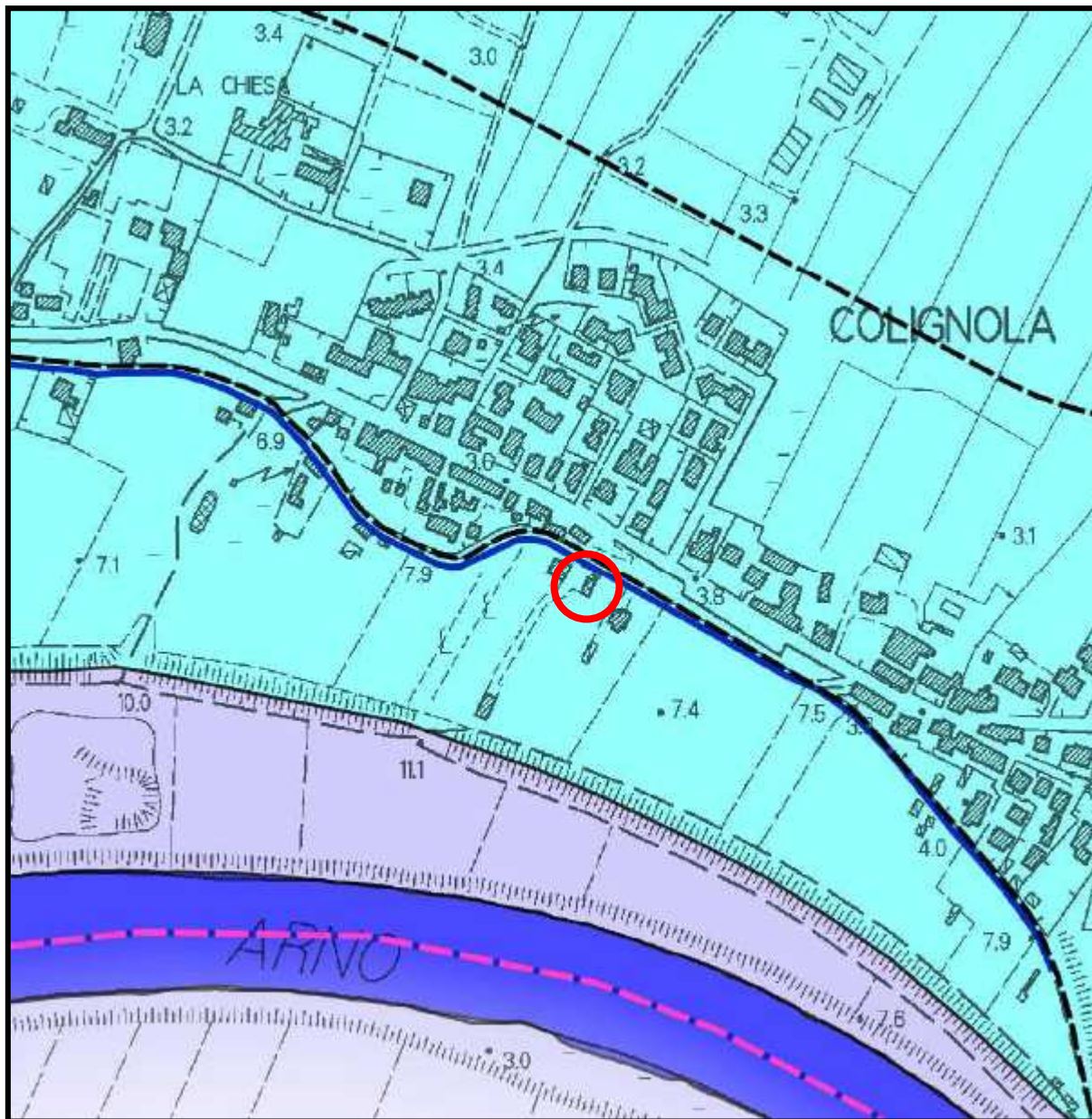




**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA**  
 (stralcio dello Studio Geologico di supporto Piano Operativo Comunale)  
 1:5000

- G1 - Pericolosità geologica bassa
- G2 - Pericolosità geologica media
- G3 - Pericolosità geologica elevata
- G4 - Pericolosità geologica molto elevata






**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA**  
 (stralcio dello Studio Geologico di supporto al Piano Operativo Comunale)  
 1:5000


## PERICOLOSITA' IDRAULICA D.P.G.R. 53/R/2011

### 1.1 - Pericolosità idraulica bassa

 Aree interessate da allagamenti con  $Tr > 500$ anni

### 1.2 - Pericolosità idraulica media


Aree interessate da allagamenti con  $200 < Tr \leq 500$  anni

 Da studio idraulico eseguito nella presente indagine

 Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

### 1.3 - Pericolosità idraulica elevata


Aree interessate da allagamenti con  $30 < Tr \leq 200$  anni

 Da studio idraulico eseguito nella presente indagine

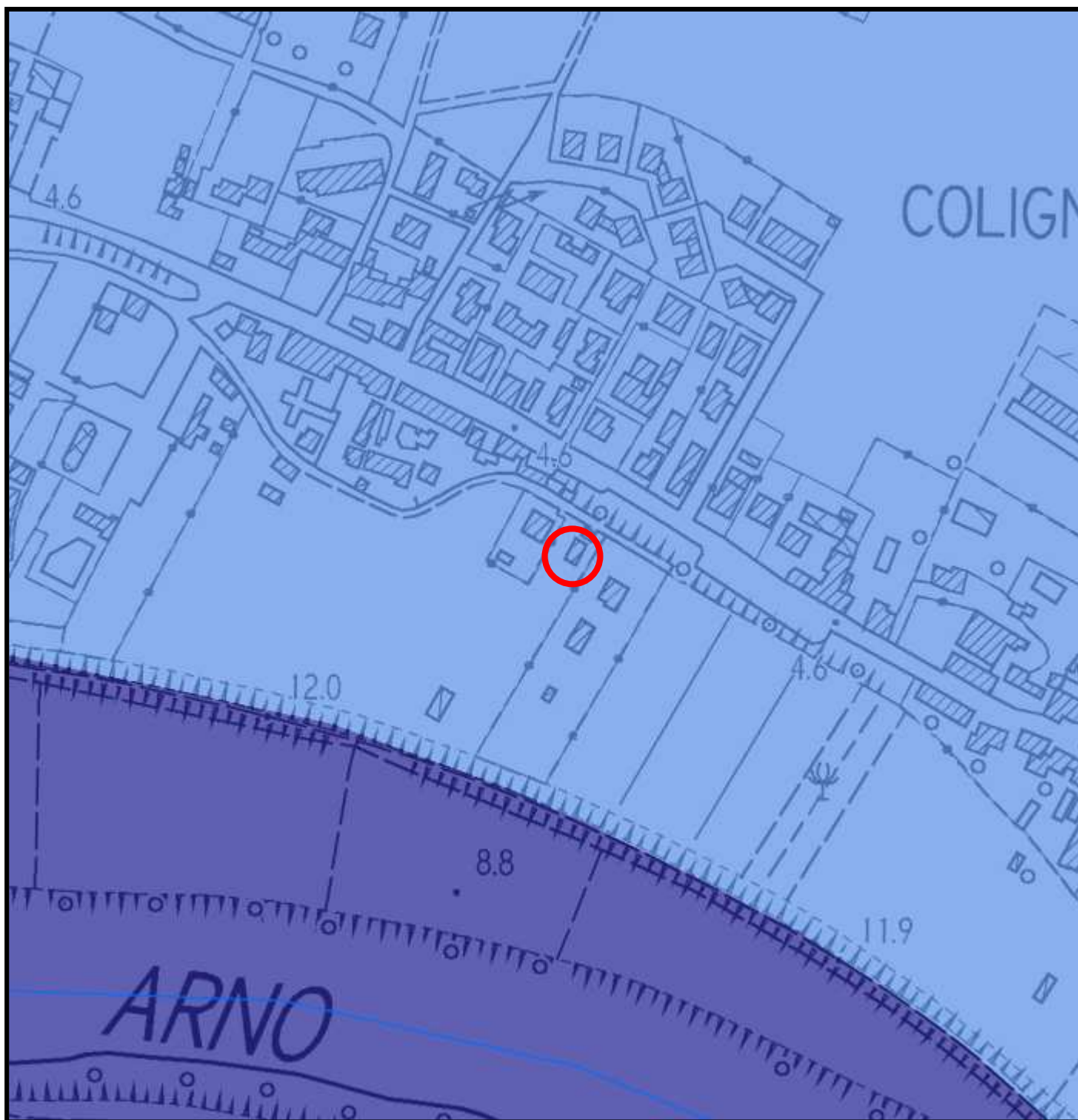
 Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

### 1.4 - Pericolosità idraulica molto elevata

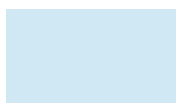
Aree interessate da allagamenti con  $0 < Tr \leq 30$  anni

 Da studio idraulico eseguito nella presente indagine

 Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)



Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale  
PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI  
1:4500



**P1** - pericolosità bassa (alluvioni rare e di estrema intensità)

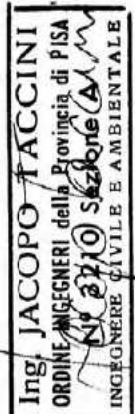


**P2** - pericolosità media (alluvioni poco frequenti)



**P3** - pericolosità elevata (alluvioni frequenti)





**Ing. Jacopo TACCINI**  
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA  
Sezione CAI  
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE

via del Rio, 2 - 56025 PONTEDERA PI  
e-mail: jacopo.taccini@sta-eng.it  
Cell. +39.328.4564561  
PEC: jacopo.taccini@ingpec.eu  
Curriculum: <http://www.izi.it/jTaccini>

Il Progettista

**Q2**

STUDIO IDRAULICO

SCALA 1: 20000

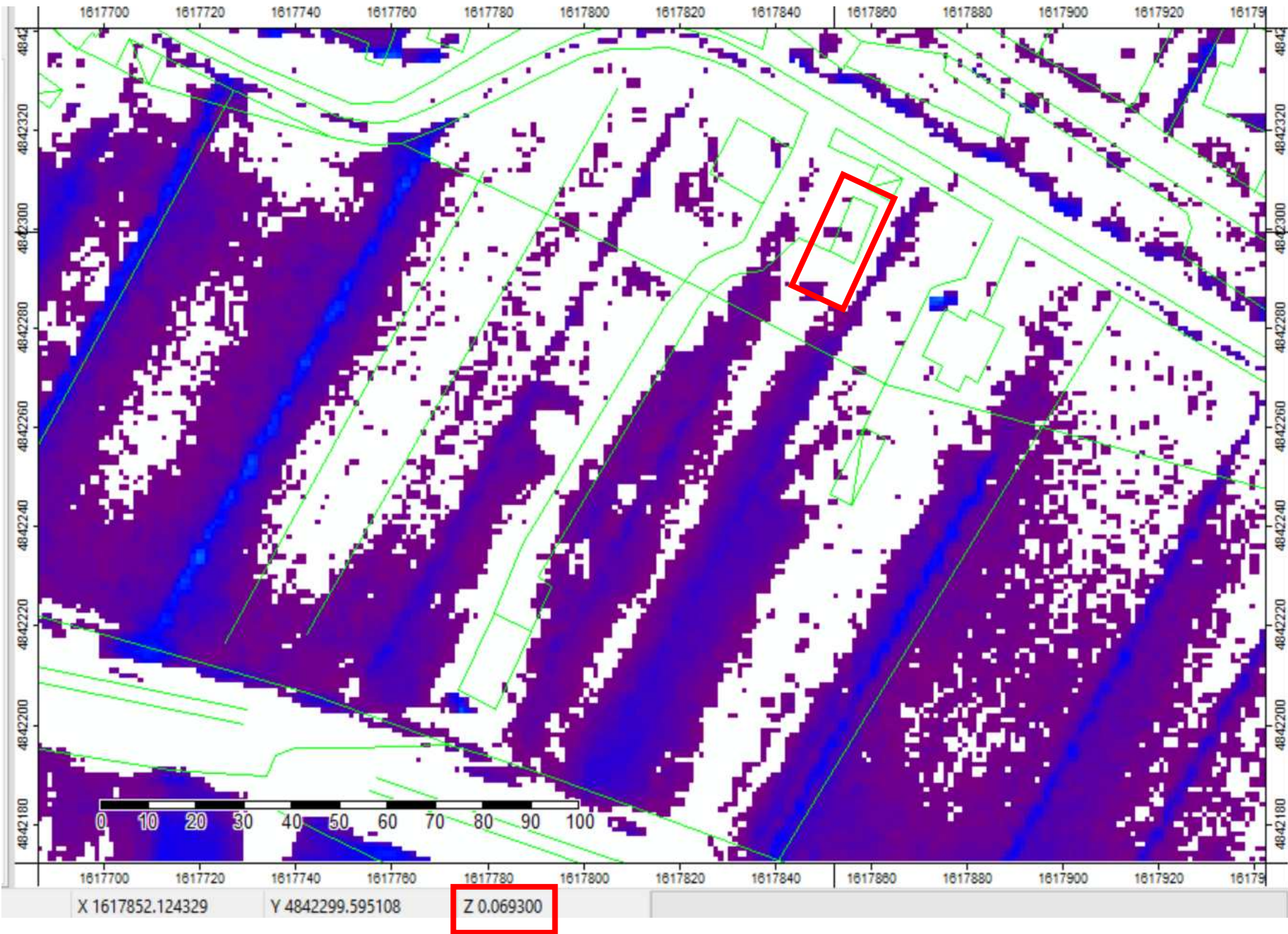
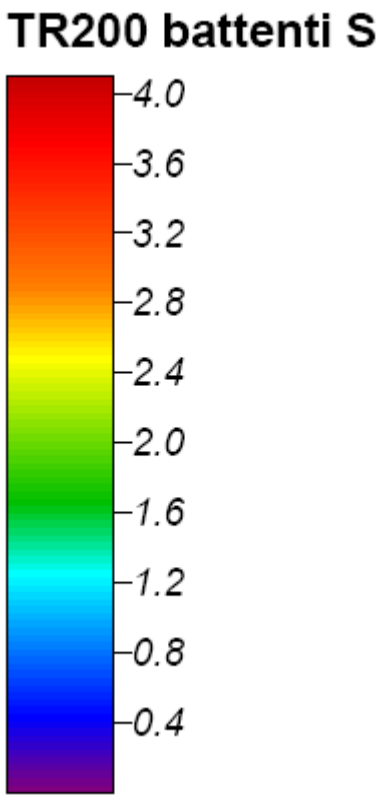
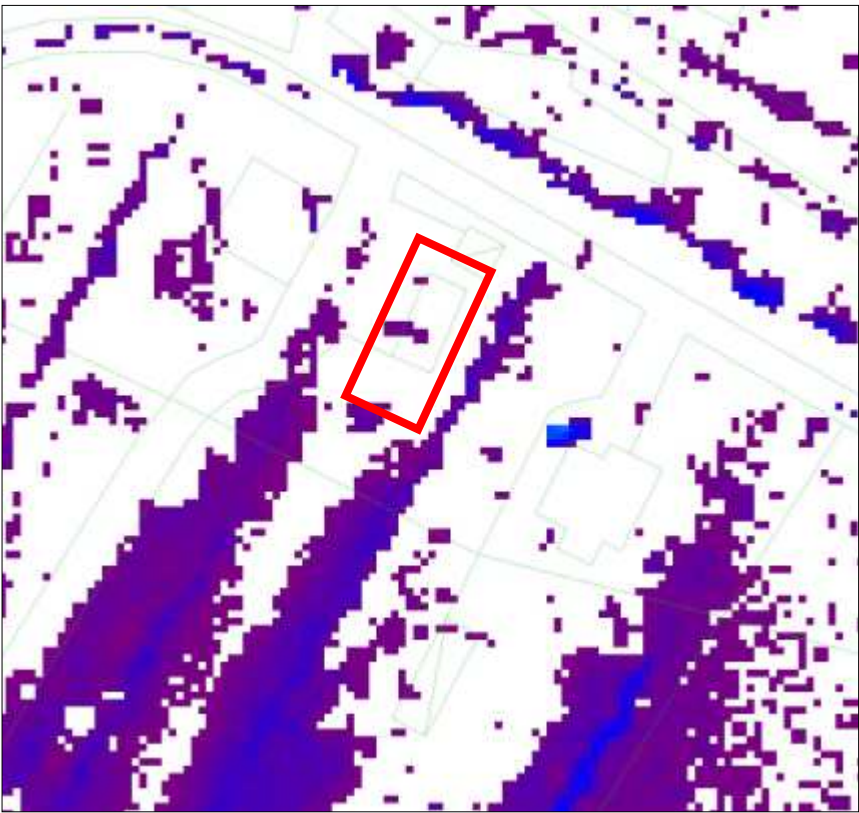
Il Direttore dei Lavori

**Studio idraulico a supporto del POC di San Giuliano**

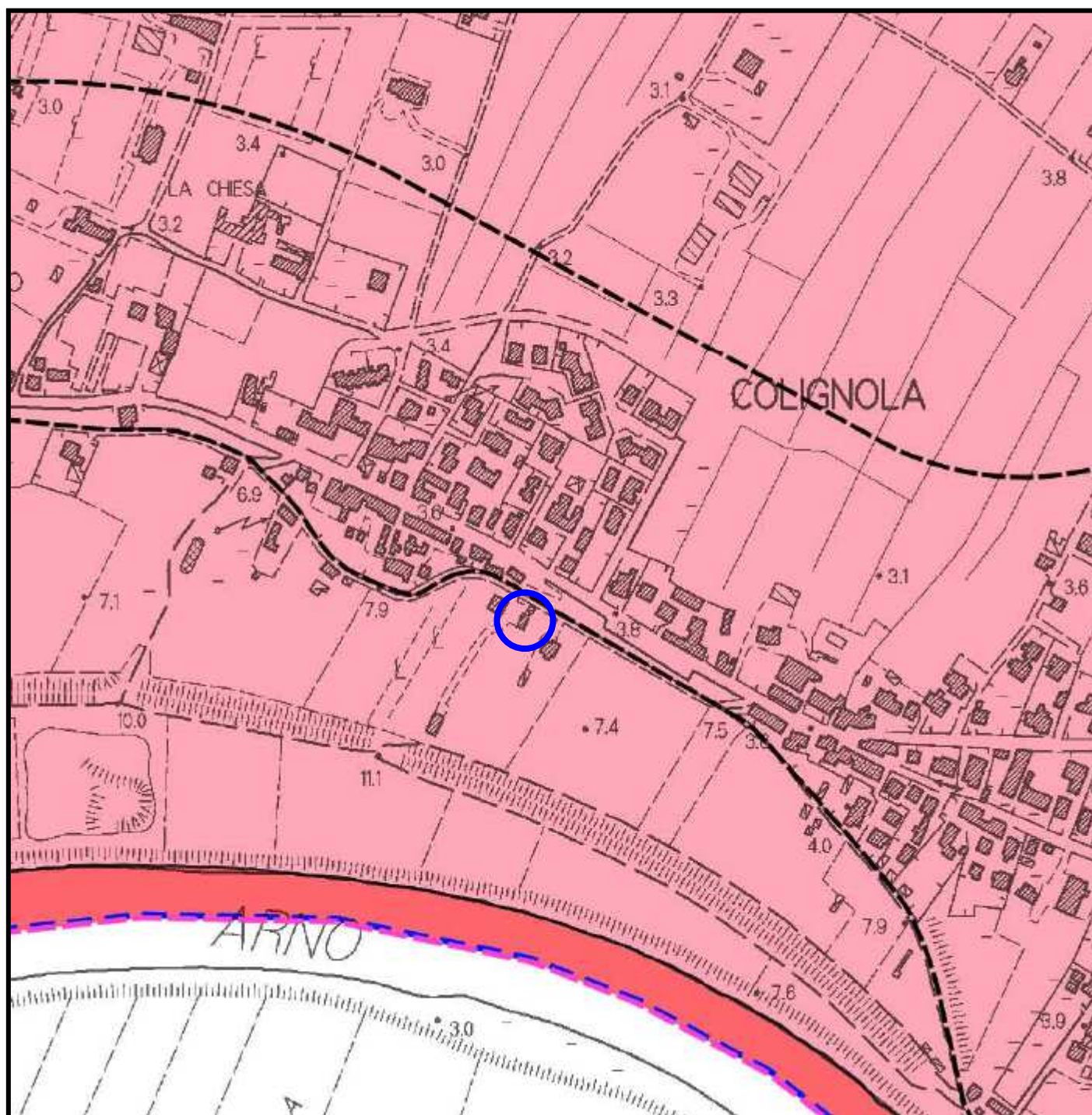
**UBICAZIONE:** SAN GIULIANO TERME  
**COMITENTE:** Comune di SAN GIULIANO TERME  
**ELABORATO:** Battenti idraulici di modello TR200

**OGGETTO:**

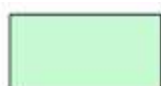
**DATA:** Luglio 2017  
**Pr. n°:** 17-016







**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**  
 (stralcio dello Studio Geologico di supporto Piano Operativo Comunale)  
 1:5000



S.1 - Pericolosità sismica locale bassa



S.2 - Pericolosità sismica locale media



S.3 - Pericolosità sismica locale elevata



S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

*Classi di Fattibilità degli interventi minori previsti all'interno dei comparti di cui alla carta di Fattibilità, e di tutti gli interventi esterni a tali comparti*

*Pericolosità Geologica*

| Trasformazioni ed attività |  | Pericolosità Geologica |    |          |            |           |
|----------------------------|--|------------------------|----|----------|------------|-----------|
|                            |  | G1                     | G2 | G3 valle | G3 collina | G4        |
| 1                          | Interventi sul patrimonio edilizio esistente (manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, superamento barriere architettoniche e adeguamento immobili esigenze dei disabili, ristrutturazione edilizia conservativa) |                        |    |          |            |           |
|                            | a. senza incrementi di carico urbanistico, incrementi plano-volumetrici e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni   | 1                      | 1  | 2        | 2          | 2         |
|                            | b. con incrementi di carico urbanistico, incrementi di superficie coperta e di volume e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 2                          | Nuove edificazioni, compresa la ristrutturazione urbanistica e la ristrutturazione edilizia ricostruttiva, addizioni volumetriche di edifici esistenti, sostituzione edilizia; volumetrie interraste   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 3                          | Nuovi interventi di infrastrutture a sviluppo puntuale, lineare e a rete   | 2                      | 2  | 2        | 2          | N.F.      |
| 4                          | Interventi di adeguamento e/o ristrutturazione di infrastrutture a sviluppo puntuale, lineare e a rete   |                        |    |          |            |           |
|                            | a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 1                      | 1  | 2        | 2          | 3         |
|                            | b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 2                      | 2  | 3        | 3          | 3* - N.F. |
| 5                          | Nuovi interventi di opere pubbliche, di interesse pubblico e relative attrezzature   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 6                          | Interventi di adeguamento e/o ristrutturazione di opere pubbliche, di interesse pubblico e relative attrezzature   |                        |    |          |            |           |
|                            | a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 1                      | 1  | 2        | 2          | 3         |
|                            | b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 2                      | 2  | 3        | 3          | 3* - N.F. |
| 7                          | Parcheggi a raso ad uso pubblico e/o privato   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 8                          | Opere pertinenziali  |                        |    |          |            |           |
|                            | a. tettoie aperte, pergolati, recinzioni   | 1                      | 1  | 2        | 2          | 3         |
|                            | b. volumi tecnici e accessori di fabbricati esistenti  | 1                      | 1  | 3        | 3          | N.F.      |
| 9                          | recinzioni   | 1                      | 1  | 2        | 2          | 3         |
| 10                         | Installazione di manufatti aziendali, serre fisse, manufatti per l'attività agricola amatoriale  | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 11                         | Installazione temporanea di manufatti e serre stagionali   |                        |    |          |            |           |
|                            | a. senza opere di fondazione   | 1                      | 1  | 2        | 2          | 3         |
|                            | b. con opere di fondazione   | 2                      | 2  | 2        | 3          | N.F.      |
| 12                         | Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio  | 1                      | 2  | 2        | 3          | N.F.      |
| 13                         | Impianti sportivi pubblici o di uso pubblico   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 14                         | Aree a verde di quartiere e verde pubblico attrezzato (panchine, fontane, giochi) senza creazioni di nuove volumetrie  | 1                      | 1  | 2        | 2          | N.F.      |
| 15                         | Alterazioni del profilo morfologico con scavi e/o riporti non connesse all'attività edilizia o alla conduzione di fondi agricoli   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 16                         | Realizzazione di invasi e laghetti   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 17                         | Depositi di merci e materiali comportanti la trasformazione permanente del suolo   | 2                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 18                         | Depositi di merci e materiali senza trasformazione permanente del suolo  | 1                      | 1  | 3        | 3          | 3         |
| 19                         | Opere temporanee di ricerca nel sottosuolo   | 1                      | 1  | 1        | 2          | 2         |
| 20                         | Emungimenti di acque sotterranee per uso domestico, irriguo, industriale in area di pianura o per scavi sottofalda   | 1                      | 2  | 3        | 3          | N.F.      |
| 21                         | Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h<= 2,5mt  | 1                      | 2  | 2        | 3          | 3         |
| 22                         | Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h>2,5mt  | 1                      | 3  | 3        | 3          | 3         |
| 23                         | Interventi di difesa del suolo o di regimazione idraulica  | 1                      | 1  | 2        | 3          | 3         |

Le Classi di Pericolosità sono definite nel rispetto del D.P.G.R. 53/r del 25 Ottobre 2011

Classi di Fattibilità relative alla  
Pericolosità Geologica

**G3valle** corrisponde alla classe di pericolosità geologica G3 nelle aree di fondovalle;

**G3collina** corrisponde alla classe di pericolosità geologica G3 nelle aree collinari e montane.

\* solo se non diversamente localizzabili altrimenti non fattibile

**N.F.** non fattibile

Il grado di fattibilità di un intervento viene stabilito nel modo seguente:

- si individua nelle carte di pericolosità (geologica, idraulica e sismica) la classe di appartenenza dell'intervento;
- si definisce la tipologia dell'intervento;
- dall'incrocio delle informazioni suddette si individua nella tabella della fattibilità la classe corrispondente all'intervento distintamente per i diversi aspetti delle pericolosità;

**Classi di Fattibilità degli interventi minori previsti all'interno dei comparti di cui alla carta di Fattibilità, e di tutti gli interventi esterni a tali comparti**

**Pericolosità Sismica**

| Trasformazioni ed attività   |  | Pericolosità Sismica                                     |    |    |           |
|--|--|--|----|----|-----------|
|  |  | S1   | S2 | S3 | S4        |
| 1  | Interventi sul patrimonio edilizio esistente (manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, superamento barriere architettoniche e adeguamento immobili esigenze dei disabili, ristrutturazione edilizia conservativa) |  |    |    |           |
|  | a. senza incrementi di carico urbanistico, incrementi plano-volumetrici e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni   | 1  | 1  | 2  | 2         |
|  | b. con incrementi di carico urbanistico, incrementi di superficie coperta e di volume e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 2  | Nuove edificazioni, compresa la ristrutturazione urbanistica e la ristrutturazione edilizia ricostruttiva, addizioni volumetriche di edifici esistenti, sostituzione edilizia; volumetrie interrato  | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 3  | Nuovi interventi di infrastrutture a sviluppo puntuale, lineare e a rete   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 4  | Interventi di adeguamento e/o ristrutturazione di infrastrutture a sviluppo puntuale, lineare e a rete   |  |    |    |           |
|  | a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 1  | 1  | 3  | 3         |
|  | b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 1  | 2  | 3  | 3* - N.F. |
| 5  | Nuovi interventi di opere pubbliche, di interesse pubblico e relative attrezzature   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 6  | Interventi di adeguamento e/o ristrutturazione di opere pubbliche, di interesse pubblico e relative attrezzature   |  |    |    |           |
|  | a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 1  | 1  | 2  | 3* - N.F. |
|  | b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni e/o aumento di superficie coperta  | 1  | 2  | 3  | 3* - N.F. |
| 7  | Parcheggi a raso ad uso pubblico e/o privato   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 8  | Opere pertinenziali  |  |    |    |           |
|  | a. tettoie aperte, pergolati, recinzioni   | 1  | 1  | 2  | 3         |
|  | b. volumi tecnici e accessori di fabbricati esistenti)   | 1  | 1  | 2  | N.F.      |
| 9  | Recinzioni   | 1  | 1  | 2  | 3         |
| 10   | Installazione di manufatti aziendali, serre fisse, manufatti per l'attività agricola amatoriale  | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 11   | Installazione temporanea di manufatti e serre stagionali   |  |    |    |           |
|  | a. senza opere di fondazione   | 1  | 1  | 2  | 3         |
|  | b. con opere di fondazione   | 1  | 2  | 2  | N.F.      |
| 12   | Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio  | 1  | 2  | 2  | N.F.      |
| 13   | Impianti sportivi pubblici o di uso pubblico   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 14   | Aree a verde di quartiere e verde pubblico attrezzato (panchine, fontane, giochi) senza creazioni di nuove volumetrie  | 1  | 1  | 2  | N.F.      |
| 15   | Alterazioni del profilo morfologico con scavi e/o riporti non connesse all'attività edilizia o alla conduzione di fondi agricoli   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 16   | Realizzazione di invasi e laghetti   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 17   | Depositi di merci e materiali comportanti la trasformazione permanente del suolo   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 18   | Depositi di merci e materiali senza trasformazione permanente del suolo  | 1  | 1  | 2  | 3         |
| 19   | Opere temporanee di ricerca nel sottosuolo   | 1  | 1  | 2  | 2         |
| 20   | Emungimenti di acque sotterranee per uso domestico, irriguo, industriale in area di pianura o per scavi sottofaldati   | 1  | 2  | 3  | N.F.      |
| 21   | Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h<= 2,5mt  | 1  | 1  | 2  | 3         |
| 22   | Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h>2,5mt  | 1  | 2  | 3  | 3         |
| 23   | Interventi di difesa del suolo o di regimazione idraulica  | 1  | 1  | 2  | 2         |
| Le Classi di Pericolosità sono definite nel rispetto del D.P.G.R. 53/r del 25 Ottobre 2011 |  | Classi di Fattibilità relative alla Pericolosità Sismica |    |    |           |

\* solo se non diversamente localizzabili altrimenti non fattibile

**N.F.** non fattibile

Il grado di fattibilità di un intervento viene stabilito nel modo seguente:

- si individua nelle carte di pericolosità (geologica, idraulica e sismica) la classe di appartenenza dell'intervento;
- si definisce la tipologia dell'intervento;
- dall'incrocio delle informazioni suddette si individua nella tabella della fattibilità la classe corrispondente all'intervento distintamente per i diversi aspetti delle pericolosità;



*Classi di Fattibilità degli interventi minori previsti all'interno dei comparti di cui alla carta di Fattibilità, e di tutti gli interventi esterni a tali comparti alla Pericolosità Idraulica*

| Trasformazioni ed attività |   | Pericolosità idraulica |    |    |      |
|----------------------------|---|------------------------|----|----|------|
|                            |   | I1                     | I2 | I3 | I4   |
| 1                          | Interventi sul patrimonio edilizio esistente (manutenzione ordinaria e straordinaria, demolizione senza ricostruzione, sostituzione delle coperture in cemento amianto)   | 1                      | 1  | 1  | 1    |
| 2                          | Interventi sul patrimonio edilizio esistente (restauro, risanamento conservativo, superamento barriere architettoniche e adeguamento immobili esigenze dei disabili, ristrutturazione edilizia conservativa)    |                        |    |    |      |
|                            | a. senza incrementi di carico urbanistico, o incrementi di carico urbanistico che non consentano il pernottamento e comunque realizzati senza incrementi di superficie coperta                                  | 1                      | 1  | 2  | 3    |
|                            | b. con modifiche del carico urbanistico che consentano il pernottamento o incrementi di superficie coperta all'interno delle aree edificate   | 1                      | 2  | 4  | 4    |
|                            | c. con modifiche del carico urbanistico che consentano il pernottamento o incrementi di superficie coperta all'esterno delle aree edificate   | 1                      | 2  | 4  | N.F. |
| 3                          | Nuove edificazioni  | 1                      | 2  | 4  | N.F. |
| 4                          | Nuove edificazioni relative ad edifici rurali secondo quanto disposto della LR 21/ 2012 art. 2 comma 2 lettera c, salvo le limitazioni di cui al successivo comma 9 lettera g) dell'art. 2 della LR 21/2012 (*) | 1                      | 2  | 4  | 4    |
| 5                          | Interventi di ristrutturazione urbanistica  |                        |    |    |      |
|                            | a. senza incrementi di superficie coperta   | 1                      | 2  | 3  | 3    |
|                            | b. con incrementi di superficie coperta   | 1                      | 2  | 4  | 4    |
| 6                          | Interventi di sostituzione edilizia o di incremento volumetrico realizzato tramite P.d.C. (art. 134 della LR 65/2014) o di ristrutturazione edilizia ricostruttiva  | 1                      | 2  | 4  | 4    |
| 7                          | Addizioni volumetriche per volumi tecnici realizzati tramite P.d.C. (art. 134 della LR 65/2014) comportanti un aumento di superficie coperta <50mq  | 1                      | 2  | 2  | 4    |
| 8                          | Nuovi interventi di opere pubbliche, di interesse pubblico e relative attrezzature definiti all'art. 2 comma 1 lett. b della LR 21/2012   |                        |    |    |      |
|                            | a. All'interno del tessuto edificato  | 1                      | 2  | 3  | 4    |
|                            | b. All'esterno del tessuto edificato  | 1                      | 2  | 4  | 4    |
| 9                          | Ampliamento e adeguamento di opere e infrastrutture pubbliche, di interesse pubblico e relative attrezzature di cui all'art. 2, comma 2 lettere a) e b) della LR 21/2012  | 1                      | 2  | 3  | 4    |
| 10                         | Parcheggi a raso con superficie non superiore a 500 mq ad uso pubblico e/o privato purché non eccedenti le dotazioni minime di legge  | 1                      | 1  | 2  | 3    |
| 11                         | Parcheggi a raso con superficie superiore a 500 mq ad uso pubblico e/o privato e/o parcheggi in fregio ai corsi d'acqua   | 1                      | 2  | 4  | N.F. |
| 12                         | Opere pertinenziali   |                        |    |    |      |
|                            | a. senza incremento di superficie coperta e/o di volume   | 1                      | 2  | 3  | 4    |
|                            | b. con incremento di superficie coperta e/o di volume all'interno del tessuto edificato   | 1                      | 2  | 4  | 4    |
|                            | c. con incremento di superficie coperta e/o di volume all'esterno del tessuto edificato   | 1                      | 2  | 4  | N.F. |
| 13                         | recinzioni  | 1                      | 1  | 3  | 3    |
| 14                         | Installazione di manufatti temporanei e serre stagionali  | 1                      | 1  | 3  | 4    |
| 15                         | Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio   | 1                      | 1  | 3  | 3    |
| 16                         | Impianti sportivi pubblici o di uso pubblico  | 1                      | 2  | 4  | N.F. |
| 17                         | Aree a verde di quartiere e verde pubblico attrezzato (panchine, fontane, giochi) senza creazioni di nuove volumetrie   | 1                      | 1  | 2  | 2    |
| 18                         | Alterazioni del profilo morfologico con scavi e/o riporti non connesse all'attività edilizia o alla conduzione di fondi agricoli  | 1                      | 1  | 3  | 3    |
| 19                         | Realizzazione di invasi e laghetti  | 2                      | 2  | 4  | 4    |
| 20                         | Depositi di merci e materiali comportanti la trasformazione permanente del suolo  | 1                      | 1  | 3  | 3    |
| 21                         | Depositi di merci e materiali senza trasformazione permanente del suolo   | 1                      | 1  | 2  | 3    |
| 22                         | Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h<= 2,5mt   | 1                      | 2  | 3  | 4    |
| 23                         | Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h>2,5mt   | 1                      | 2  | 3  | 4    |
| 24                         | Interventi di difesa del suolo o di regimazione idraulica   | 1                      | 1  | 2  | 3    |

Le Classi di Pericolosità sono definite nel rispetto del D.P.G.R. 53/r del 25 Ottobre 2011

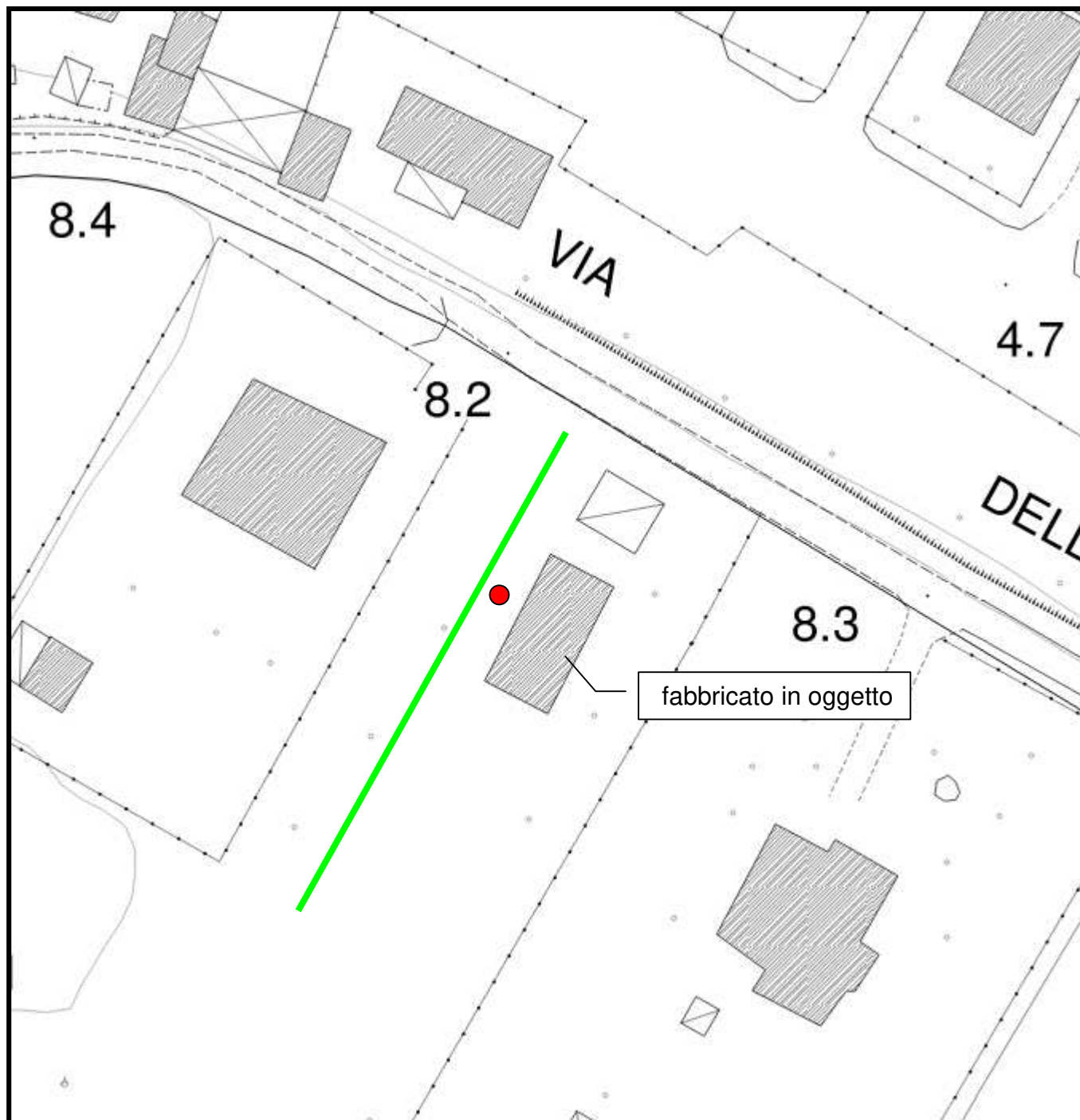
Classi di Fattibilità relative alla Pericolosità Idraulica

**Nelle zone a pericolosità idraulica molto elevata (Classe I4) sono consentiti unicamente gli interventi di cui all'art.2, commi 1-9, della L.R. 21/2012**

**N.F.** interventi non fattibili, corrisponde ad interventi su pericolosità molto elevata (4) non fattibili ai sensi della vigente LR 21/2012 (art. 1 comma 1 e art. 2).

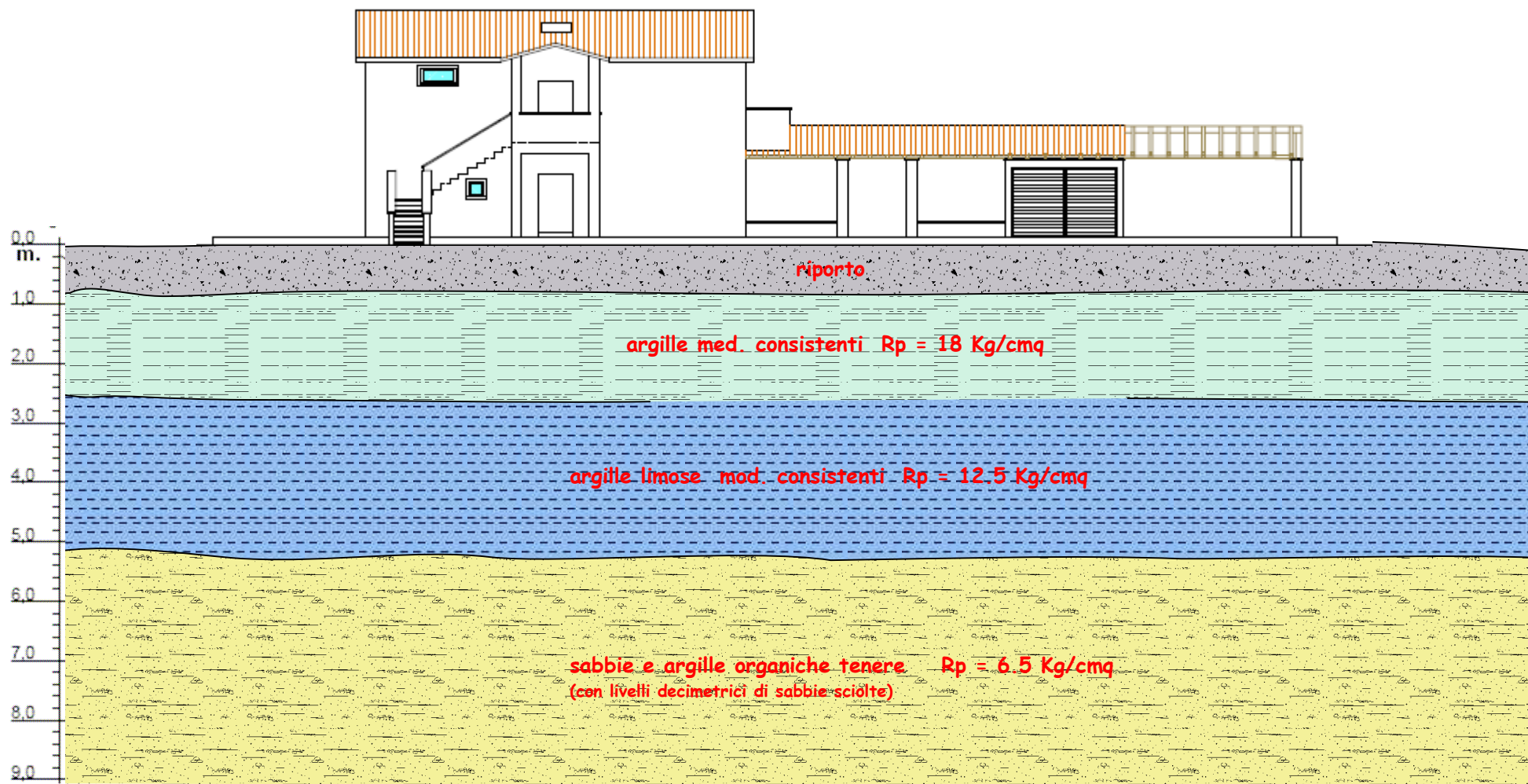
Il grado di fattibilità di un intervento viene stabilito nel modo seguente:

- si individua nelle carte di pericolosità (geologica, idraulica e sismica) la classe di appartenenza dell'intervento;
- si definisce la tipologia dell'intervento;
- dall'incrocio delle informazioni suddette si individua nella tabella della fattibilità la classe corrispondente all'intervento distintamente per i diversi aspetti della pericolosità;



PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI  
1:500

- Prova penetrometrica statica
- Linea MASW



SEZIONE LITOTECNICA  
1:200/1:100

# VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove sismiche a rifrazione)

## Metodo semplificato

Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato

### PARAMETRI:

|                        |   |        |                    |
|------------------------|---|--------|--------------------|
| $\gamma$               | = | 1,8    | g/cm <sup>3</sup>  |
| $\sigma_{vo}$          | = | 1,62   | kg/cm <sup>2</sup> |
| $\sigma_{vo}'$         | = | 0,97   | kg/cm <sup>2</sup> |
| profondità della prova | = | 900    | cm                 |
| profondità falda       | = | 250    | cm                 |
| $\gamma_{H2O}$         | = | 1      | g/cm <sup>3</sup>  |
| Pressione neutra       | = | 0,65   | kg/cm <sup>2</sup> |
| z                      | = | 9      | m                  |
| $V_s$                  | = | 269    |                    |
| $V_{s1c}$              | = | 200    | m/s                |
| $V_{s1}$               | = | 271,06 |                    |
| M                      | = | 6,0    |                    |
| MSF                    | = | 2,09   | se $M \leq 7.5$    |
|                        |   | 1,77   | se $M > 7.5$       |

|     |   |
|-----|---|
| R=  | Resistenza al taglio mobilitata             |
| T=  | Sforzo di taglio indotto dal sisma          |
| FC= | Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia |
| Vs= | Velocità dell'onda di taglio S              |

|       |        |        |
|-------|--------|--------|
| FC<5% | FC=20% | FC>35% |
| 220   | 210    | 200    |

### FORMULE:

### RISULTATI:

|             |   |  |                 |   |             |                  |
|-------------|---|--|-----------------|---|-------------|------------------|
| $V_{s1}$    | = | $V_s(1/\sigma_{vo}')^{0.26}$                                       |                 |   | 271,06      | $V_{s1}$         |
| R           | = | $0,03 * (V_{s1}/100)^3 + (0,9/(V_{s1c} - V_{s1})) - (0,9/V_{s1c})$ |                 | = | 0,203248361 | R                |
| T           | = | $0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}/\sigma_{vo}')) * r_d * 1/MSF$  | se $M \leq 7.5$ | = | 0,08629284  | $T_{M \leq 7.5}$ |
|             |   |  | se $M > 7.5$    | = | 0,101822793 | $T_{M > 7.5}$    |
| $a_{max}/g$ | = | 0,1785   |                 |   |             |                  |
| $r_d$       | = | 0,93   |                 |   |             |                  |
| $F_s = R/T$ | > | 1  | se $M \leq 7.5$ | = | 2,355332851 | Verificato $F_s$ |
|             |   |  | se $M > 7.5$    | = | 1,996098855 | Verificato $F_s$ |

# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.0105-035

- committente : Sig. Roberto Russo  
- lavoro : Ampliamento fabbricato  
- località : Colignola (PI) - Via dell'Argine  
- assist. cantiere :

- data : 11/06/2021  
- quota inizio : Piano Campagna  
- falda : 2,50 da quota inizio  
- data emiss. : 27/06/2021

| prf         | L1   | L2   | qc                 | fs                 | qc/fs | prf         | L1   | L2   | qc                 | fs                 | qc/fs |
|-------------|------|------|--------------------|--------------------|-------|-------------|------|------|--------------------|--------------------|-------|
| m           | -    | -    | Kg/cm <sup>2</sup> | Kg/cm <sup>2</sup> | -     | m           | -    | -    | Kg/cm <sup>2</sup> | Kg/cm <sup>2</sup> | -     |
| 0,20        | ---- | ---- | --                 | 0,33               | ----  | 4,80        | 12,0 | 19,0 | 12,0               | 0,73               | 16,0  |
| 0,40        | 37,0 | 42,0 | 37,0               | 0,47               | 79,0  | <b>5,00</b> | 13,0 | 24,0 | 13,0               | 0,73               | 18,0  |
| 0,60        | 27,0 | 34,0 | 27,0               | 1,53               | 18,0  | 5,20        | 12,0 | 23,0 | 12,0               | 0,53               | 22,0  |
| 0,80        | 21,0 | 44,0 | 21,0               | 1,87               | 11,0  | 5,40        | 8,0  | 16,0 | 8,0                | 0,20               | 40,0  |
| <b>1,00</b> | 18,0 | 46,0 | 18,0               | 0,87               | 21,0  | 5,60        | 7,0  | 10,0 | 7,0                | 0,27               | 26,0  |
| 1,20        | 19,0 | 32,0 | 19,0               | 0,73               | 26,0  | 5,80        | 6,0  | 10,0 | 6,0                | 0,53               | 11,0  |
| 1,40        | 19,0 | 30,0 | 19,0               | 1,47               | 13,0  | <b>6,00</b> | 5,0  | 13,0 | 5,0                | 1,67               | 3,0   |
| 1,60        | 20,0 | 42,0 | 20,0               | 0,93               | 21,0  | 6,20        | 7,0  | 32,0 | 7,0                | 0,13               | 52,0  |
| 1,80        | 17,0 | 31,0 | 17,0               | 1,00               | 17,0  | 6,40        | 5,0  | 7,0  | 5,0                | 0,27               | 19,0  |
| <b>2,00</b> | 19,0 | 34,0 | 19,0               | 1,53               | 12,0  | 6,60        | 5,0  | 9,0  | 5,0                | 0,13               | 37,0  |
| 2,20        | 17,0 | 40,0 | 17,0               | 1,27               | 13,0  | 6,80        | 5,0  | 7,0  | 5,0                | 0,33               | 15,0  |
| 2,40        | 17,0 | 36,0 | 17,0               | 0,67               | 25,0  | <b>7,00</b> | 7,0  | 12,0 | 7,0                | 0,73               | 10,0  |
| 2,60        | 16,0 | 26,0 | 16,0               | 1,47               | 11,0  | 7,20        | 5,0  | 16,0 | 5,0                | 0,67               | 7,0   |
| 2,80        | 14,0 | 36,0 | 14,0               | 1,00               | 14,0  | 7,40        | 6,0  | 16,0 | 6,0                | 0,33               | 18,0  |
| <b>3,00</b> | 13,0 | 28,0 | 13,0               | 0,87               | 15,0  | 7,60        | 7,0  | 12,0 | 7,0                | 0,53               | 13,0  |
| 3,20        | 14,0 | 27,0 | 14,0               | 1,53               | 9,0   | 7,80        | 7,0  | 15,0 | 7,0                | 0,27               | 26,0  |
| 3,40        | 11,0 | 34,0 | 11,0               | 0,80               | 14,0  | <b>8,00</b> | 8,0  | 12,0 | 8,0                | 0,60               | 13,0  |
| 3,60        | 15,0 | 27,0 | 15,0               | 0,53               | 28,0  | 8,20        | 8,0  | 17,0 | 8,0                | 0,40               | 20,0  |
| 3,80        | 11,0 | 19,0 | 11,0               | 0,53               | 21,0  | 8,40        | 7,0  | 13,0 | 7,0                | 0,33               | 21,0  |
| <b>4,00</b> | 12,0 | 20,0 | 12,0               | 0,53               | 22,0  | 8,60        | 6,0  | 11,0 | 6,0                | 0,20               | 30,0  |
| 4,20        | 11,0 | 19,0 | 11,0               | 0,47               | 24,0  | 8,80        | 5,0  | 8,0  | 5,0                | 0,33               | 15,0  |
| 4,40        | 12,0 | 19,0 | 12,0               | 0,80               | 15,0  | <b>9,00</b> | 6,0  | 11,0 | 6,0                | -----              | ----- |
| 4,60        | 13,0 | 25,0 | 13,0               | 0,47               | 28,0  |             |      |      |                    |                    |       |

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (senza anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi$  = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)



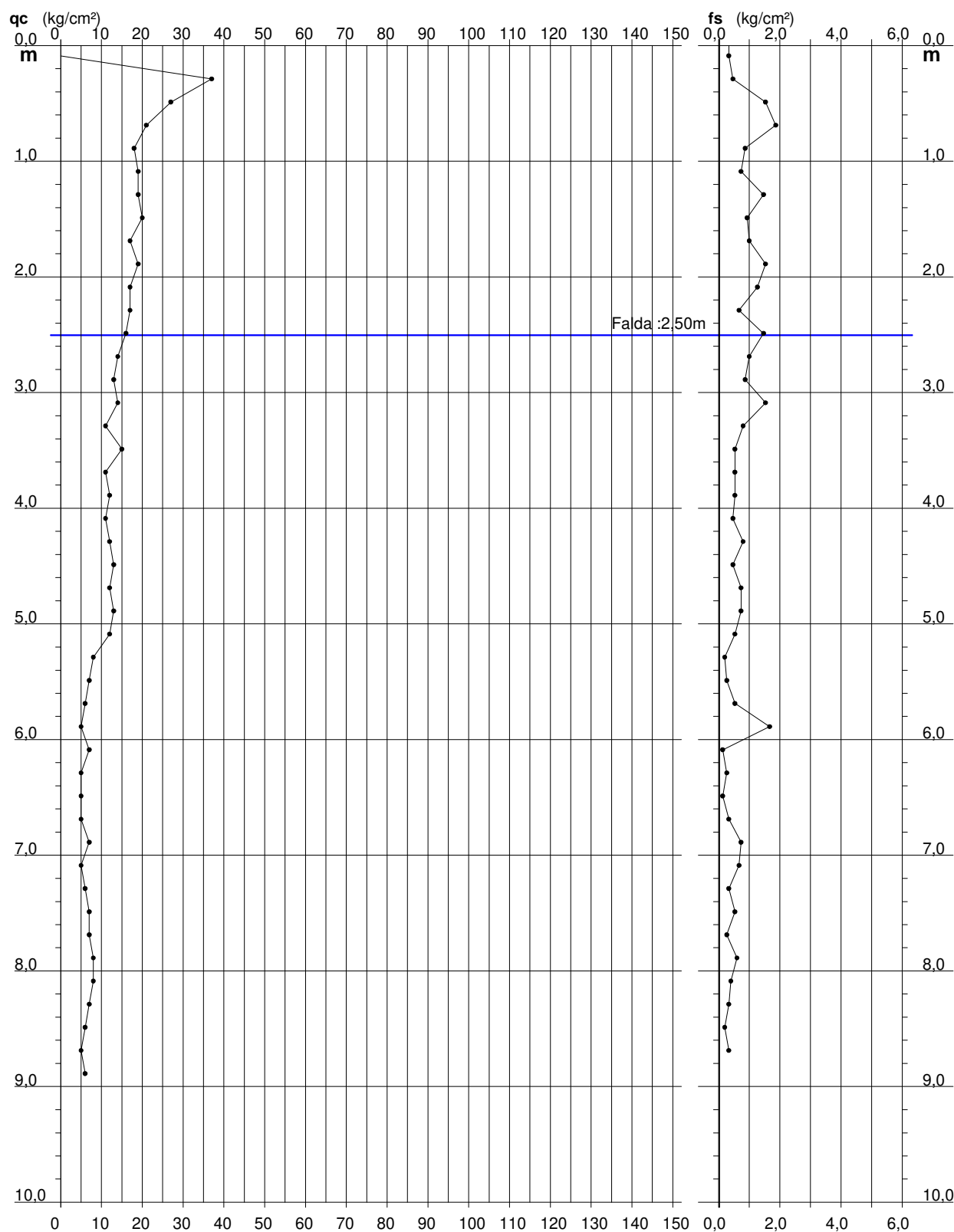
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 1**

2.0105-035

- committente : Sig. Roberto Russo  
- lavoro : Ampliamento fabbricato  
- località : Colignola (PI) - Via dell'Argine  
- assist. cantiere :

- data : 11/06/2021  
- quota inizio : Piano Campagna  
- falda : 2,50 da quota inizio  
- data emiss. : 27/06/2021



# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

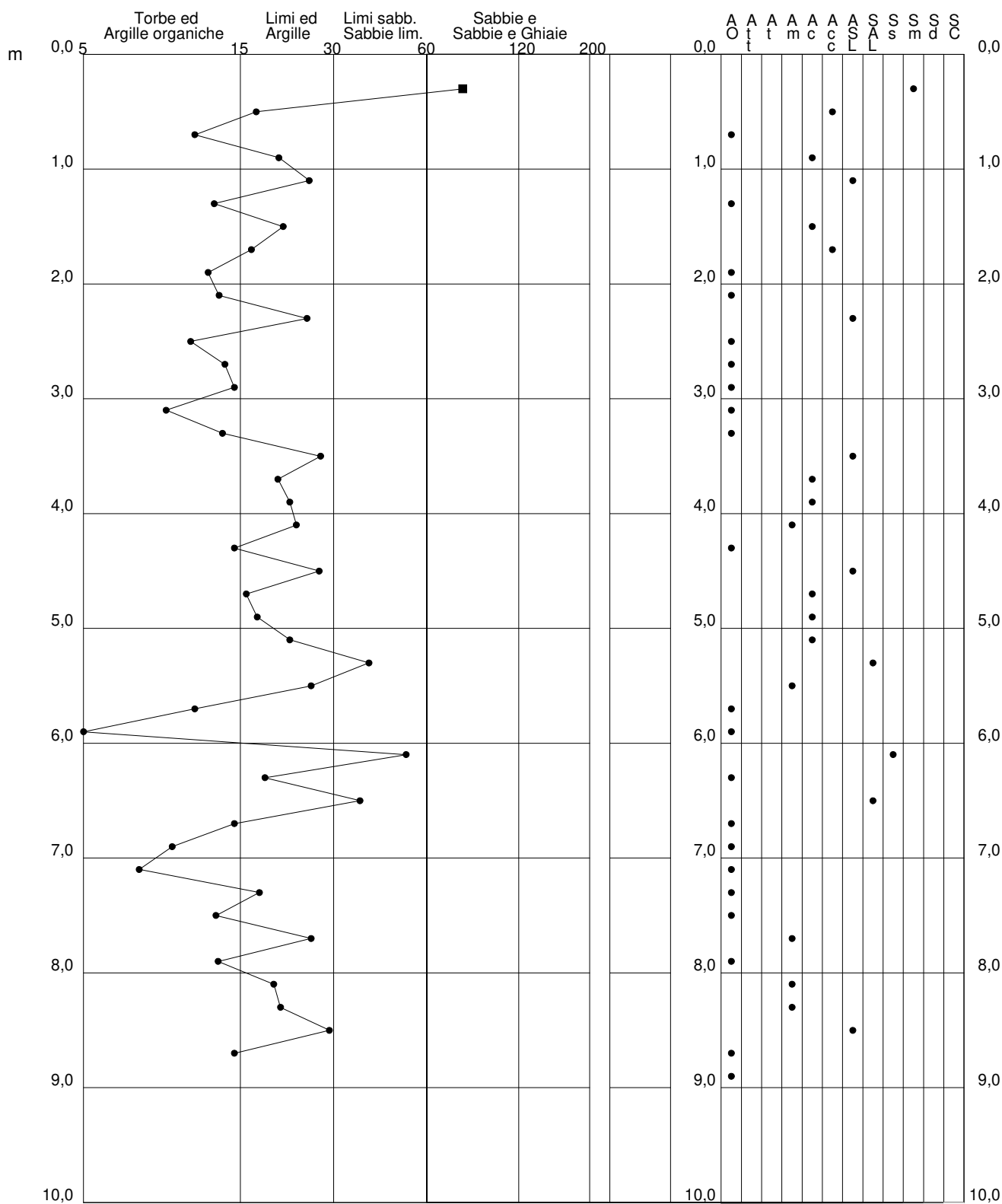
2.0105-035

- committente : Sig. Roberto Russo  
- lavoro : Ampliamento fabbricato  
- località : Colignola (PI) - Via dell'Argine  
- assist. cantiere :

- data : 11/06/2021  
- quota inizio : Piano Campagna  
- falda : 2,50 da quota inizio  
- data emiss. : 27/06/2021

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 1**

2.0105-035

- committente : Sig. Roberto Russo  
- lavoro : Ampliamento fabbricato  
- località : Colignola (PI) - Via dell'Argine  
- assist. cantiere :

- data : 11/06/2021  
- quota inizio : Piano Campagna  
- falda : 2,50 da quota inizio  
- data emiss. : 27/06/2021

| NATURA COESIVA |              |              |                  |            |                |              |            |                |                |              | NATURA GRANULARE |            |            |            |            |            |            |               |                |                |     |
|----------------|--------------|--------------|------------------|------------|----------------|--------------|------------|----------------|----------------|--------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|----------------|----------------|-----|
| Prof.<br>m     | qc<br>kg/cm² | qc/fs<br>(-) | Natura<br>Litol. | Y'<br>t/m³ | p'vo<br>kg/cm² | Cu<br>kg/cm² | OCR<br>(-) | Eu50<br>kg/cm² | Eu25<br>kg/cm² | Mo<br>kg/cm² | Dr<br>%          | ø1s<br>(°) | ø2s<br>(°) | ø3s<br>(°) | ø4s<br>(°) | ødm<br>(°) | ømy<br>(°) | Amax/g<br>(-) | E'50<br>kg/cm² | E'25<br>kg/cm² | Mo  |
| 0,20           | --           | --           | ???              | 1,85       | 0,04           | --           | --         | --             | --             | --           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 0,40           | 37           | 79           | 3:~              | 1,85       | 0,07           | --           | --         | --             | --             | --           | 100              | 42         | 43         | 45         | 46         | 44         | 30         | 0,258         | 62             | 93             | 111 |
| 0,60           | 27           | 18           | 4:/:             | 1,85       | 0,11           | 0,95         | 91,6       | 161            | 242            | 81           | 81               | 39         | 41         | 43         | 44         | 41         | 28         | 0,192         | 45             | 68             | 81  |
| 0,80           | 21           | 11           | 4:/:             | 1,85       | 0,15           | 0,82         | 53,7       | 140            | 210            | 63           | 65               | 37         | 39         | 41         | 43         | 39         | 27         | 0,144         | 35             | 53             | 63  |
| 1,00           | 18           | 21           | 2:~              | 1,85       | 0,19           | 0,75         | 36,1       | 128            | 191            | 56           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 1,20           | 19           | 26           | 2:~              | 1,85       | 0,22           | 0,78         | 30,0       | 132            | 198            | 58           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 1,40           | 19           | 13           | 2:~              | 1,85       | 0,26           | 0,78         | 24,7       | 132            | 198            | 58           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 1,60           | 20           | 21           | 4:/:             | 1,85       | 0,30           | 0,80         | 21,8       | 136            | 204            | 60           | 46               | 34         | 37         | 39         | 42         | 35         | 27         | 0,095         | 33             | 50             | 60  |
| 1,80           | 17           | 17           | 2:~              | 1,85       | 0,33           | 0,72         | 16,6       | 123            | 184            | 54           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 2,00           | 19           | 12           | 2:~              | 1,85       | 0,37           | 0,78         | 15,8       | 132            | 198            | 58           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 2,20           | 17           | 13           | 2:~              | 1,85       | 0,41           | 0,72         | 12,9       | 123            | 184            | 54           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 2,40           | 17           | 25           | 2:~              | 1,85       | 0,44           | 0,72         | 11,6       | 123            | 184            | 54           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 2,60           | 16           | 11           | 2:~              | 0,96       | 0,46           | 0,70         | 10,4       | 118            | 177            | 52           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 2,80           | 14           | 14           | 2:~              | 0,94       | 0,48           | 0,64         | 8,9        | 114            | 171            | 48           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 3,00           | 13           | 15           | 2:~              | 0,93       | 0,50           | 0,60         | 7,9        | 120            | 181            | 47           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 3,20           | 14           | 9            | 2:~              | 0,94       | 0,52           | 0,64         | 8,1        | 124            | 187            | 48           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 3,40           | 11           | 14           | 2:~              | 0,91       | 0,54           | 0,54         | 6,3        | 140            | 211            | 42           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 3,60           | 15           | 28           | 2:~              | 0,95       | 0,56           | 0,67         | 7,9        | 134            | 201            | 50           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 3,80           | 11           | 21           | 2:~              | 0,91       | 0,57           | 0,54         | 5,8        | 154            | 231            | 42           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 4,00           | 12           | 22           | 2:~              | 0,92       | 0,59           | 0,57         | 6,0        | 157            | 236            | 45           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 4,20           | 11           | 24           | 2:~              | 0,91       | 0,61           | 0,54         | 5,3        | 167            | 250            | 42           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 4,40           | 12           | 15           | 2:~              | 0,92       | 0,63           | 0,57         | 5,6        | 170            | 255            | 45           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 4,60           | 13           | 28           | 2:~              | 0,93       | 0,65           | 0,60         | 5,8        | 174            | 261            | 47           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 4,80           | 12           | 16           | 2:~              | 0,92       | 0,67           | 0,57         | 5,2        | 183            | 274            | 45           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 5,00           | 13           | 18           | 2:~              | 0,93       | 0,69           | 0,60         | 5,4        | 187            | 280            | 47           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 5,20           | 12           | 22           | 2:~              | 0,92       | 0,70           | 0,57         | 4,8        | 195            | 293            | 45           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 5,40           | 8            | 40           | 4:/:             | 0,84       | 0,72           | 0,40         | 3,0        | 197            | 296            | 35           | --               | 28         | 31         | 35         | 38         | 25         | 26         | --            | 13             | 20             | 24  |
| 5,60           | 7            | 26           | 2:~              | 0,84       | 0,74           | 0,35         | 2,5        | 186            | 279            | 32           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 5,80           | 6            | 11           | 1***             | 0,46       | 0,75           | 0,30         | 2,0        | 36             | 54             | 9            | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 6,00           | 5            | 3            | 1***             | 0,46       | 0,76           | 0,25         | 1,6        | 31             | 47             | 8            | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 6,20           | 7            | 52           | 4:/:             | 0,83       | 0,77           | 0,35         | 2,3        | 189            | 284            | 32           | --               | 28         | 31         | 35         | 38         | 25         | 26         | --            | 12             | 18             | 21  |
| 6,40           | 5            | 19           | 2:~              | 0,80       | 0,79           | 0,25         | 1,5        | 146            | 219            | 25           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 6,60           | 5            | 37           | 4:/:             | 0,81       | 0,80           | 0,25         | 1,5        | 146            | 219            | 25           | --               | 28         | 31         | 35         | 38         | 25         | 25         | --            | 8              | 13             | 15  |
| 6,80           | 5            | 15           | 1***             | 0,46       | 0,81           | 0,25         | 1,4        | 32             | 48             | 8            | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 7,00           | 7            | 10           | 1***             | 0,46       | 0,82           | 0,35         | 2,2        | 41             | 62             | 11           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 7,20           | 5            | 7            | 1***             | 0,46       | 0,83           | 0,25         | 1,4        | 32             | 48             | 8            | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 7,40           | 6            | 18           | 2:~              | 0,82       | 0,85           | 0,30         | 1,7        | 172            | 258            | 29           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 7,60           | 7            | 13           | 1***             | 0,46       | 0,86           | 0,35         | 2,0        | 42             | 63             | 11           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 7,80           | 7            | 26           | 2:~              | 0,84       | 0,87           | 0,35         | 2,0        | 196            | 294            | 32           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 8,00           | 8            | 13           | 2:~              | 0,86       | 0,89           | 0,40         | 2,3        | 217            | 326            | 35           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 8,20           | 8            | 20           | 2:~              | 0,86       | 0,91           | 0,40         | 2,3        | 218            | 327            | 35           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 8,40           | 7            | 21           | 2:~              | 0,84       | 0,93           | 0,35         | 1,9        | 198            | 298            | 32           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 8,60           | 6            | 30           | 4:/:             | 0,82       | 0,94           | 0,30         | 1,5        | 175            | 262            | 29           | --               | 28         | 31         | 35         | 38         | 25         | 26         | --            | 10             | 15             | 18  |
| 8,80           | 5            | 15           | 1***             | 0,46       | 0,95           | 0,25         | 1,2        | 32             | 48             | 8            | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |
| 9,00           | 6            | --           | 2:~              | 0,82       | 0,97           | 0,30         | 1,5        | 176            | 263            | 29           | --               | --         | --         | --         | --         | --         | --         | --            | --             | --             | --  |

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE SISMICA MASW  
EFFETTUATA NEL COMUNE DI SAN GIULIANO TERME (PI)  
LOCALITÀ COLIGNOLA – VIA DELL'ARGINE**

**Committente:** *Sig. Roberto Russo*

**Giugno 2021**

## PREMESSA

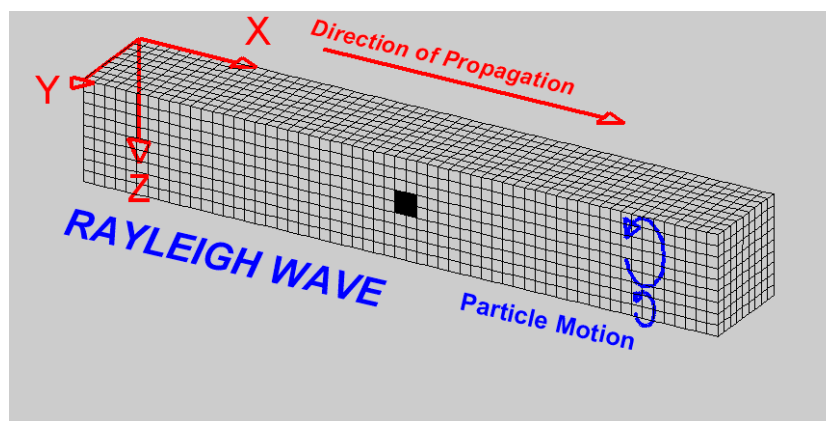
L'indagine MASW è stata effettuata per la determinazione della velocità delle onde Sh, al fine di definire il parametro Vseq (velocità equivalente) necessario per la classificazione del suolo di fondazione, come richiesto dalle “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare, relativamente all'area di indagine, una sequenza sismo-stratigrafica con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali. E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico-geotecnico.

## GENERALITÀ

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.

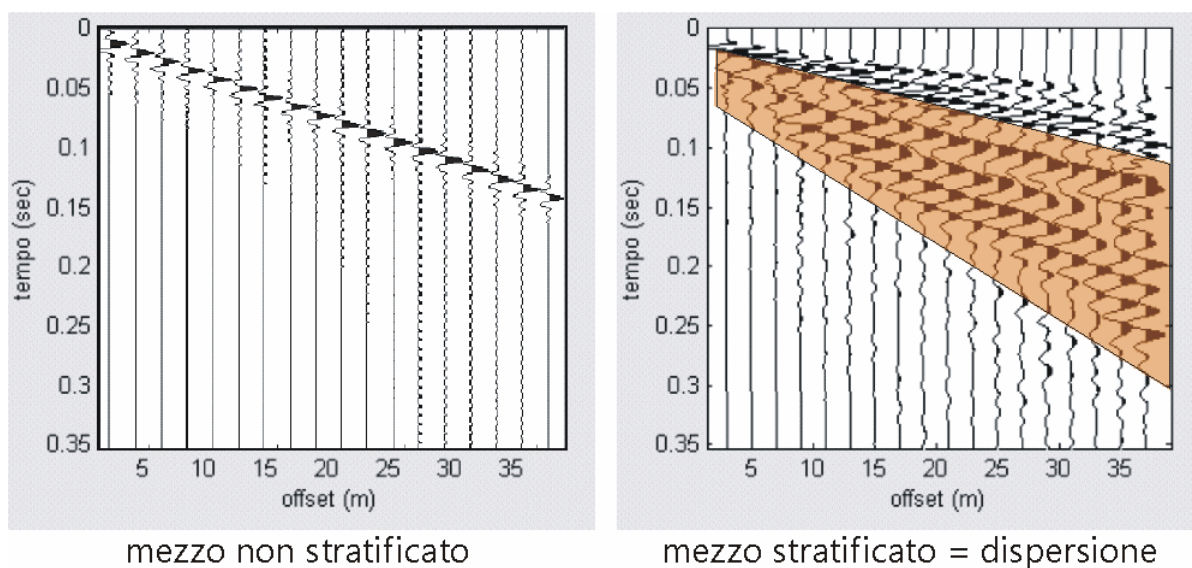


Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di  $\lambda/2\pi$ . L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre, l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di r, e non con r come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a

quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè dispersione, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di  $\lambda/2$  circa.



Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi, una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la  $V_s$  è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione. Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità e presenta una buona risoluzione.

L'indagine secondo la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz). La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona  $\Delta_{max}$ , quindi la profondità di indagine. Anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine,

mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno. In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la determinazione di uno spettro di velocità con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità. La procedura di inversione utilizzata dal software winMASW è legata agli "algoritmi genetici", il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

E' estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una "modellazione diretta" di ausilio a un corretto "picking" della curva di dispersione.

#### ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine di riferimento si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO 12-

24/2002 Sismic Unit”, avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distortion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (756 punti)
  - 200 msec (1530 punti)
  - 400 msec (3060 punti)
  - 1000 msec (7560 punti)
- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è “ECHO 12-24”. L’attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spaziatati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni “Geospace” a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2.0 m
- n. shots: 2 rilevazioni impiegando esclusivamente la mazza di battuta, a distanze di 5 e 10 metri dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è assimilabile ad orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono non significativi.



## INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione/inversione è stata utilizzata la curva di dispersione relativa allo “shot” posto a 10 m dalla linea geofonica, impiegando il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l’inversione delle curve di dispersione ottenute (effettuata con algoritmi “genetici”). Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione ci si è basati anche sul contesto geolitologico locale. Sono stati individuati 3 strati a differente velocità Vsh:

- secondo il MODELLO MEDIO:

| strato       | 1   | 2   | 3   |
|--------------|-----|-----|-----|
| VSh (m/sec)  | 279 | 250 | 297 |
| Spessore (m) | 5.8 | 7.2 |     |

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

| strato       | 1   | 2   | 3   |
|--------------|-----|-----|-----|
| VSh (m/sec)  | 280 | 250 | 300 |
| Spessore (m) | 5.8 | 7.2 |     |

La velocità equivalente (Vseq) viene calcolata utilizzando una media ponderata dei valori di velocità delle onde di taglio mediante la seguente espressione:

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

dove

hi = spessore dell’i-esimo strato

VS,i = velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato

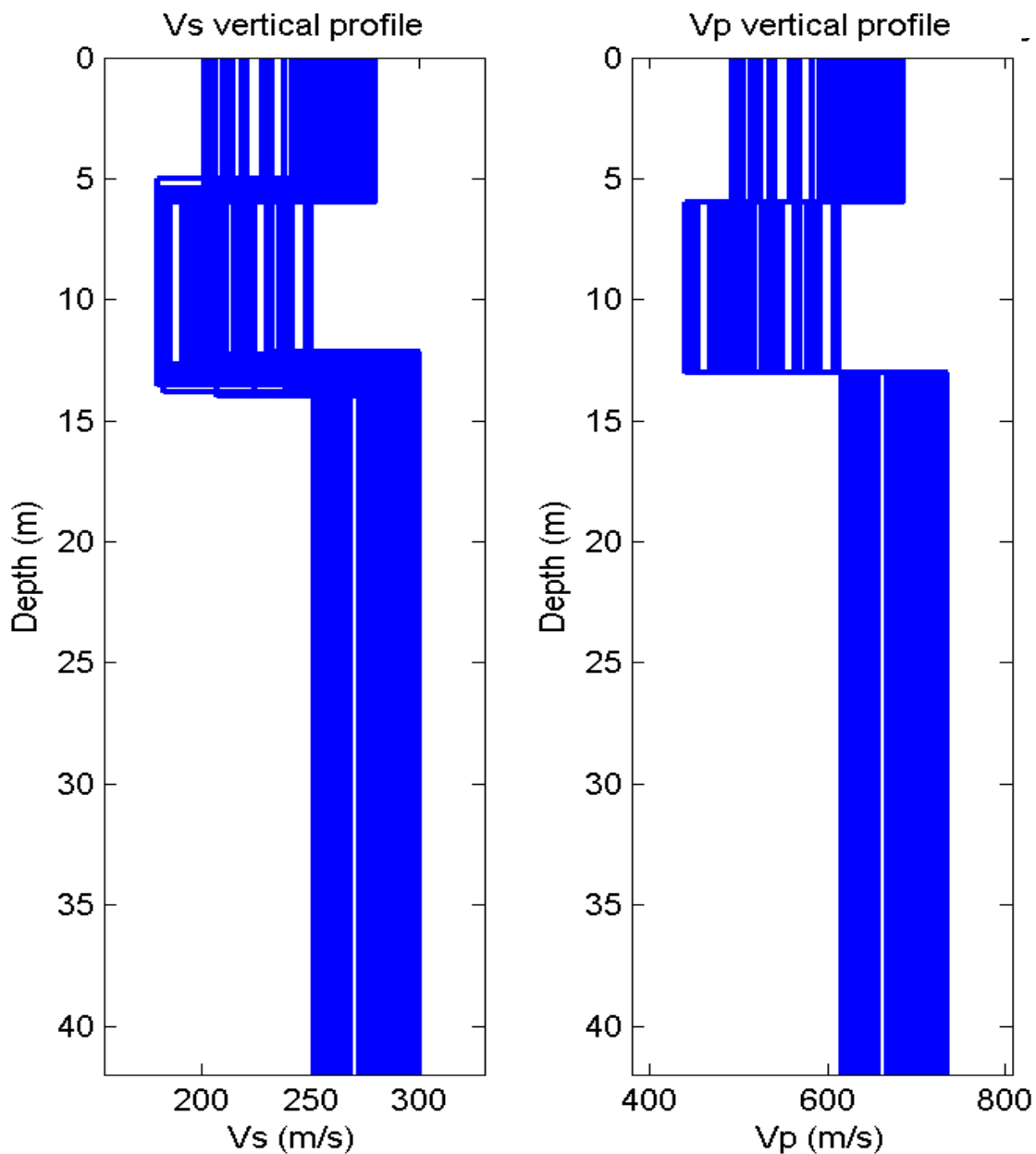
N = numero di strati;

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

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha :

- VSeq del modello medio: 281 m/sec
- VSeq del modello migliore: 283 m/sec

La categoria attribuibile al suolo di fondazione è la “**C**”, corrispondente “*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*”.



## **STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA**

Dott. Graziano Graziani - Via Einaudi, 1 – 57016 VADA (LI)

tel. 368 3839396 - email: grazianigraziano@tiscali.it

---

Il presente rapporto fa seguito alla relazione geologica redatta dallo scrivente nel mese di Giugno per l'ampliamento di un fabbricato di civile abitazione nel comune di S. Giuliano Terme (PI) – Località Colignola - via dell'Argine (Richiedente sig. Roberto Russo).

A pag. 4 della suddetta relazione veniva indicato, come intervento di messa in sicurezza idraulica (in conformità alla L.R. 41/2018), un rialzamento del primo piano di calpestio dell'ampliamento in progetto fino alla quota di sicurezza duecentennale (+ 7 cm rispetto al p.c.), uniformando tale quota con quella dell'abitazione già esistente (a +40 cm dal p.c., quindi ampiamente in sicurezza).

Visto che il rialzamento, come specificato nella normativa, non deve aggravare le condizioni di rischio in altre aree, nella relazione geologica agli atti era stata indicata la necessità di realizzare una compensazione volumetrica, citando ad esempio la creazione di uno spazio vuoto sotto l'edificio, per un'altezza minima pari al battente duecentennale.

*Con questa nota si vuole specificare che la compensazione idraulica può essere eseguita anche con il ribassamento di parte del resede a fianco dell'edificio, per uno spessore di 7 cm (battente idraulico duecentennale) ed un'estensione pari a quella del nuovo ampliamento.*

Vada, li 03/12/2021

