

**COMUNE DI SAN GIULIANO TERME**  
**Provincia di Pisa**

---

**CASSA DI LAMINAZIONE  
IN LOCALITA' METATO**

---

**RELAZIONE  
GEOLOGICA**

---

Febbraio 2018

---

PROF. PAOLO TACCONI  
DOTT. GIOVANNI CAZZAROLI

**Arc. Geoconsul 558**



## Indice generale

1	PREMESSA.....	II
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	IV
3	DOCUMENTI DI PIANIFICAZIONE RELATIVI A PERICOLOSITÀ' E RISCHI AMBIENTALI.....	IV
4	GEOMORFOLOGIA, IDROLOGIA E GEOLOGIA.....	X
5	MODELLO LITO-STRATIGRAFICO .....	XII
6	SISMICITA'.....	XII
7	CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	XVI
8	GESTIONE TERRE E ROCCE DI SCAVO.....	XIX
9	CONSIDERAZIONI INERENTI L'INTERVENTO.....	XIX

### - APPENDICE

Certificati prove Penetrometriche

# 1 PREMESSA

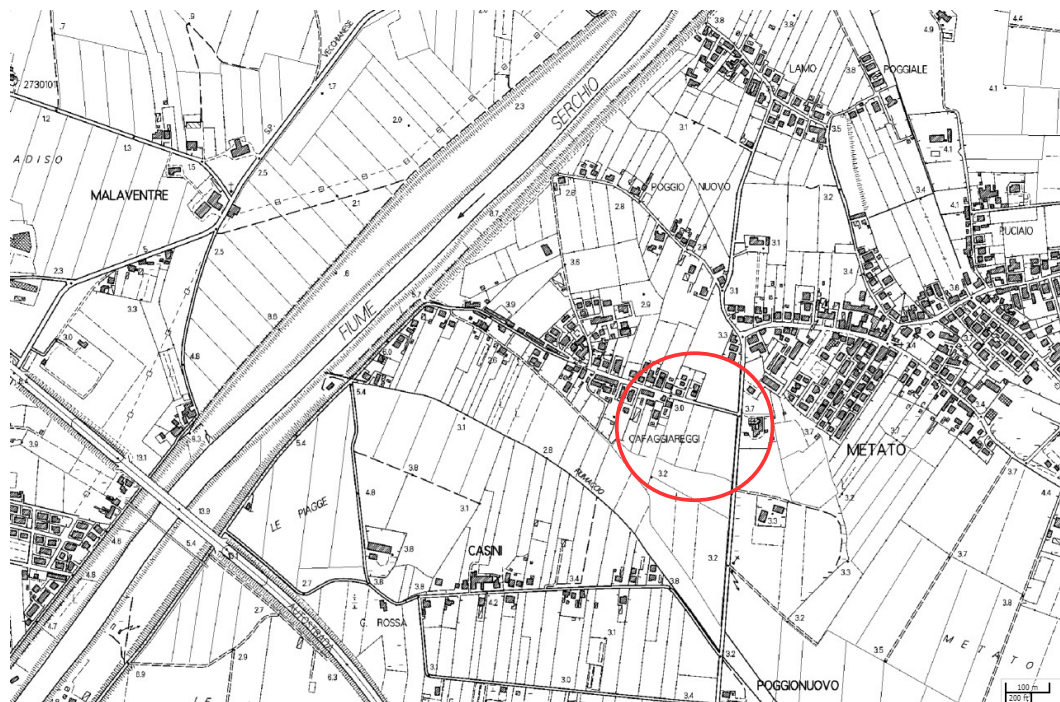
Il progetto prevede interventi volti a ridurre il rischio idraulico del bacino del Fosso Fiumaccio sottobacino del Fiume Morto, in loc. Metato.

A tale scopo è prevista la realizzazione di una nuova fognatura bianca in Via Giordano Bruno fino alla fine del centro abitato (circa ml. 20,00 ad ovest dell'intersezione con Via Gian Battista Vico), la tombatura dell'attuale canale a cielo aperto nel tratto rimanente di Via Giordano Bruno (a sud della stessa per circa ml. 25,00), l'adeguamento de canale a cielo aperto, fino alla nuova immissione nel Fosso lungo Via Turati e la realizzazione di una piccola cassa di laminazione in aderenza a via Giordano Bruno e via Turati.

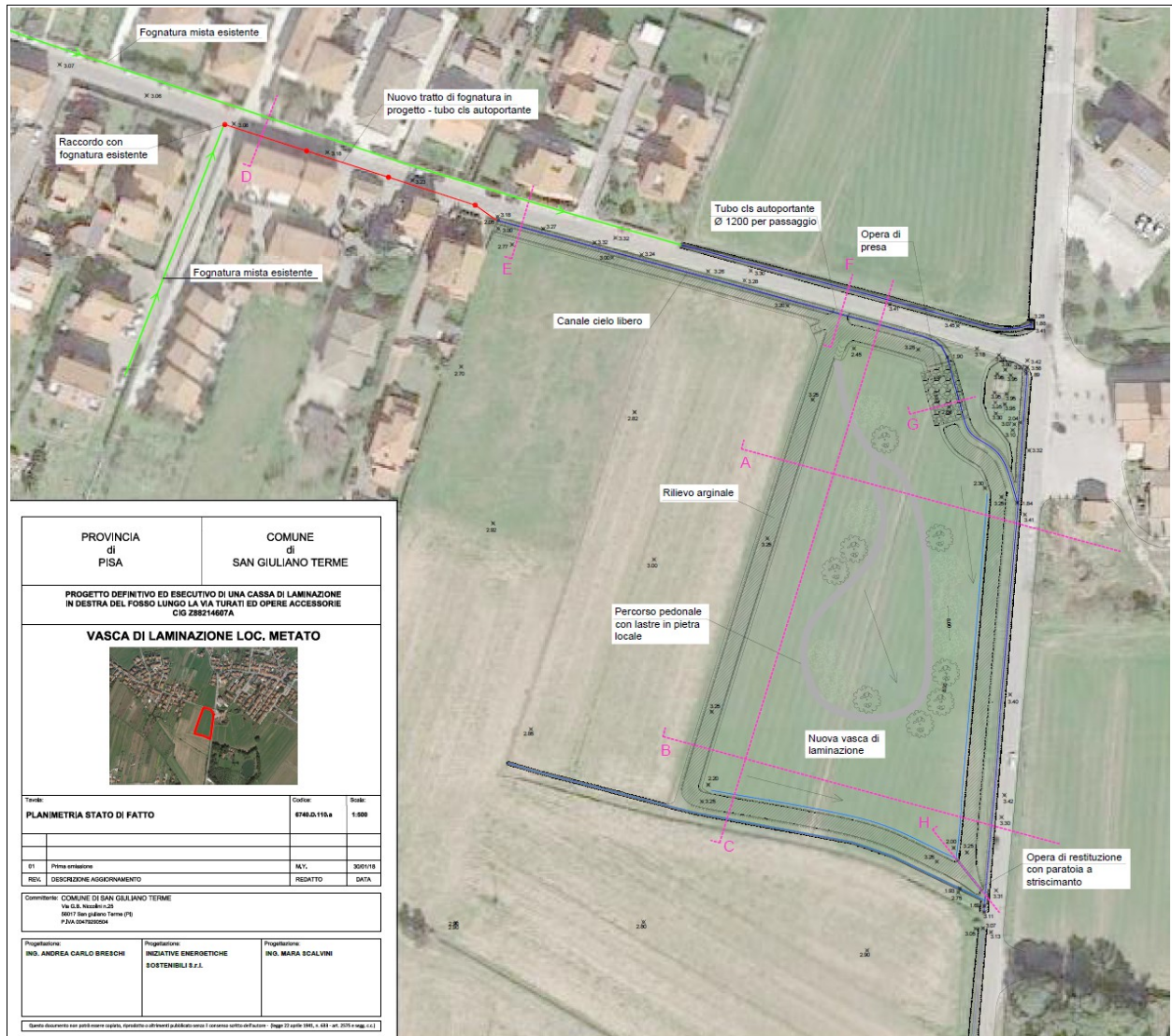
Per la realizzazione dell'intervento è previsto di scavare un volume di 4200 mc dei quali circa 540 mc riutilizzati per la realizzazione di piste; in particolare in corrispondenza della vasca sono previste profondità medie di scavo con altezza media di circa cm 50 nella sezione di monte e di circa cm 30 in quella di valle, interessando prevalentemente il terreno vegetale.

La consulenza si è avvalsa dei dati contenuti negli Studi Geologici di Pianificazione, quali:

- INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE di supporto al PIANO REGOLATORE;
- PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITÀ DI BACINO;
- DATI forniti dal CONSORZIO DI BONIFICA.



Ubicazione area di intervento



**Figura 2**  
Planimetria di Progetto

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Lo studio è stato redatto con particolare riferimento a:

- NORME PER LA FORMAZIONE E L'ADEGUAMENTO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO (DCR n. 94/1985 in esec. della LR n. 21/1984);
- NORME TECNICHE RIGUARDANTI LE INDAGINI SUI TERRENI E SULLE ROCCE... (DM 11.03.1988 e Circ. n. 30483/1988);
- PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE....(OPCM 3274/03);
- AGGIORNAMENTO DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONALE (DGR 421/2014);
- NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (DM 14/01/2008);
- CIRCOLARE 02/02/09 DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" DI CUI AL D.M. 14/01/08
- PIANO STRUTTURALE COMUNALE e REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALI;
- PIANO DI BACINO - STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO;
- PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA GIUNTA REGIONALE 9 LUGLIO 2009, N. 36/R (REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 117, COMMI 1 E 2 DELLA LEGGE REGIONALE 3 GENNAIO 2005 N. 1 (NORME PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO). DISCIPLINA SULLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI VIGILANZA E VERIFICA DELLE OPERE E DELLE COSTRUZIONI IN ZONE SOGGETTE A RISCHIO SISMICO).

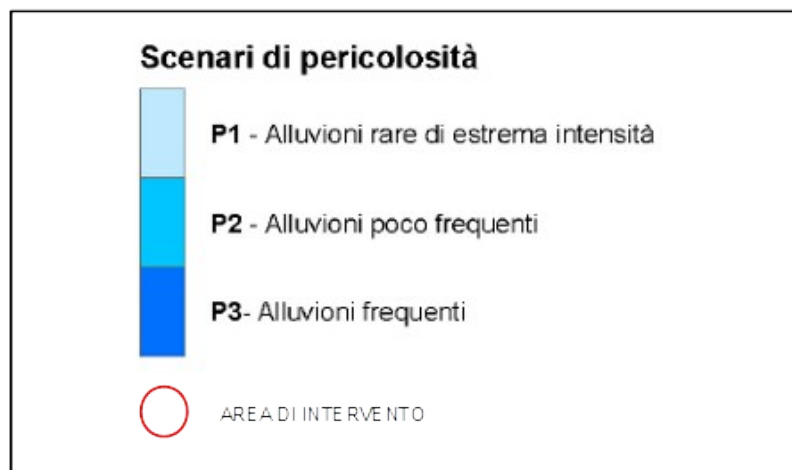
## 3 **DOCUMENTI DI PIANIFICAZIONE RELATIVI A PERICOLOSITA' E RISCHI AMBIENTALI**

### 3.1 **AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME SERCHIO**

PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) – la zona di intervento è inserita in classe di pericolosità P3 comprendente aree interessate da fenomeni di alluvione frequenti.

Le cartografie del PGRA evidenziano inoltre che l'area è caratterizzata, per tempi di ritorno di 200 anni, da battenti idraulici variabili da 0,3 a 1,2 m tendenzialmente crescenti da Nord a Sud, in direzione del Fosso Fiumaccio.



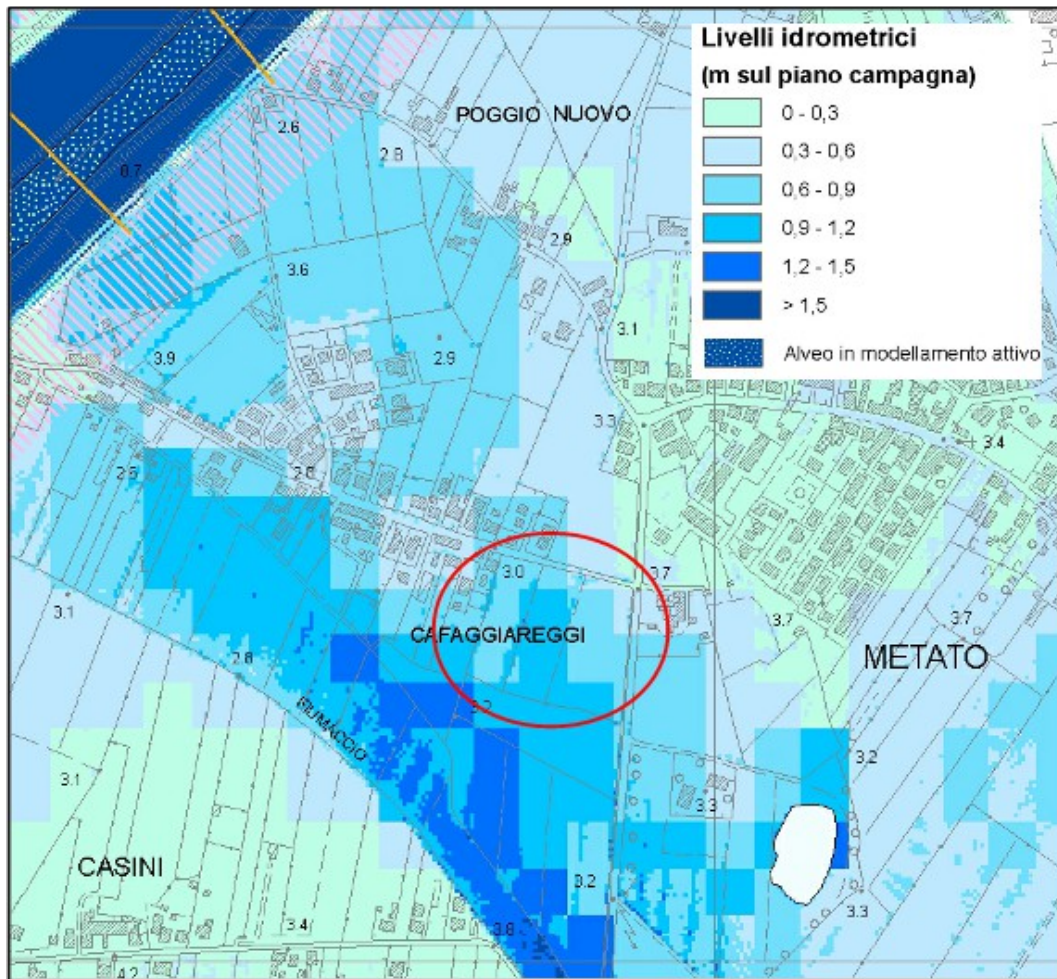
**Figura 3**

PGRA - MAPPA DELLA PERICOLOSITA'  
Fonte: AUTORITA' DIBACINO FIUME SERCHIO

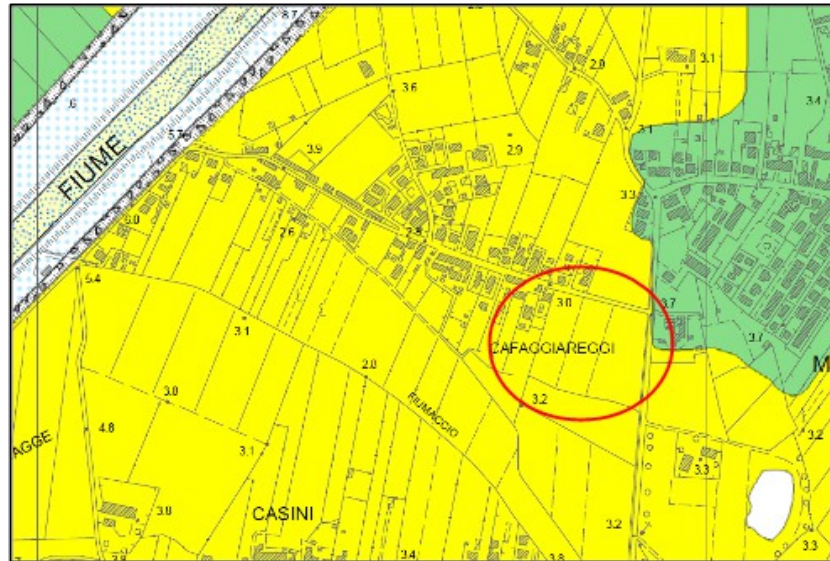
PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) del bacino del Fiume Serchio; secondo il piano l'area di intervento interessa:

- AP – Aree allagate o ad alta probabilità di inondazione.

Le norme di Piano all'art 22 comma 7 bis indicano "nelle aree AP sono consentiti gli interventi idraulici e di sistemazione ambientale, atti a ridurre il rischio idraulico, approvati dall'Autorità idraulica competente e previo parere favorevole vincolante dell'Autorità di bacino, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva".



**Figura 4**  
PGRA - CARATTERISTICHE IDRAULICHE  
DELLO SCENARIO DI ALLUVIONI POCO FREQUENTI  
Fonte: AUTORITA' DIBACINO FIUME SERCHIO



	Norma (art.)	
	20	I - Aree di laminazione delle piene e/o destinate ai principali interventi idraulici di riduzione del rischio idraulico
	21	a1 - Alveo fluviale in modellamento attivo; a2 - Alveo relitto (pericolosità idraulica molto elevata)
	21	a3a - Alveo relitto antropizzato (pericolosità idraulica elevata)
	21	P1 - Aree golenali (pericolosità idraulica molto elevata)
	24	APL - Aree palustri prevalentemente incluse entro gli argini del lago di Massaciuccoli (pericolosità idraulica molto elevata)
	24	PL - Aree di pertinenza lacuale (pericolosità idraulica molto elevata)
	24	PU - Aree morfologicamente depresse (pericolosità idraulica molto elevata)
	22	AP - Aree ad alta probabilità di inondazione (pericolosità idraulica molto elevata)
	22 bis	APg - Aree inondabili in contesti di particolare fragilità geomorfologica e/o ad alta probabilità di inondazione (pericolosità idraulica molto elevata)
	23	P2 - Aree a moderata probabilità di inondazione (pericolosità idraulica elevata)
	40	P2a - Aree di pertinenza fluviale, collocate oltre rilevati infrastrutturali (rilevati stradali, ferroviari, etc.), o localmente caratterizzate da una morfologia più elevata (pericolosità idraulica moderata)
	23	Ps - Aree storicamente interessate da allagamenti (pericolosità idraulica elevata)
	23 bis	P2g - Aree di pertinenza fluviale e/o aree a moderata probabilità di inondazione in contesti di fragilità geomorfologica (pericolosità idraulica elevata)
	25	MP - Aree a moderata probabilità di inondazione e a moderata pericolosità (pericolosità idraulica moderata)
	25	BP - Aree a bassa probabilità di inondazione (pericolosità idraulica bassa)

	Argine del lago di Massaciuccoli
	rp: Riporti in aree a pericolosità idraulica
	Lago di Massaciuccoli, bacini idroelettrici (quota di massimo invaso) e altri specchi d'acqua

	AREA DI INTERVENTO
--	--------------------

**Figura 5**

PAI - CARTA DI RIFERIMENTO DELLE NORME DI PIANO NEL SETTORE RISCHIO IDRAULICO  
Fonte: AUTORITA' DIBACINO FIUME SERCHIO



### 3.2 LEGGE REGIONE TOSCANA 21 2012

L'area di intervento è classificata dagli strumenti di Governo del Territorio a Pericolosità molto elevata.

La Legge Regionale indica, all'Art. 2, che nelle aree classificate dai piani strutturali, dai piani regolatori generali (PRG) o dai PAI, come aree a pericolosità idraulica molto elevata, è consentita la realizzazione dei seguenti interventi:

a) opere di difesa e regimazione idraulica...

Tali interventi sono comunque soggetti ad autorizzazione da parte dall'autorità idraulica competente.

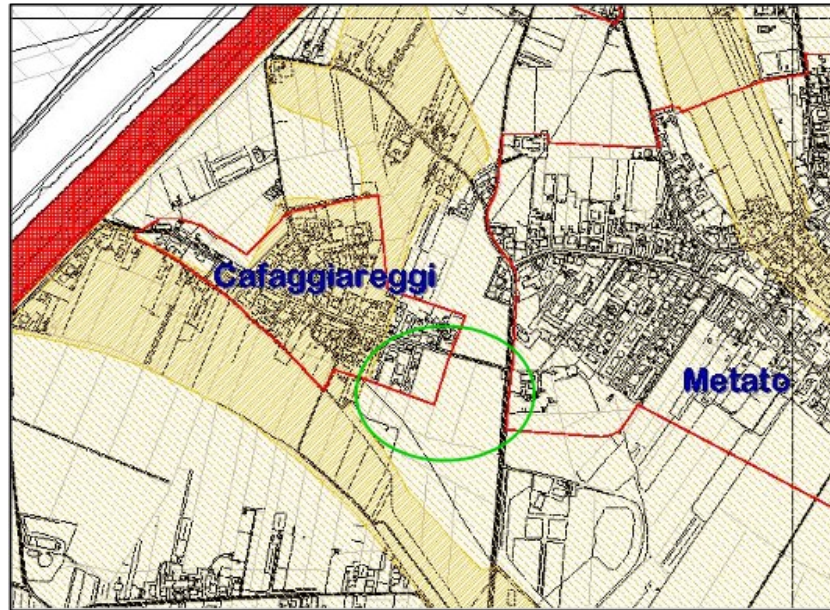
### 3.3 REGOLAMENTO URBANISTICO - PERICOLOSITA' E FATTIBILITA'

La pericolosità dell'area è definita in una carta di pericolosità del Piano Regolatore Generale redatta ai sensi della DCR 230/94 e della DCR 94/85. In tale elaborato l'area viene inserita in classe di pericolosità 3 (media) per gli aspetti idraulici e 2 (bassa) per quelli geologico-geomorfologici.

**FATTIBILITA'.** Le N.T.A. del Regolamento Urbanistico attraverso un'apposita tabella definiscono la fattibilità degli interventi in funzione della classe di pericolosità del territorio in cui è inserito.

In Particolare gli interventi in progetto, che possono essere inseriti nella categoria IVM prevista dal R.U. (intervento che comporti significative variazioni morfologiche; sbancamenti, riporti, strade, manufatti di materiali sciolti, terra armata, parcheggi, scantinati, sottopassi, scavi sotto il piano campagna, invasi e/o laghi, ecc.) presentano fattibilità idraulica e geologica 2 (FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI DA PRECISARE A LIVELLO DI PROGETTO): equivale a livelli di rischio <<basso>> raggiungibili in aree non sufficientemente note anche se ipotizzabili a <<bassa pericolosità>>. Non sono previste indagini di dettaglio a livello di <<area complessiva>>. Il progetto deve basarsi su una apposita indagine geognostica mirata alla risoluzione dei problemi evidenziati negli studi condotti a livello di P.R.G. Gli interventi previsti sono attuabili senza particolari condizioni.

Nella fase esecutiva dei lavori, pur considerandone la loro esiguità, l'impresa dovrà effettuare la caratterizzazione dei materiali, necessaria alla loro corretta gestione.



**Figura 6**  
CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
Fonte: P.R.G.

## 4 GEOMORFOLOGIA, IDROLOGIA E GEOLOGIA

L'area di intervento è collocata in sinistra idrografica del fiume Serchio in corrispondenza di una porzione di territorio delimitata dal corso del fosso Fiumaccio ad una quota prossima a 3 m dal p.c. Il fosso Fiumaccio corrisponde ad un paleoalveo del Fiume Serchio. L'area di progetto è stata interessata in passato dalla mobilità del vecchio corso del fiume Serchio ed è posta in sponda interna dell'antico meandro.

Le acque vadose che interessano questa porzione di territorio vengono raccolte da una serie di fossi campestri tributari del Fosso Fiumaccio, che si immette, poco a valle dell'abitato di Cafareggi, nel fiume Serchio.

La zona presenta la morfologia di una pianura alluvionale fortemente antropizzata; nell'area di intervento non si rilevano e non vengono segnalate particolari problematiche di tipo geomorfologico.

Il terreno interessato dal progetto della vasca di laminazione appare sub pianeggiante e delimitato a est dal canale del Fiume Morto. Tale corso d'acqua presenta un canale a forma trapezoidale che raggiunge una profondità di circa 1-1,2 m rispetto ai terreni adiacenti. L'area è inoltre interessata da fossi campestri uno dei quali corre in corrispondenza del margine settentrionale della vasca.

Dal punto di vista geologico l'area è collocata in corrispondenza della pianura del Fiume Serchio.

Questo tratto di pianura si estende a sud verso la pianura del Fiume Arno e Nord Ovest nella piana Versiliese costituendo quello che viene indicato come *Bacino Pisano-Versiliese*. Tale bacino è impostato in corrispondenza di una depressione tettonica subsidente sviluppata a partire dalla fine del *Miocene superiore* per l'attivazione di faglie dirette che si sono mantenute attive almeno fino a tutto il *Pleistocene inferiore*.

La piana attuale e i depositi più superficiali che la costituiscono si sono formati a seguito del progressivo accumulo dei sedimenti trasportati dal fiume Arno e, nella zona di interesse, dal fiume Serchio.

In corrispondenza dell'area di intervento il substrato risulta caratterizzato da una prevalenza di depositi fini: argillosi, argilloso limosi o sabbiosi.





## 5 MODELLO LITO-STRATIGRAFICO

Il modello litostratigrafico è stato definito sulla base dei dati disponibili sulla zona con particolare riferimento alle prove penetrometriche N. 64 e N. 65 indicate in figura 8.

Per le profondità di interesse si rileva la presenza di terreni a composizione prevalentemente fine (argillosi, limosi e sabbiosi) pedogenizzati in superficie.

Le prove penerometriche evidenziano che i depositi sono generalmente da mediamente a scarsamente consistenti.

Tenuto conto di quanto sopra e facendo riferimento ai livelli meno consistenti, si valutano i seguenti parametri fisico meccanici:

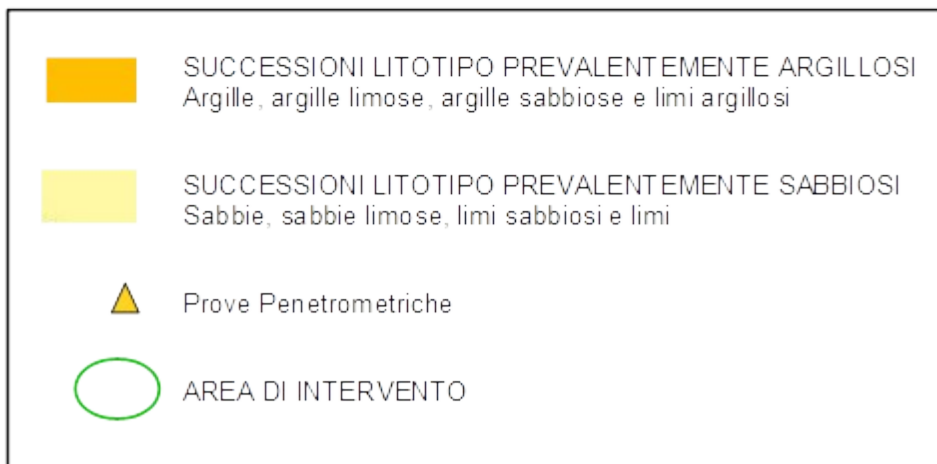
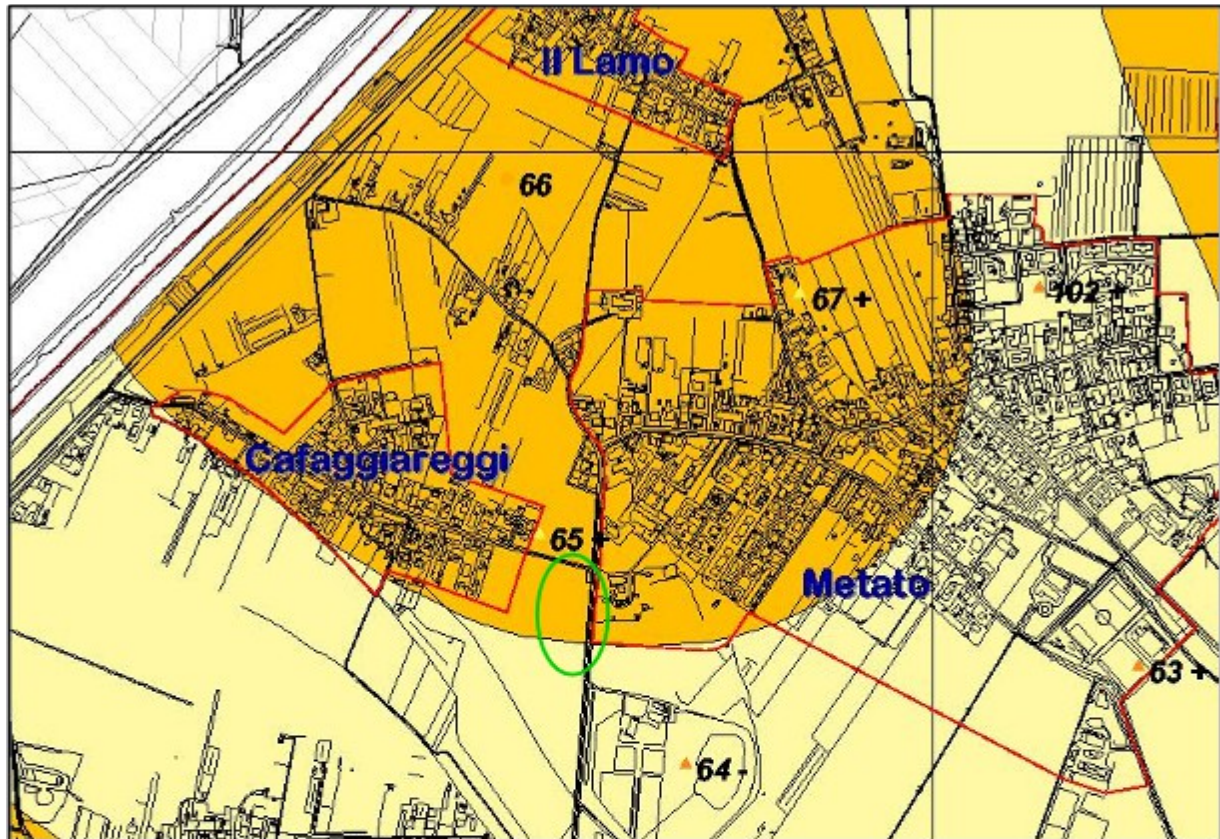
- Resistenza al taglio in condizioni non drenate:  
 $c_u : \approx 30-50 \text{ Kpa}$
- Resistenza al taglio in condizioni drenate:  
 $\phi' : \approx 22-25^\circ$
- Peso di volume naturale è stimato come segue:  
 $\gamma \approx 17-18 \text{ KN/mc.}$

## 6 SISMICITA'

### 6.1 CONTESTO SISMICO DEL SITO

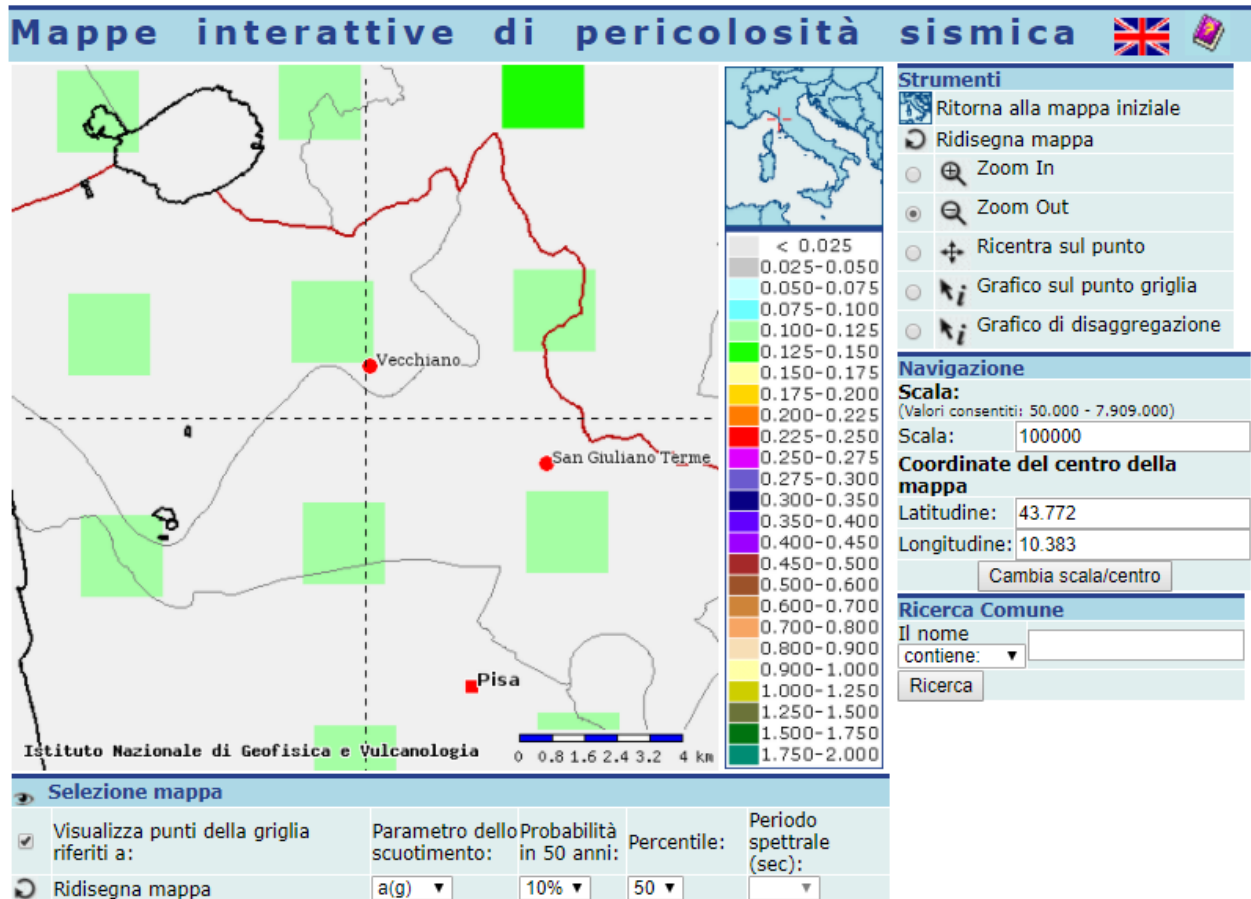
Il territorio del Comune di San Giuliano Terme:

- è collocato dalla attuale normativa sismica (OPCM n. 3519/2006), che suddivide il territorio italiano in "zone sismiche" a grado di rischio sismico decrescente dalla zona 1 alla 4, in zona sismica 3, alla quale corrisponde un valore di "accelerazione orizzontale massima convenzionale su terreno a comportamento litoide - suolo di tipo A" -pari a 0,15g;



**Figura 8**  
CARTA LITOTECNICA  
Fonte:P.R.G.

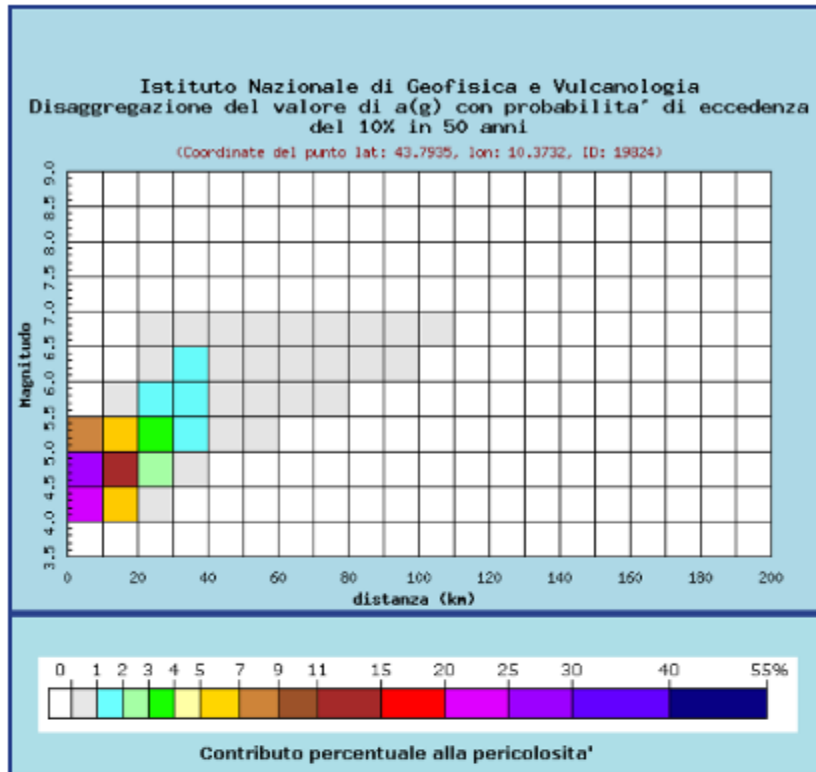
Si riporta di seguito la mappa di pericolosità sismica elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia che evidenzia nell'area valori di accelerazione sismica di base compresi tra 0,100 e 0,125 g.



Il D.M 14/01/08 prevede la verifica della stabilità nei confronti della liquefazione dell'area interessata dalla realizzazione di manufatti, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La norma prevede che la verifica a liquefazione possa essere esclusa quando si manifestino alcune circostanze, tra le quali: *eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5.*

Gli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" evidenziano che "è possibile ottenere i valori medi e modali di magnitudo a seguito della disaggregazione dei valori di accelerazione orizzontale di picco su suolo rigido ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Spallarossa e Barani, 2007), o con altre probabilità di superamento in funzione degli altri scopi della valutazione. Con questa metodologia è stata estratta la magnitudo dell'area di interesse ricavando un valore di magnitudo di 4,8 (<5).



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.7935, lon: 10.3732, ID: 19824)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	23.800	28.800	8.520	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	6.270	11.300	5.610	0.086	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.479	2.630	3.020	1.640	0.840	0.128	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.171	1.180	1.410	1.160	0.199	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.170	0.664	0.770	0.151	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.004	0.210	0.386	0.086	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.128	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.042	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.810	11.400	0.983



Relativamente alla categoria del suolo di fondazione le prove geofisiche disponibili nelle vicinanze (studi a supporto del R.U di Vecchiano), realizzate in contesti geologici simili, confrontati con i dati litostratigrafici e geotecnici della zona, indicano che l'area di intervento trova la migliore corrispondenza con un suolo di categoria D: *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).*

## **7 CARATTERI IDROGEOLOGICI**

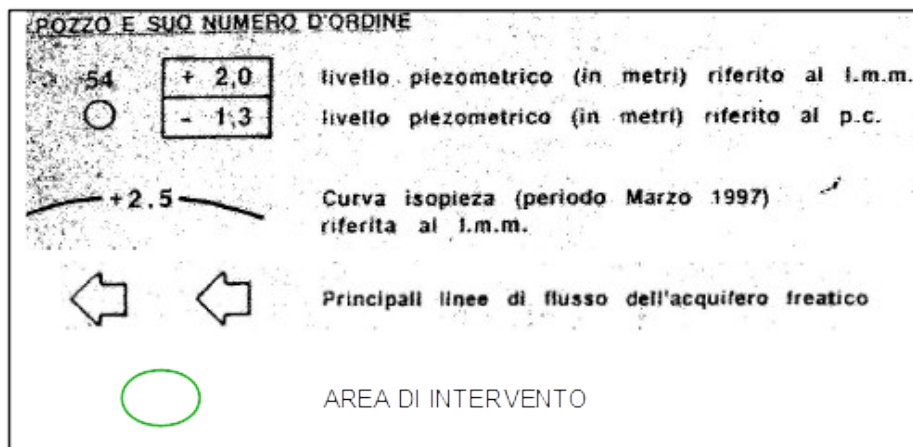
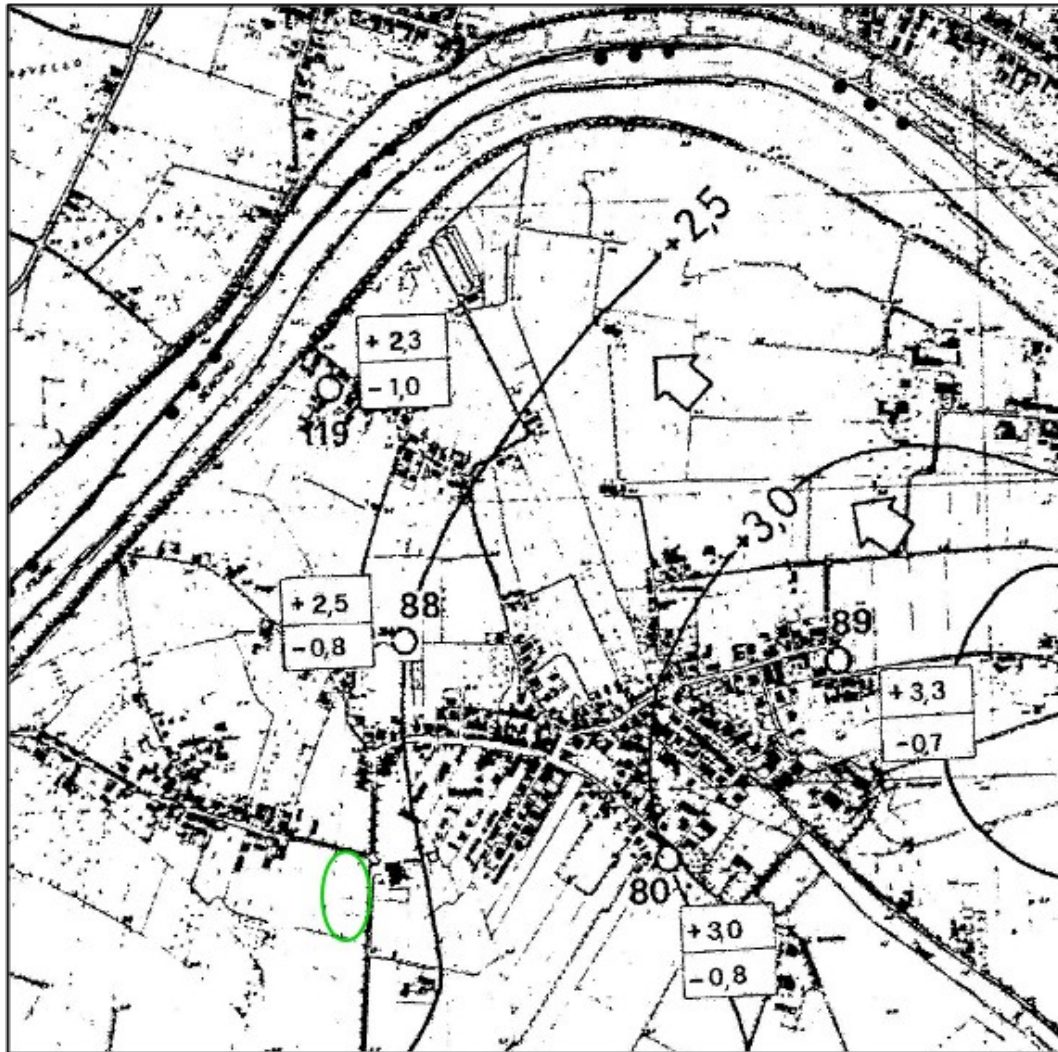
Come già evidenziato, l'area di intervento è collocata in corrispondenza della pianura del fiume Serchio.

Le stratigrafie della zona evidenziano nei livelli superficiali una prevalenza di depositi fini e generalmente caratterizzati da modesti valori di permeabilità.

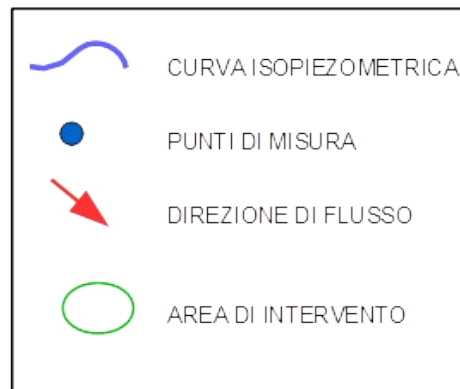
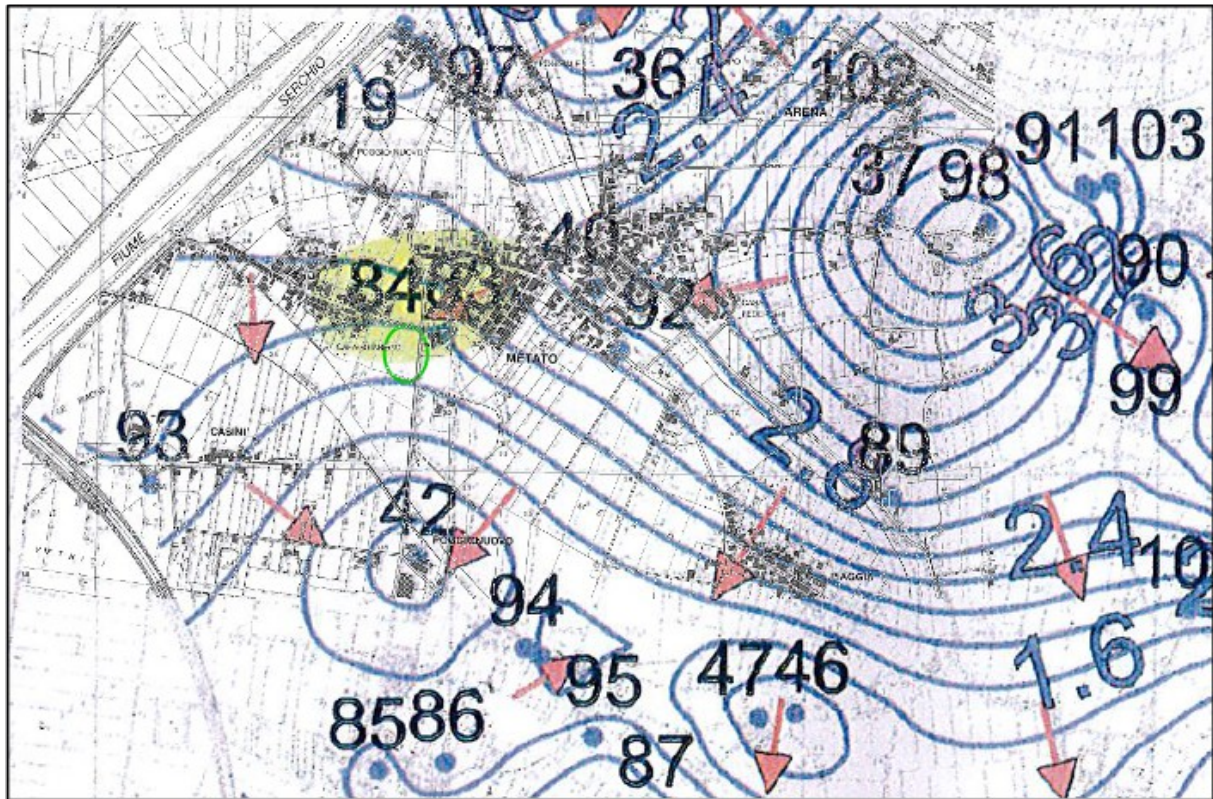
Tali depositi possono comunque risultare saturi per la presenza di acque in relazione diretta con i corsi d'acqua presenti nella zona.

La carta piezometrica di supporto al PRG indica nell'area, MARZO 1997, evidenzia nella zona una soggiacenza dell'ordine di 0,8 m dal p.c..

La più recente Carta Piezometrica fornita dal Consorzio di Bonifica evidenzia un livello piezometrico a circa 2-1,8 m s.l.m. Che corrisponde a una soggiacenza di circa 1 m dal p.c., in buon accordo con il livello idrico rilevato nell'alveo del Fosso Fiume Morto.



**Figura 9**  
CARTA IDROGEOLOGICA  
Fonte: P.R.G.



**Figura 10**

**CARTA PIEZOMETRICA**

Fonte: Elaborato acquisito presso Consorzio di Bonifica

## **8 GESTIONE TERRE E ROCCE DI SCAVO**

Le opere in progetto comporteranno la realizzazione di scavi sia per la realizzazione della nuova vasca di laminazione sia per la sistemazione dei fossi e della fognatura.

Per la realizzazione dell'intervento è previsto di scavare un volume di 4200 mc; in particolare in corrispondenza della vasca sono previste profondità medie di scavo con altezza media di circa cm 50 nella sezione di monte e di circa cm 30 in quella di valle, interessando prevalentemente il terreno vegetale.

Tali terreni, verranno in parte riutilizzati per la realizzazione di piste di servizio circostanti la vasca (circa 540 mc) ed in parte conferiti ad un impianto di recupero.

L'intervento prevedendo scavi con volumi minori di 6.000 mc corrisponde ai cantieri di piccole dimensioni previsti dal DPR 120/2017. Per la frazione destinata al recupero il produttore (l'impresa) dovrà darne comunicazione all'Agenzia di Protezione Ambientale competente previa verifica dello stato ambientale dei terreni previsto dal decreto.

## **9 CONSIDERAZIONI INERENTI L'INTERVENTO**

Come evidenziato in premessa il progetto prevede interventi volti a ridurre il rischio idraulico del bacino del Fosso Fiumaccio sottobacino del Fiume Morto realizzando una nuova fognatura bianca in Via Giordano Bruno, la tombatura di un tratto di circa 25 m dell'attuale canale a cielo aperto lungo Via Giordano Bruno, l'adeguamento del canale a cielo aperto fino alla nuova immissione nel Fosso lungo Via Turati e la realizzazione di una piccola cassa di laminazione per la regimazione delle onde di piena del Fosso lungo Via Turati, con scavi compresi tra circa 30 e 50 cm.

Dai risultati dello studio e delle indagini eseguite e relative alla zona evidenziano che il substrato dell'area è caratterizzato dalla presenza depositi alluvionali prevalentemente fini del bacino Pisano-Versiliese.

- Vista la natura dei materiali, nella realizzazione delle piste circostanti la vasca di laminazione dovranno essere selezionati i materiali in modo da scartare gli orizzonti superficiali più pedogenizzati.



- Le scarpate dei fossi dovranno essere opportunamente profilate ed inerbite per conferire opportuna stabilità e protezione da fenomeni erosivi.
- I riporti lungo il perimetro della vasca per la realizzazione delle piste di servizio dovranno essere realizzati per strati successivi e via via opportunamente compattati.
- Le superfici scavate e riportate dovranno essere opportunamente inerbite .
- Considerata la modesta soggiacenza delle acque di sottosuolo si dovrà in ogni caso limitare al minimo la profondità degli scavi.
- Durante l'esecuzione dei lavori si dovrà, inoltre, accertare in loco la rispondenza dei risultati della presente indagine allo stato effettivo dei terreni e adottare ogni ulteriore accorgimento eventualmente necessario.

## **APPENDICE**

Certificati prove penetrometriche

PROVA 64 DI FIGURA 8

GEOSERVIZI  
Piazza S. Felice 6  
PISA

Prova penetrometrica numero:  
Committente:  
Localita':  
Cantiere:  
Data:

21  
GEOSER  
MRTATQ  
23/11/93

Quota falda: -0.40 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Rp [Kg/cmq]	Ri [Kg/cmq]	Rp/Ri	Rt [Kgf]	$\delta$ [Kg/dac]	$\sigma_{ov}$ [Kg/cmq]	$\beta$ [gradi]	$D_1$ [%]	$c_1$ [Kg/cmq]	$\mu_1$ [cmq/t]	Colonna Stratig.
0.2					1,80	,04	-	-	-	-	
0.4					1,80	,07	-	-	-	-	
0.6	8,1	,3	30	131	1,81	,09	-	-	,32	26,7	=====
0.8	7,3	,1	55	143	1,64	,10	35	30	-	16,7	=====
1.0	8,3	,2	42	123	1,64	,11	-	-	,33	25,3	=====
1.2	8,3	,3	31	173	1,82	,13	-	-	,33	26,3	=====
1.4	11,3	,2	57	243	1,66	,14	36	37	-	16,7	=====
1.6	12,3	,3	46	263	1,66	,16	-	-	,49	19,6	=====
1.8	8,4	,3	32	304	1,82	,17	-	-	,33	26,1	=====
2.0	10,4	,2	52	294	1,65	,19	34	28	-	16,7	=====
2.2	9,4	,2	47	324	1,65	,20	-	-	,37	23,2	=====
2.4	6,4	,2	32	374	1,72	,21	-	-	,25	31,8	=====
2.6	5,4	,1	41	434	1,63	,23	-	-	,21	35,7	=====
2.8	7,5	,1	56	445	1,64	,24	31	11	-	16,7	=====
3.0	6,5	,1	49	495	1,63	,25	29	5	-	16,7	=====
3.2	6,5	,2	33	515	1,73	,27	-	-	,25	31,4	=====
3.4	5,5	,2	28	565	1,68	,28	-	-	,21	35,8	=====
3.6	6,5	,2	33	655	1,73	,29	-	-	,25	31,4	=====
3.8	8,6	,1	65	746	1,64	,31	30	11	-	16,7	=====
4.0	8,6	,2	43	776	1,64	,32	-	-	,33	24,7	=====
4.2	13,6	,2	63	806	1,67	,33	32	25	-	16,7	=====
4.4	12,6	,3	47	906	1,66	,35	-	-	,49	19,3	=====
4.6	28,6	,2	143	1006	1,94	,36	36	48	-	11,7	=====
4.8	20,7	,5	44	1007	1,70	,38	-	-	,81	16,1	=====
5.0	10,7	,4	27	1007	1,90	,40	-	-	,41	22,5	=====
5.2	9,7	,5	21	1017	1,89	,41	-	-	,37	23,8	=====
5.4	6,7	,3	25	1047	1,74	,43	-	-	,25	30,7	=====
5.6	7,7	,1	116	1087	1,64	,44	28	2	-	16,7	=====
5.8	7,9	,1	59	1139	1,64	,45	28	2	-	16,7	=====
6.0	10,9	,2	55	1169	1,65	,47	29	9	-	16,7	=====
6.2	8,9	,4	22	1239	1,85	,48	-	-	,34	25,1	=====
6.4	12,9	,3	39	1279	1,66	,50	-	-	,50	19,1	=====
6.6	8,9	,3	33	1319	1,85	,51	-	-	,34	25,1	=====
6.8	6	,3	18	1340	1,70	,53	-	-	,22	33,4	=====
7.0	5	,2	25	1380	1,65	,54	-	-	,18	38,7	=====
7.2	7	,2	35	1420	1,75	,56	-	-	,26	29,7	=====
7.4	7	,2	35	1440	1,75	,57	-	-	,26	29,7	=====
7.6	7	,2	35	1560	1,75	,59	-	-	,26	29,7	=====
7.8	7,2	,3	27	1612	1,76	,60	-	-	,26	29,1	=====
8.0	7,2	,3	18	1672	1,76	,62	-	-	,26	29,1	=====
8.2	10,2	,3	31	1722	1,90	,64	-	-	,38	23,1	=====
8.4	21,2	,3	64	1882	1,71	,65	31	25	-	15,7	=====
8.6	30,2	,3	113	2072	1,75	,66	33	37	-	11,0	=====
8.8	31,3	,5	59	1963	1,76	,68	33	37	-	10,6	=====
9.0	12,3	,4	31	1933	1,91	,70	-	-	,46	21,0	=====
9.2	7,3	,3	27	1953	1,77	,71	-	-	,26	28,8	=====
9.4	8,3	,3	31	1943	1,82	,73	-	-	,30	26,3	=====
9.6	7,3	,3	22	1993	1,77	,74	-	-	,26	28,8	=====
9.8	9,4	,3	35	2014	1,87	,76	-	-	,35	24,3	=====
10.0	17,4	,5	37	2264	1,69	,78	-	-	,66	17,0	=====

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' (metri)	$\bar{\rho}_p$ [Kg/cm <sup>3</sup> ]	$R_1$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$R_p/R_1$	$R_t$	$\delta$ [Kg/dm <sup>3</sup> ]	$\sigma_{pv}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]	$D_g$ [%]	$c_t$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$a_v$ [cm/t]	Colonna Stratig.
10.2	20,4	,5	61	2274	1,74	,79	31	30	-	11,7	=====
10.4	15,4	,5	33	2364	1,68	,81	-	-	,58	17,6	=====
10.6	28,4	,7	39	2514	1,74	,82	28	-	-	11,7	=====
10.8	28,6	1,1	25	2626	1,94	,84	-	-	1,11	14,0	=====
11.0	39,6	,2	198	2556	2,00	,86	33	40	-	8,4	=====
11.2	11,6	,2	58	2396	1,66	,88	28	2	-	16,7	=====
11.4	14,6	,5	27	2316	1,91	,89	-	-	,55	19,6	=====
11.6	9,6	,3	29	2446	1,88	,91	-	-	,35	24,0	=====
11.8	11,7	,3	44	2507	1,66	,92	-	-	,43	20,1	=====
12.0	10,7	,2	54	2547	1,65	,94	28	2	-	16,7	=====
12.2	10,7	,2	54	2837	1,65	,95	28	2	-	16,7	=====
12.4	41,7	,3	125	2977	1,81	,97	32	39	-	8,0	=====
12.6	39,7	,8	50	3037	1,80	,98	32	37	-	8,4	=====



## PROVA 65 DI FIGURA 8

CENTRO GEOLOGIA APPLICATA s.d.f. di Lombardi e Tognelli

## PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T. n. 22

PENETROMETRO STATICO GOUDA da 5t. - Avanzamento 2 cm./sec.  
 Punta meccanica BEGEMANN (A=10 cm<sup>2</sup>) - Manicotto S=150 cm<sup>2</sup>  
 Committente.....: Dott. Piero Profeti  
 Prof. falda = -4.0 m. da p.c. da p.c.  
 Localita'.....: Arena Metato (PI)  
 Data : 14/12/1995  
 Profondita' raggiunta...: 9.0 m. Archivio n. 101/6/95

Litologia secondo SCHMERTMANN 1978

A0=Argille organiche - A1=Argilla inorganica bassa coesistenza  
 A2=Argilla inorganica bassa cons. - A3=Argilla inorganica media cons.  
 A4=Argilla inorganica compatta - A5=Argilla inorganica molto compatta  
 ASL=Argille e sabbie limose - SAL=Sabbie argillose e limi  
 LS=Limi sabbiosi - S0=Sabbia sciolta - S1=Sabbia med. addensata  
 S2=Sabbia addensata o cementata - SG=Sabbie e ghiaie

Tabulato dei valori rilevati e interpretazione litologica

z m	Rp Kg/cmq	R1 Kg/cmq	Rp/R1 ---	Schm. ---	z m	Rp Kg/cmq	R1 Kg/cmq	Rp/R1 ---	Schm. ---
0.2	13	0.53	24	A4	4.8	38	0.40	95	S1
0.4	20	0.73	27	ASL	5.0	22	0.53	41	SAL
0.6	18	0.73	25	ASL	5.2	20	0.47	43	SAL
0.8	14	1.00	14	A0	5.4	23	0.53	43	SAL
1.0	18	0.87	21	A4	5.6	34	0.73	46	SAL
1.2	22	0.87	25	ASL	5.8	22	1.00	22	A4
1.4	21	1.60	13	A5	6.0	34	0.80	43	SAL
1.6	21	1.47	14	A5	6.2	47	0.67	71	S1
1.8	16	1.40	11	A0	6.4	32	1.13	28	ASL
2.0	15	1.00	15	A0	6.6	23	1.27	18	A5
2.2	22	0.67	33	SAL	6.8	10	0.73	14	A0
2.4	14	0.33	42	SAL	7.0	9	0.60	15	A0
2.6	27	0.40	68	S1	7.2	7	0.80	9	A0
2.8	15	0.73	20	A4	7.4	7	0.40	18	A0
3.0	28	0.47	60	S1	7.6	15	0.13	113	S0
3.2	21	0.40	53	S1	7.8	8	0.60	13	A0
3.4	25	0.60	42	SAL	8.0	8	0.40	20	A3
3.6	19	0.40	48	S0	8.2	8	0.33	24	A3
3.8	21	1.13	19	A5	8.4	9	0.33	27	A3
4.0	26	0.80	33	SAL	8.6	12	0.33	36	SAL
4.2	39	0.27	146	S1	8.8	10	0.53	19	A4
4.4	28	0.93	30	ASL	9.0	11	0.47	24	A3
4.6	21	1.27	17	A5					



CENTRO GEOLOGIA APPLICATA s.d.f.  
 IL RESPONSABILE  
 Dott. Geol. Paolo Tognelli