



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE PER 98 AE  
A SERVIZIO DI UNA PORZIONE DELLA FRAZIONE DI PUGNANO

PUGNANO — SAN GIULIANO TERME - PISA  


Committente: COMUNE DI SAN GIULIANO TERME

Geol. Riccardo Giaccari  
Firmato digitalmente

Febbraio 2018

# Indice

<b>Premessa.....</b>	<b>3</b>
Progetto.....	3
Inquadramento territoriale e urbanistico.....	4
Identificazione del punto.....	4
Distretto idrografico dell'Arno – PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni)....	4
Piano Strutturale e RU.....	5
Vincolo Idrogeologico.....	5
Vulnerabilità Idrogeologica.....	5
<b>Relazione Geologica.....</b>	<b>6</b>
Caratteristiche geomorfologiche dell'area.....	6
Reticolo idraulico dell'area.....	6
Caratteristiche geologiche dell'area.....	6
Stratigrafia media.....	7
Modello Geologico.....	8
Caratterizzazione idrogeologica e captazioni profonde note.....	9
<b>Caratterizzazione Geotecnica della stratigrafia.....</b>	<b>10</b>
Modello Geotecnico preliminare.....	10
Stima del valore q limite.....	11
Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.....	11
Valutazione del Carico Limite in condizioni statiche.....	11
<b>Conclusioni.....</b>	<b>13</b>

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE PER 98 AE  
A SERVIZIO DI UNA PORZIONE DELLA FRAZIONE DI PUGNANO

PUGNANO – SAN GIULIANO TERME - PISA

***Premessa***

Su incarico del comune di San Giuliano Terme redigo il seguente rapporto tecnico a supporto del progetto per la costruzione di un impianto di fitodepurazione a servizio di una porzione della frazione di Pugnano del comune di San Giuliano Terme, progettato per le necessità di 98 AE .

Il progetto, inserito nel PIT "Pianura pisana dalla fascia pedemontana al mare" ha come obiettivo il miglioramento della qualità delle acque nel reticolo idrico minore della zona che raccoglie scarichi non trattati che confluiscono più a valle nel Fosso Civitonia o Civitogna, con gestione e manutenzione affidata al Consorzio di Bonifica 4 Basso Valdarno e da qui al Canale Demaniale che rifornisce alcune Az. Agricole per le loro necessità irrigue .

Obiettivo del rapporto tecnico è valutare, una volta definito il modello geologico e geomorfologico del sito prescelto, la fattibilità dell'opera alla luce delle sue *periclosità* e le *vulnerabilità*, ed indicare le peculiarità dell'area cui il progetto dovrà adattarsi.

Per questo, a seguire, verrà descritto per sommi capi il progetto in esame

**Progetto**

Attualmente i reflui di alcune abitazioni (84 residenti ed un ristorante) vengono scaricati in fosse campestri, che disperdono per infiltrazione e ruscellamento i reflui urbani nel terreno e nelle acque superficiali.

Il progetto prevede il loro convogliamento tramite tubature interrato verso una prima stazione di raccolta e pompaggio e da qui al sistema di trattamento primario (tricamerale) e secondario

(vasca fitodepurazione) da cui i reflui si riversano, depurati, tramite un fossetto campestre nel Fosso Civitonia e da qui al Canale Demaniale.

Il progetto prevede la realizzazione di

- una stazione di sollevamento dei liquami provenienti dall'abitato 1,8 X 1,8 X 2,7 m;
- una vasca interrata per il trattamento primario dei reflui, tipo tricamerale (Imhoff) da 48 m<sup>3</sup> con dimensioni 8 X 2,5 m X 2,6 m (scavo 1,3 da piano campagna);
- di una seconda vasca impermeabilizzata per il trattamento secondario con fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale con dimensioni 16 X 18 X 0,9 m.

Le vasche di trattamento saranno interrate in rilevati con quote di colmo a circa + 1,3 m dal piano campagna attuale.

Il fondo scavo della vasca tricamerale sarà posto a circa - 0,9 m dal piano campagna attuale, il fondo scavo del bacino di fitodepurazione sarà a circa - 0,5 m dal piano attuale di campagna.

Il fondo scavo della stazione di sollevamento sarà posto a circa - 1,8 m dal piano campagna attuale.

### Inquadramento territoriale e urbanistico

#### *Identificazione del punto*

Coordinate Geografiche (ED50 UTM): Lat 43.80506 N; Long 10.41698 E

#### *Distretto idrografico dell'Arno – PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni)*

Nella cartografia del PGRA del DIAS-UoM Arno approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3/3/2016 l'area in esame è classificata a pericolosità **P1** corrispondenti ad *aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.*

Nella *Disciplina di Piano* si legge per questa classe di pericolosità "Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico."

### *Piano Strutturale e RU.*

L'area interessata dal presente studio risulta essere classificata a **Pericolosità (3, 2)** dove con 3 è indicata la pericolosità idraulica e con 2 la pericolosità geomorfologica.

Nel Regolamento Urbanistico la Fattibilità indicata per l'intervento edilizio in progetto è **Fattibilità 2**

### Vincolo Idrogeologico

L'area in oggetto è esterna al Vincolo Idrogeologico

### Vulnerabilità Idrogeologica

Attualmente l'unico studio ufficiale disponibile relativo alla Vulnerabilità Idrogeologica deriva dalla cartografia allegata al PTC Provincia di Pisa del 2006.

La cartografia disponibile indica per l'area in studio una *vulnerabilità idrogeologica media 3b*, che "[...] corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sdolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili [...]".

In generale la costruzione di un impianto di depurazione viene valutata per questa classe di Vulnerabilità Idrogeologica ad elevata classe di rischio Rischio IV.

*In particolare l'impianto di Fitodepurazione che viene proposto è, oltre che auspicabile, sicuramente migliorativo per la qualità delle acque sotterranee rispetto all'attuale assenza di sistemi di depurazione e smaltimento.*

## ***Relazione Geologica***

### *Caratteristiche geomorfologiche dell'area*

L'area in esame si trova su un terreno pianeggiante con quota media di 7,5 m s. l. m. m. come riscontrabile nella cartografia LIDAR ("Fonte dei dati: Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare – "Rilievi Lidar") elemento 19f43\_1x1\_dtm\_007\_2010\_3003, distribuito dalla Regione Toscana.

Dai piani quotati risulta che l'area in esame ha una blanda pendenza media di 1% verso Ovest.

La carta geomorfologica prodotta dalla Provincia di Pisa evidenzia la presenza di sedimenti alluvionali limosi e di paleoalvei/alvei abbandonati nelle aree circostanti a valle e di conoidi e di depositi eluvio-colluviali a monte e nella prima fascia pedemontana rispettivamente.

### *Reticolo idraulico dell'area*

I campi circostanti l'impianto di fitodepurazione sono caratterizzati da un fitto sistema di drenaggio delle acque meteoriche costituito da scoline (direzione E-W) che drenano le acqua verso il capofosso che corre parallelo al rilevato ferroviario (dir. N-S); il capofosso scola nel Fosso Civitonia che, bypassato il rilevato ferroviario, recapita le acque nel Canale Demaniale.

### *Caratteristiche geologiche dell'area*

I terreni più superficiali che interagiscono direttamente con le vasche vengono definiti nella cartografia geologica e geomorfologica ufficiali (carta geologica prodotta dalla Provincia di Pisa, come sedimenti alluvionali limosi

**ALR: I** *Depositi alluvionali recenti, Sabbie e limi*, (Id. 70042).

la cui origine è legata alla deposizione diretta da parte del F. Serchio e dei corsi d'acqua minori di versante.

Non esistendo alcuna evidenza geologica di erosione o di forti oscillazioni della falda, i depositi limo argillosi sono da considerarsi *Normalmente Consolidati* dal punto di vista geologico.

*Stratigrafia media*

l'intervento in oggetto si presenta come un intervento di modestissima rilevanza strutturale, gli scavi massimi previsti sono dell'ordine di 1,5 m dal attuale piano campagna ed i rilevati previsti per il confinamento della vasca di fitodepurazione sono alti circa 1,3 m. Per questo questo si ritiene sufficiente rivolgersi a dati stratigrafici di bibliografia, desunti dalla banca dati online della Regione Toscana. Sono stati utilizzati i dati derivati dal sondaggio Id 5997 e dalle penetrometrie CPT Id 7083 e MD Id 7449.

L'interpretazione dei dati permettono ricostruire i modelli stratigrafici seguenti:

Id 5997

<b>da</b>	<b>a</b>	<b>Litologia</b>
0,0	4 m	Limo con livelli di sabbia
4 m	14 m	Sabbia fine limosa
14	22	Argilla
22	26	Sabbia. Primo acquifero artesiano

Id 7083

<b>da</b>	<b>a</b>	<b>Litologia</b>
0,0	2,4 m	Sabbia limosa
2,4 m	4,8 m	Limo sabbioso
4,8	7,4	Sabbia limosa

Id 7084

<b>da</b>	<b>a</b>	<b>Litologia</b>
0,0	1 m	Limo sabbioso
1	2	Sabbia limosa
2 m	4,4 m	Limo sabbioso
4,4	8	Sabbia limosa

Id 7449

<b>da</b>	<b>a</b>	<b>Litologia</b>
0,0	1,4 m	Limo sabbioso
1,4	1,8	Sabbia limosa
1,8 m	5 m	Limo sabbioso
5	6,9	Sabbia

Integrando la stratigrafia del volume indagato con le stratigrafie profonde derivate dalle banche dati pubbliche si ottiene il seguente *Modello Geologico* di sito

Modello Geologico

<b>da</b>	<b>a</b>	<b>Qc med kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Litologia</b>
0	1,5	15 ± 2	Limo sabbioso / Sabbia limosa
1,5	2	25 ± 5	Sabbia Limosa
2	5	15 ± 1	Limo sabbioso
5	14	***	Sabbia fine limosa
14	22	***	Argilla

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di un primo livello limo sabbioso permeabile, che in corrispondenza delle aree interessate da paleoalvei diventa più ricco in sabbia, dello spessore medio di circa 4 – 5 metri. Segue un orizzonte più francamente sabbioso di circa 5 m di spessore e sede di una probabile falda freatica, chiuso al letto da un consistente spessore di argilla che protegge gli acquiferi più profondi dalle infiltrazioni superficiali.



*Caratterizzazione idrogeologica e captazioni profonde note*

Le stratigrafie disponibili non indicano la presenza acqua nei primi metri da piano campagna

La natura litologica dei primi metri di terreno indagato, tuttavia, suggerisce la presenza di piccoli acquiferi superficiali freatici con ricarica diretta nel periodo di maggior piovosità. Tali piccole falde sono raggiunte da pozzi a sterro presenti nella campagna ed utilizzati a scopo irriguo.

Nell'area in esame sono presenti alcuni pozzi superficiali ad uso domestico profondi circa 5 m con livello piezometrico a circa 2 m dal piano campagna, i pozzi ad uso irriguo noti più prossimi all'impianto di fitodepurazione sono a circa 350 m di distanza.

Il data base dei pozzi dell'ARPAT non indica la presenza di pozzi ad uso idropotabile nel raggio di 200 m dall'impianto (dati ARPAT al 29/05/2015).

### ***Caratterizzazione Geotecnica della stratigrafia***

Data la modestissima entità dell'intervento in esame che non produce impatti significativi sulla stabilità dell'area, la ricostruzione del modello geotecnico di sito si basa sui valori misurati con le prove CPT utilizzate in precedenza.

I valori della Resistenza  $Q_c$  vengono utilizzati per ricavare da correlazioni ampiamente adottate in bibliografia, i parametri geotecnici caratteristici degli orizzonti proposti.

Si tratta di dati indicativi e medi utilizzabili solo per il progetto in esame.

### ***Modello Geotecnico preliminare***

L'elaborazione del dato penetrometrico permette di determinare i valori di resistenza e compressibilità dei terreni indagati, e di ricostruire il modello geotecnico preliminare di sito.

Il primo livello caratterizzato dalla penetrometria è un terreno limo sabbioso con valore medio  $Q_c$  di  $15 \text{ kg/cm}^2$ . A questo livello viene assegnato un valore della resistenza a rottura drenata  $\varphi = 28^\circ$  e  $\gamma = 1,75 \text{ kg/dm}^3$ .

La stratigrafia descritta prosegue con 1 metri circa di sabbia con  $Q_c$  medio =  $25 \text{ kg/cm}^2$ , i parametri geotecnici caratteristici derivabili sono  $\varphi = 30^\circ$  e  $\gamma = 1,75 \text{ kg/dm}^3$ .

<i>da</i>	<i>a</i>	<i>Litologia</i>	$Q_c$ [ $\text{kg/cm}^2$ ]	$\varphi^\circ$	$\gamma$ [ $\text{T/m}^3$ ]	<i>mv</i> [ $\text{cm}^2/\text{kg}$ ]
0	1,5	Limo sabbioso	15	28°	1,75	0,015
1,5	2	Argilla limosa compatta	25	30°	1,8	0,008
2	5	Limo sabbioso	15	28°	1,75	0,015

Pur non essendo reperibili dati relativi alla presenza di falda freatica, è opportuno considerarne la presenza in tutto lo spessore superficiale di sabbie limose.

Nell'ipotesi progettuale si deve tener conto della possibile presenza di falda libera.

I fronti di scavo dovranno quindi essere sostenuti specialmente in riferimento alla vasca di sollevamento e dovrà essere considerata la spinta dell'acqua in condizioni di vasca vuota.

Stima del valore  $q$  limite

*Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione*

La fondazione della vasca tricamerale è 8 X 2,5 m per una tensione applicata di circa 0,25 kg/cm<sup>2</sup>.

Dal modello geotecnico si ottengono i seguenti parametri geotecnici medi di riferimento per i terreni coinvolti dalla superficie di rottura in condizioni non drenate

$$\gamma_1 = \gamma_2 = 1,8 \text{ kg/dm}^3$$

$$\varphi = 28^\circ \text{ kg/cm}^2$$

piano d'imposta - 0,8 m da piano campagna

*Valutazione del Carico Limite in condizioni statiche*

Secondo quanto indicato dall'EC7 (Annesso D), le formula di riferimento per la determinazione del carico limite ( $q_{lim}$ ) per i terreni coerenti è:

$$q_{lim} = N_c \cdot c_u \cdot i_c \cdot b_c \cdot s_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

$b_c$  fattore di inclinazione della base di appoggio  $b_c = 1$ ;

$s_c$  fattore di forma della fondazione  $s_c = 1 + 0,2 \cdot (B/L) = 1,2$ ;

Non avendo dati relativi alle componenti orizzontali di carico si ipotizza che in condizioni statiche l'indinazione del carico sia  $i_c = 1$

Si ottiene:

$$q_{lim} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

Per l'Approccio 1 – Combinazione 1 (A1 + M1 + R1), in cui le Azioni permanenti e permanenti non strutturali e le Azioni variabili (A) sono incrementate dai relativi coefficienti parziali, ma i parametri geotecnici (M) e le Resistenze (R) non sono modificate si ricava che

$$R_{d(A1C1)} \equiv q_{lim}$$

Per l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2 + M2 + R2), in cui le Azioni permanenti strutturali e permanenti non strutturali non sono incrementate e le Azioni variabili (A) sono incrementate dai relativi coefficienti parziali, ma i parametri geotecnici (M) e le Resistenze (R) vengono corretti con i relativi coefficienti parziali.

I coefficienti parziali per la valutazione delle Resistenza  $Rd_{A1C2}$  per un *terreno coerente* sono:  $\gamma_{cu}$  = 1,4;  $\gamma_R$  = 1,8. Si ottiene quindi

$$Rd_{(A1C2)} = 7,7 \text{ kg/cm}^2$$

Con l'Approccio 2 si modifica il solo coefficiente  $\gamma_R = 2,3$  e si ottiene

$$Rd_{(A2)} = 13,2 \text{ kg/cm}^2$$

## **Conclusioni**

Alla luce di quanto scritto è possibile trarre le seguenti conclusioni:

### Geologia

- L'area di intervento è interessata da terreni limo sabbiosi con caratteristiche geotecniche medie;
- non sono presenti pericolosità geomorfologiche ed idrauliche particolari, l'opera in sé non modifica la pericolosità idraulica dell'area;
- la natura granulare dei terreni interessati dagli scavi per la dell'impianto, obbliga a considerare sempre presente acqua nel sedimento in forma di

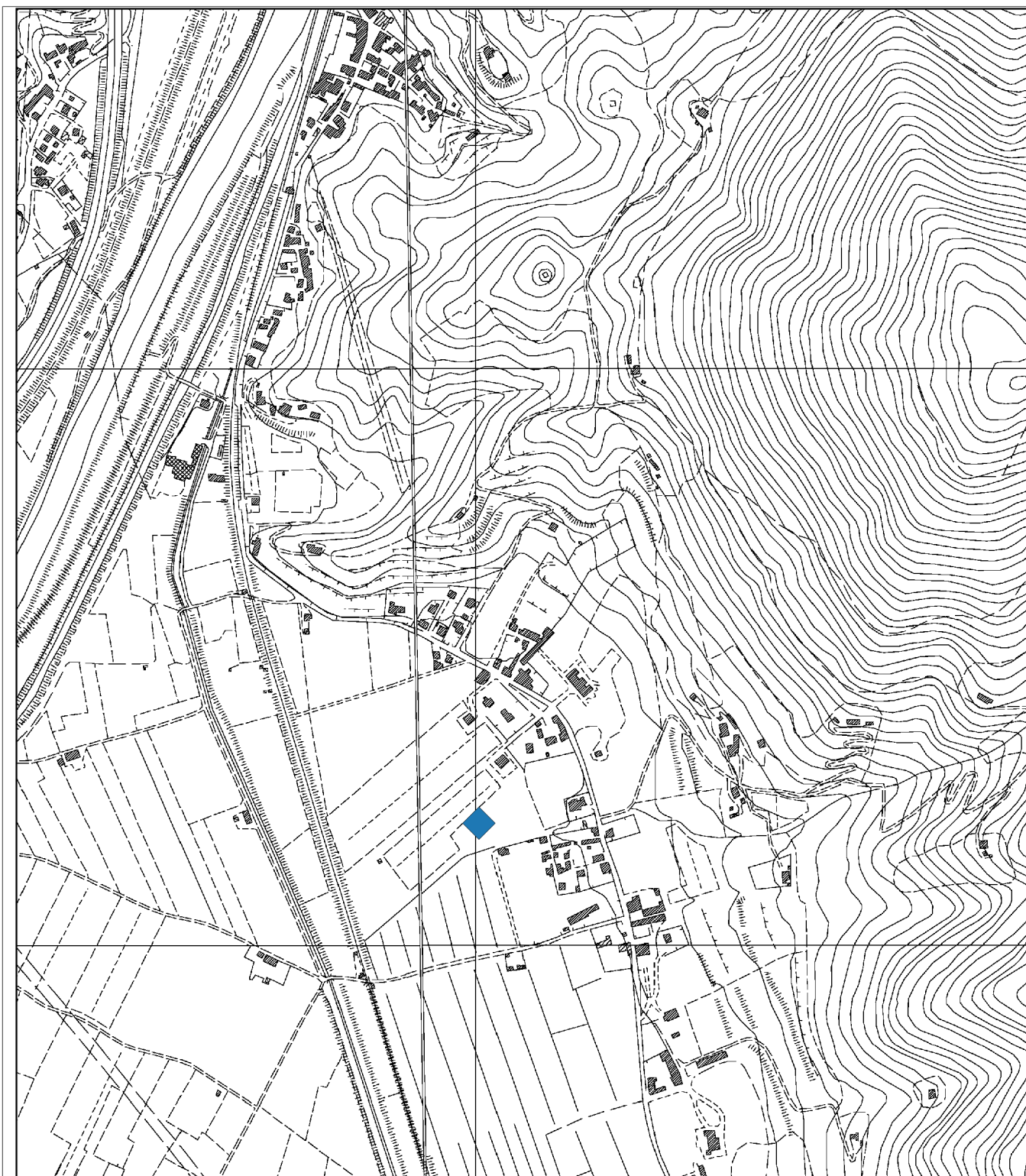
### Geotecnica all'indagine

- il modello geotecnico ricostruito vede la presenza sottofondazione di terreni granulari con caratteristiche geotecniche medie che permettono l'applicazione dei carichi di progetto;

### Idrogeologia e captazioni di acque profonde

- Non sono noti pozzi ad uso idropotabile a distanze inferiori a 200 m dall'impianto in progetto
- sono presenti pozzi ad uso domestico in prossimità dell'impianto a monte della probabile linea di deflusso delle acque di falda
- il primo pozzo ad uso irriguo censito nelle banche dati dell'ARPAT è a circa 350 m di distanza

*Alla luce di quanto osservato dal punto di vista geologico, tenendo conto delle informazioni raccolte in merito alle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni indagati, si ritiene che non esistano indicazioni contrarie alla realizzazione del progetto relativo all'impianto di fitodepurazione, anzi tale impianto è sicuramente migliorativo per la qualità delle acque sotterranee rispetto all'attuale assenza di sistemi di depurazione e smaltimento.*



0 100 200 300 400



◆ Vasca\_P

1:10.000

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

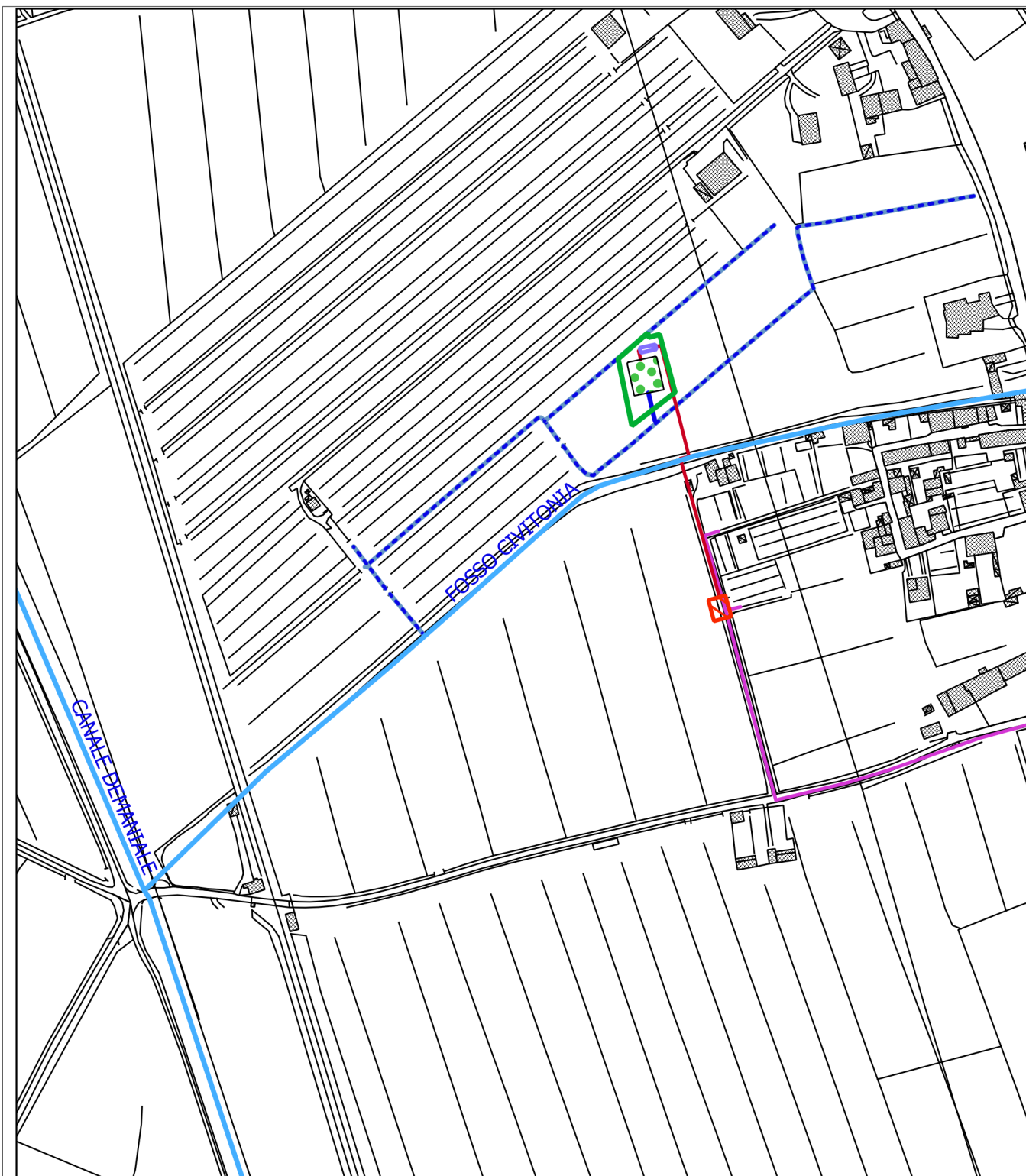


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Ubicazione




0 20 40 60 80



 vasca\_fitodepurazione

1:3.000

 Imhoff

 Sollevamento

 corsi d'acqua minori

 Collettamento

 Adduzione

 Scarico

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

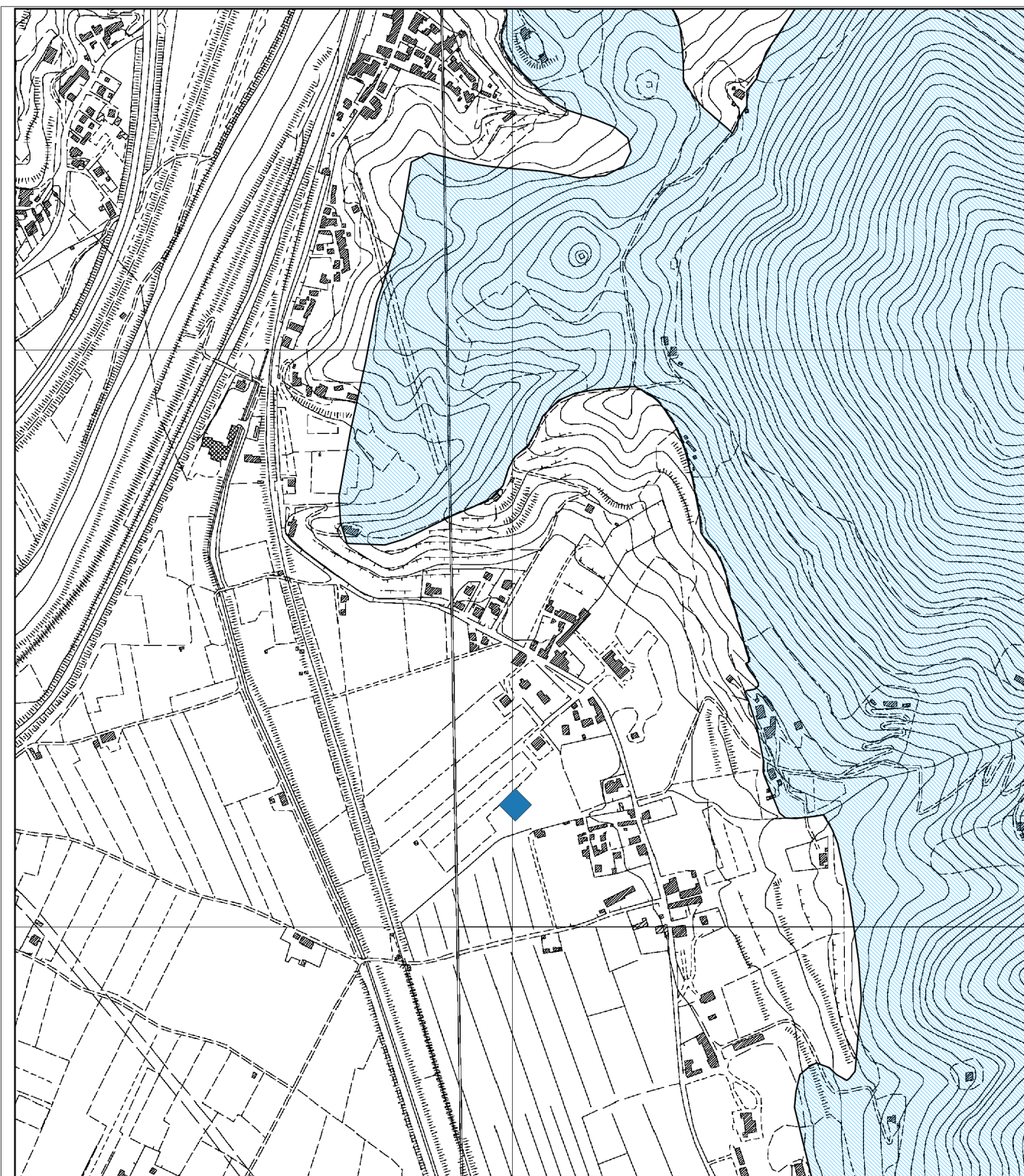


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO



Impianto in progetto



0 100 200 300 400



1:10.000

-  Impianto di fitodepurazione
-  vincolo\_idrogeologico

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari



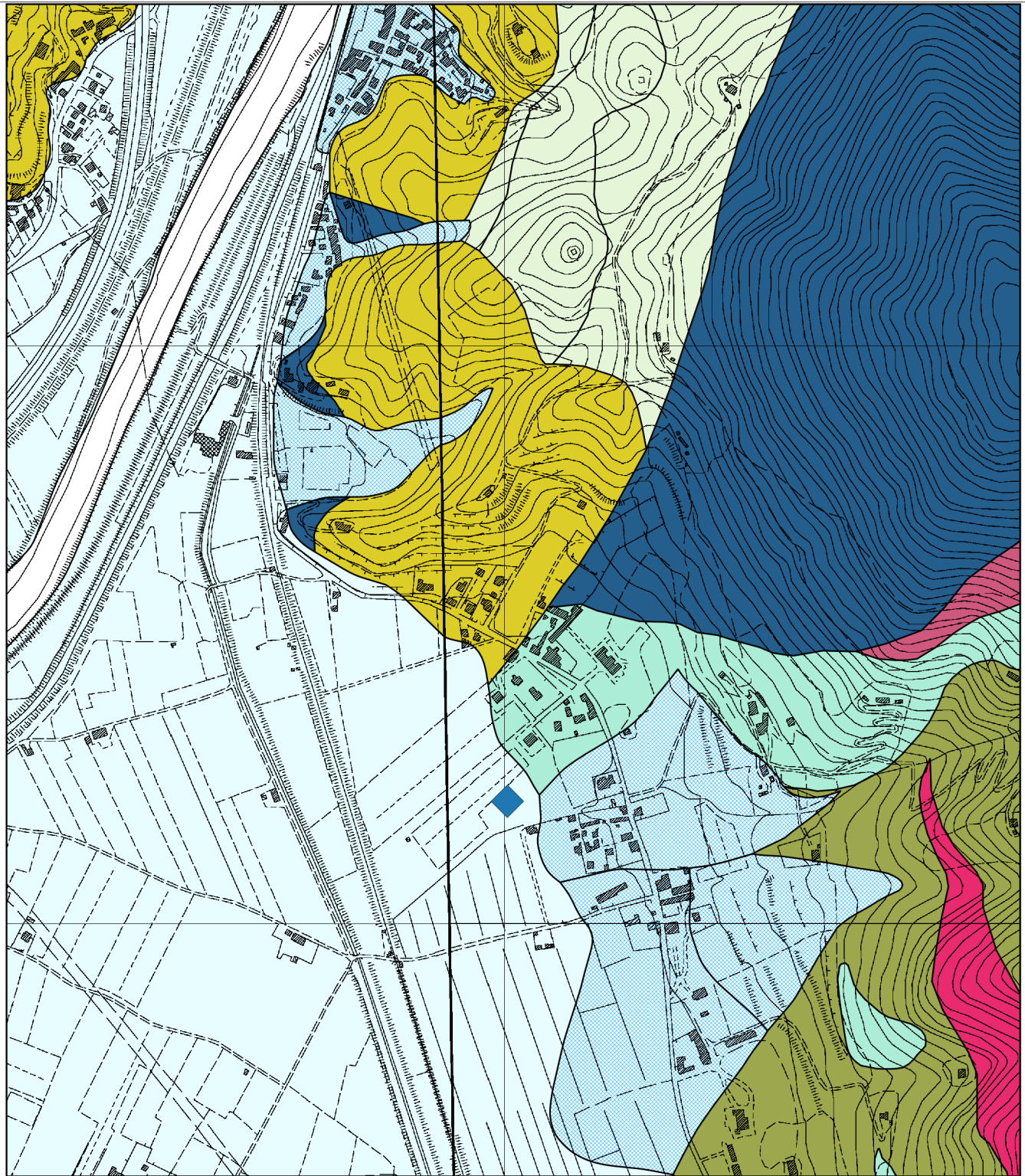
Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Vincolo Idrogeologico











0 100 200 300 400



1:10.000

-  Impianto di fitodepurazione
-  Diaspri
-  Maiolica
-  Macigno
-  ALR:I Sabbie e limi
-  Conoide

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

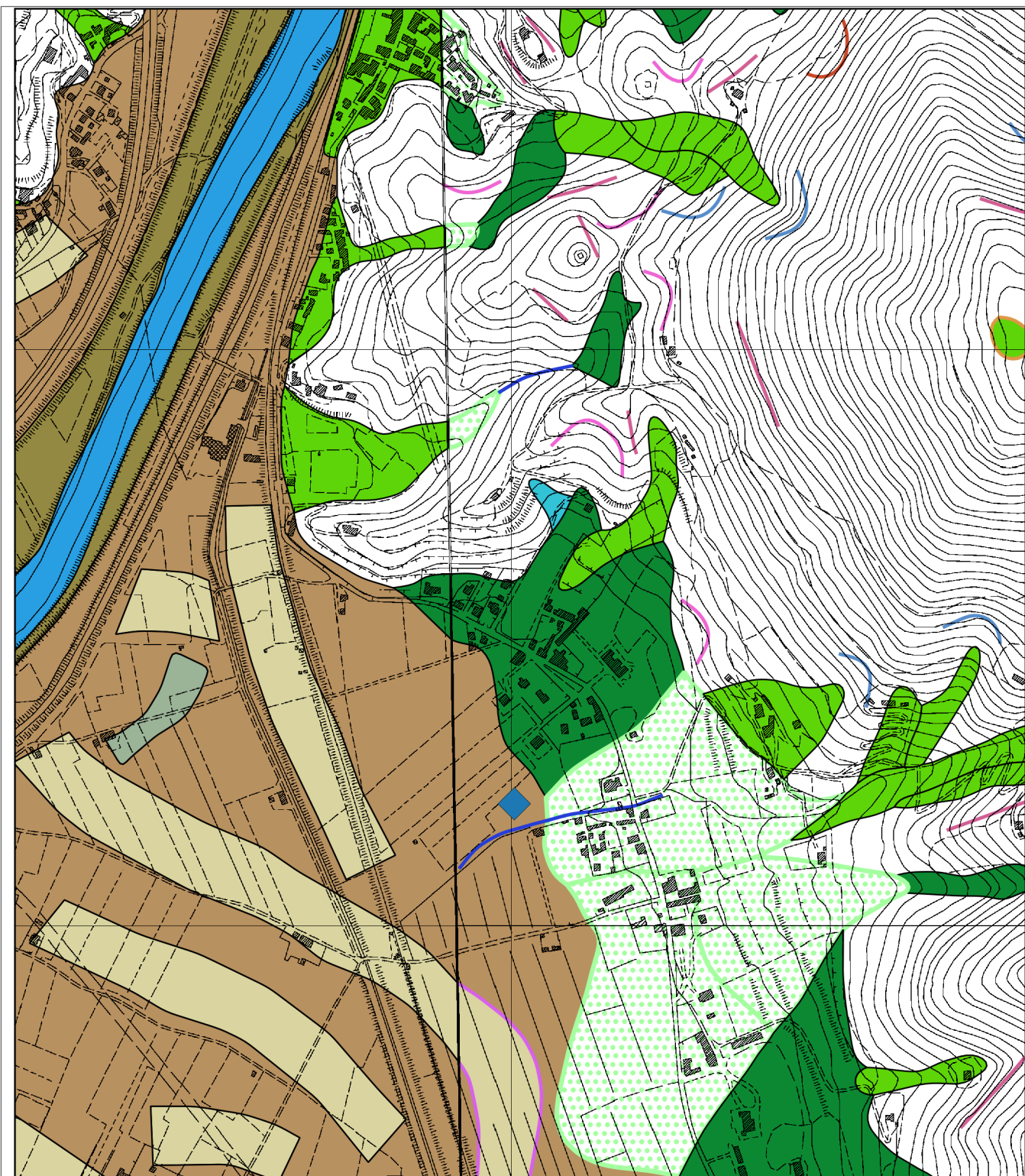


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO






Carta Geologica



0 100 200 300 400



1:10.000

-  Impianto di fitodepurazione
-  Depositi eluvio - colluviali
-  Traccia di alveo abbandonato
-  Sedimenti alluvionali Limosi
-  Dosso fluviale

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari



Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Carta Geomorfologica



0 20 40 60 80



1:3.000

 impianto

 vasca\_fitodepurazione

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

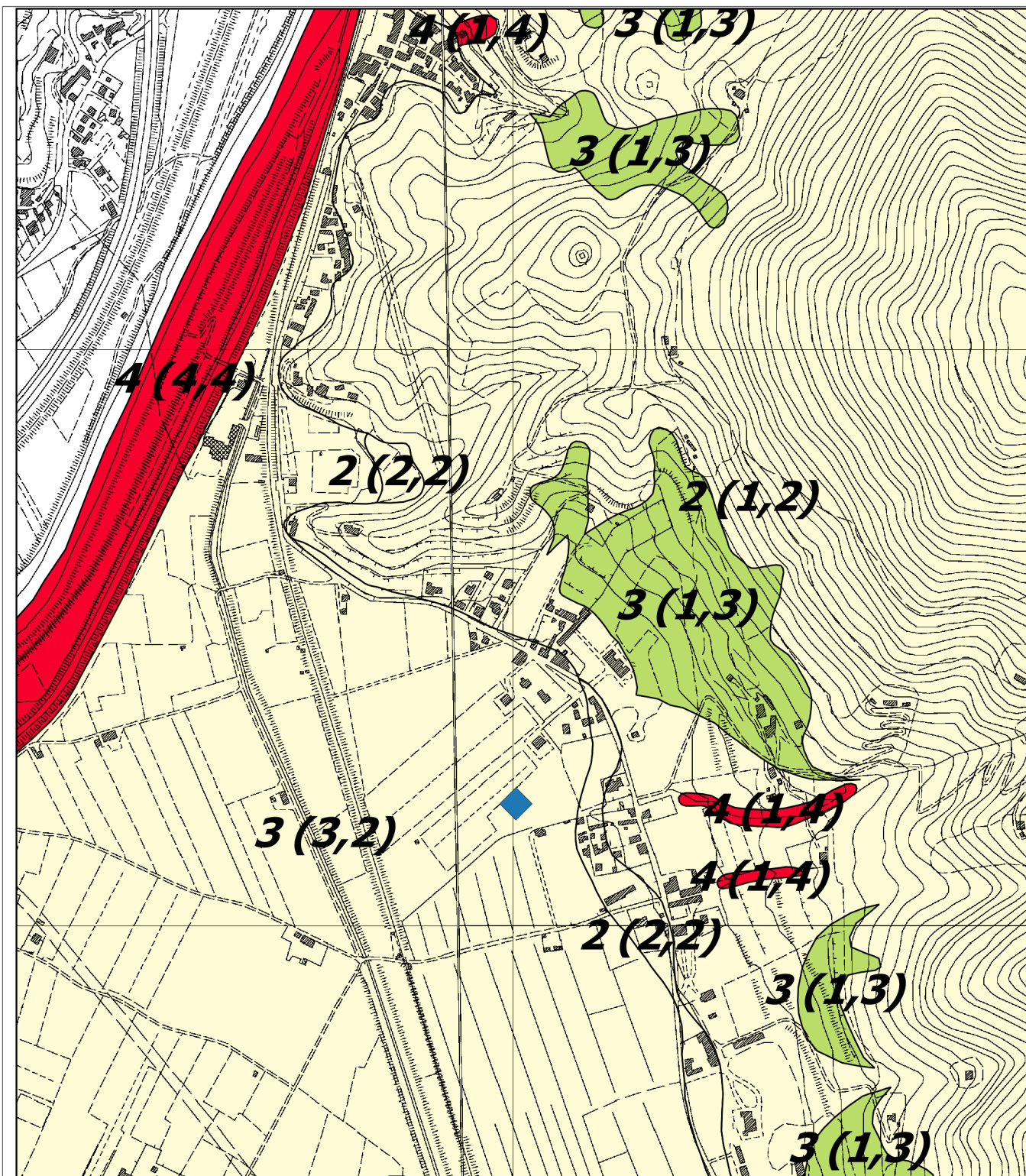


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 [riccardo.giaccari@tiscali.it](mailto:riccardo.giaccari@tiscali.it)

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Rilievo Lidar



0 100 200 300 400



1:10.000

◆ Impianto di fitodepurazione

- 2
- 3
- 4

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

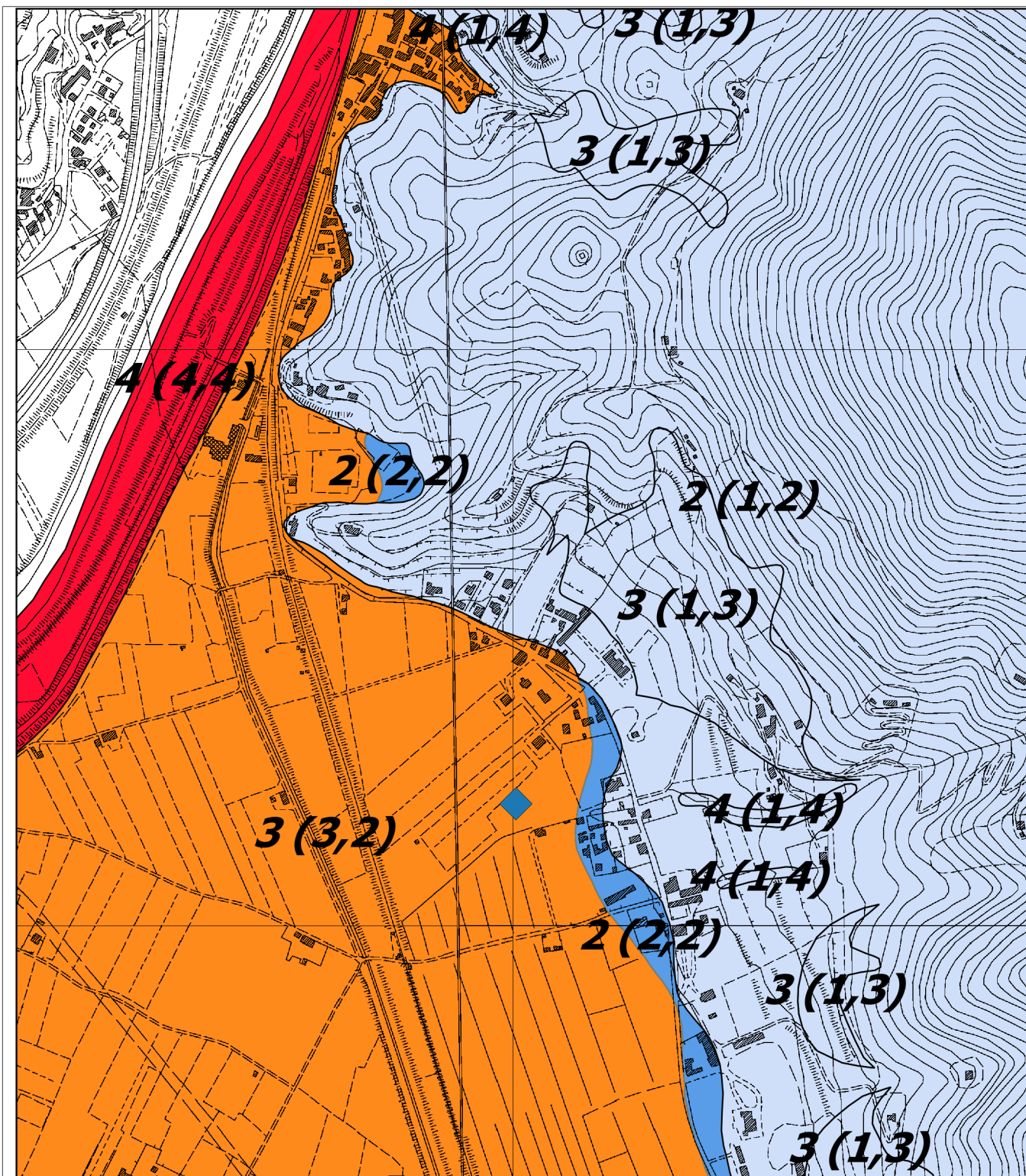


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO






Pericolosità Geologica



0 100 200 300 400



1:10.000

-  Impianto di fitodepurazione
-  1
-  2
-  3
-  4

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

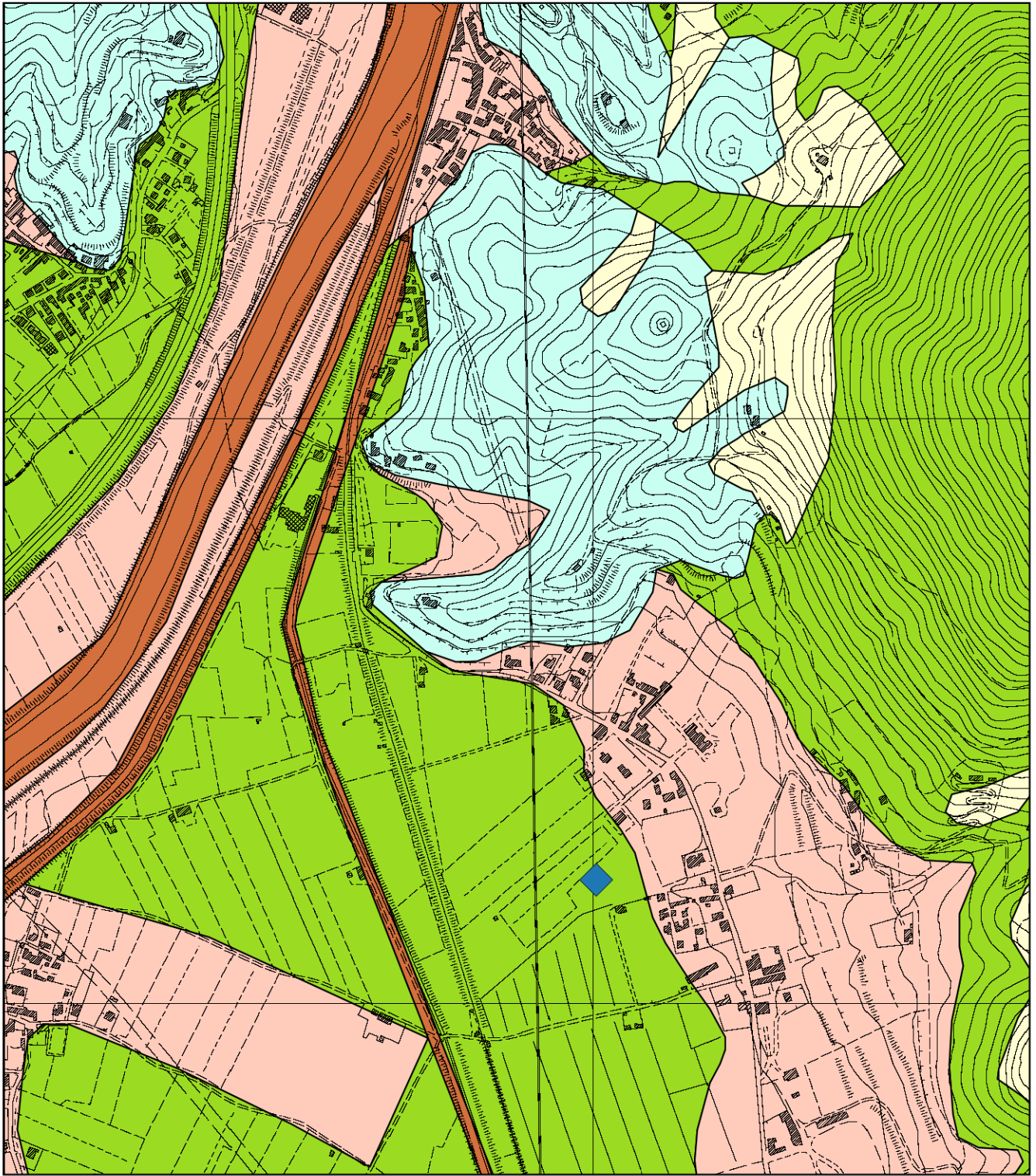


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Pericolosità Idraulica



0 100 200 300 400



1:10.000

◆ Vasca\_P

- 1
- 2
- 3a
- 3b
- 4a
- 4b

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

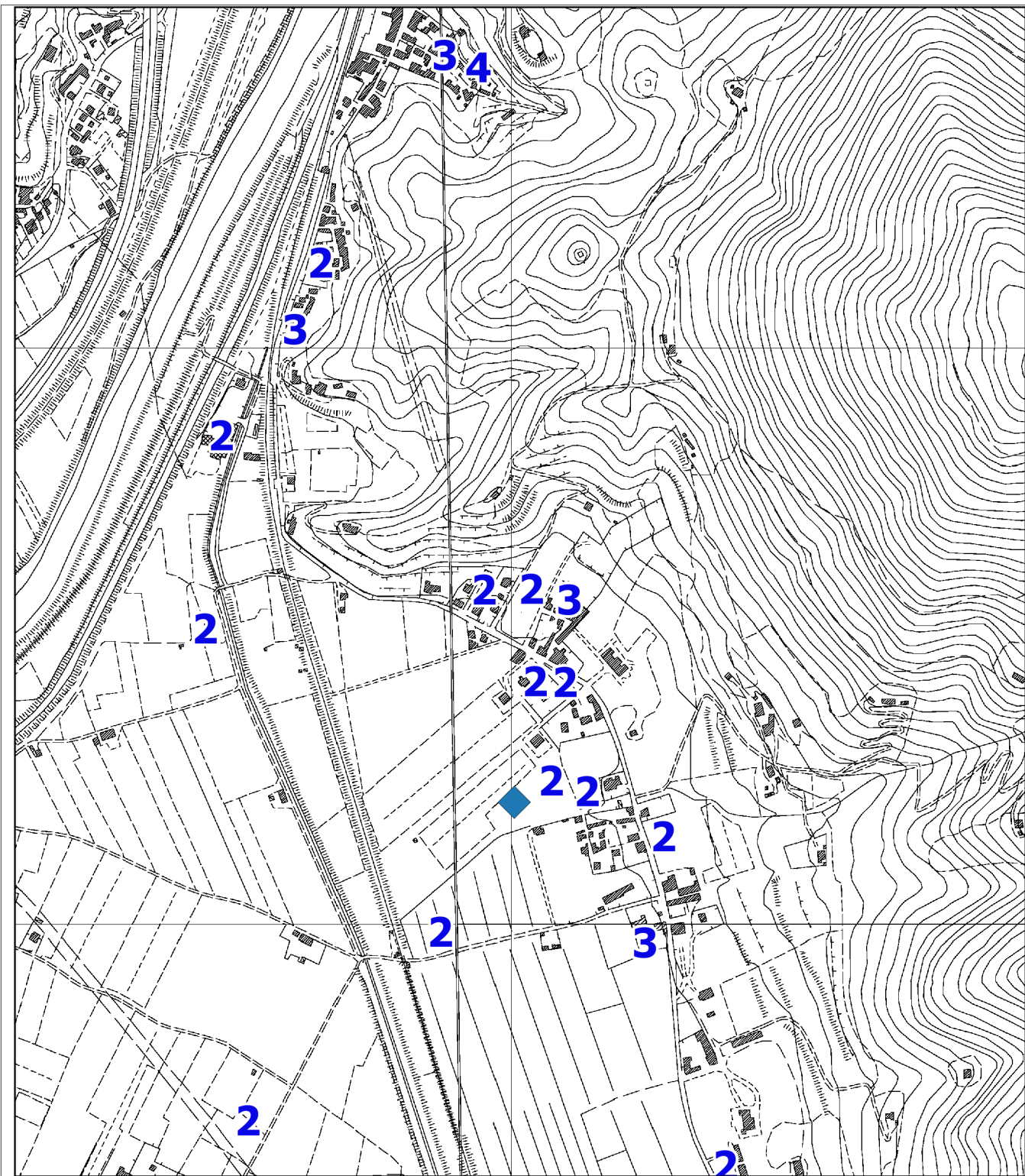


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Vulnerabilità Idrogeologica



0 100 200 300 400



1:10.000

◆ Impianto di fitodepurazione

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

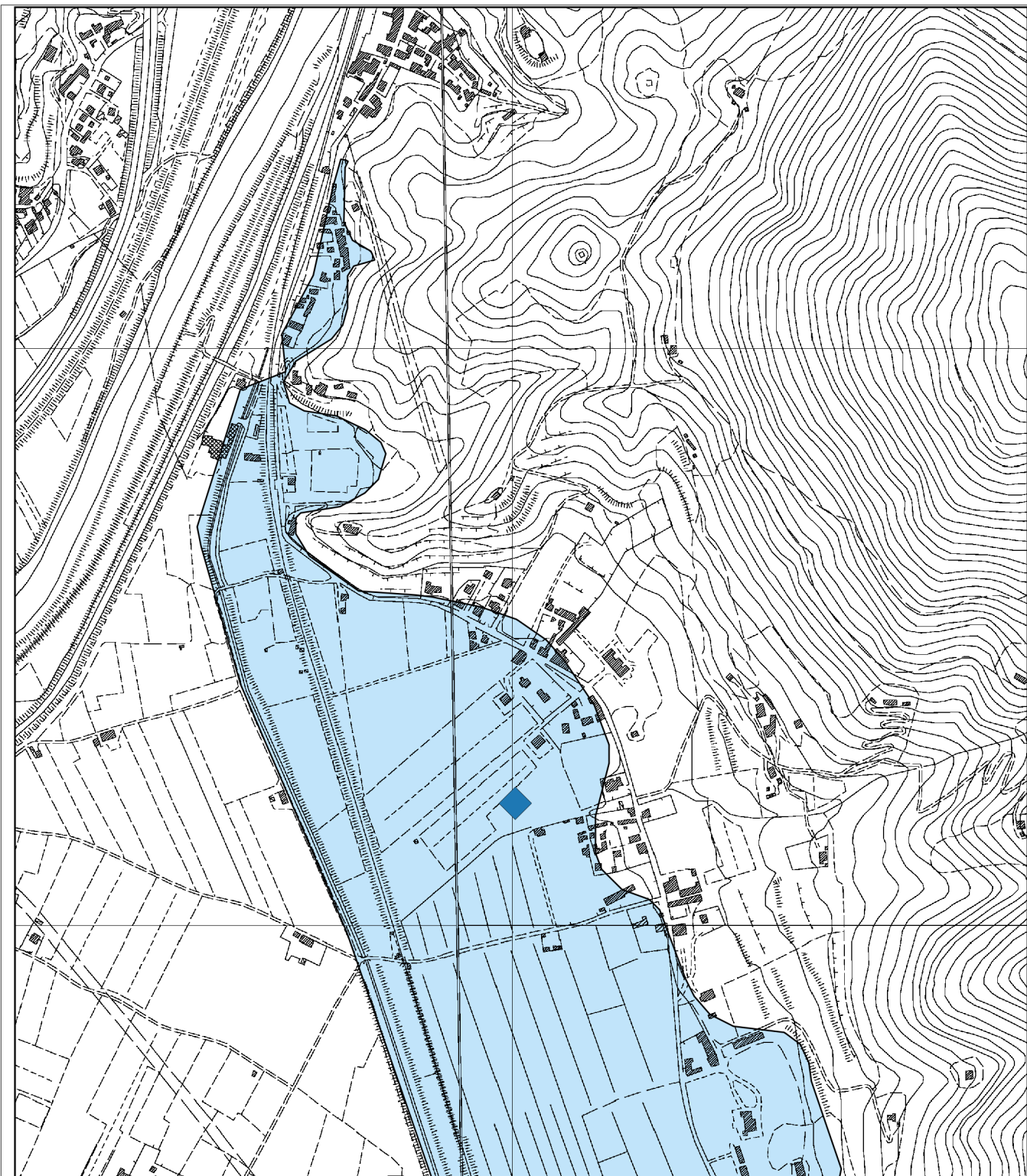


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Fattibilità



0 100 200 300 400



1:10.000

◆ Impianto di fitodepurazione

- P1
- P2
- P3

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari



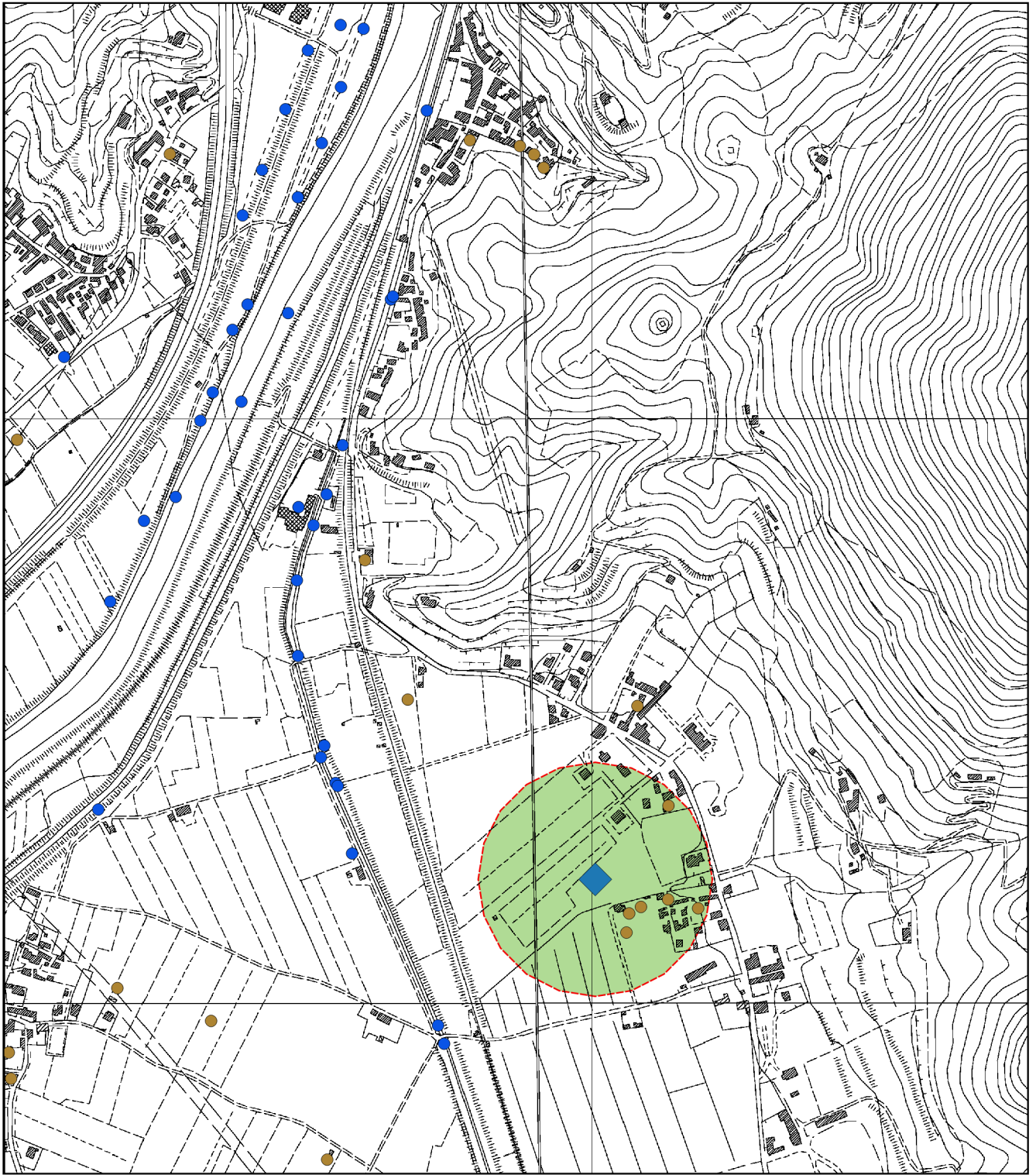
Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

PGRA









0 100 200 300 400



1:10.000

-  Buffer 200 m
-  Vasca\_P
-  Pozzi ad uso irriguo
-  pozzi uso domestici

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari

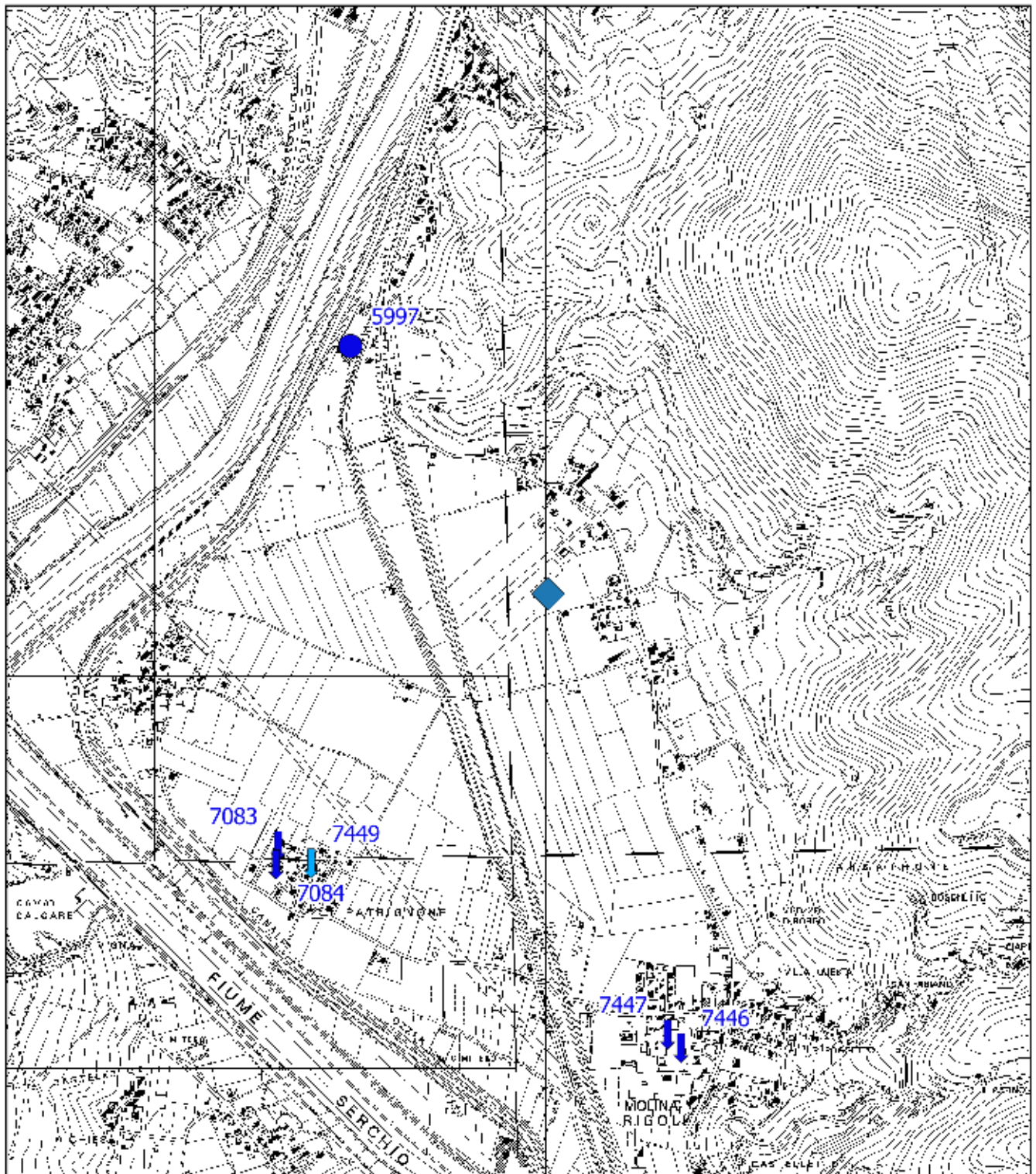


Via Sterpulino 1D, 56121 Pisa 050984381 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

captazioni acqui profonde



0 100200300400

- ◆ Vasca\_P
- ↓ Prova penetrometrica dinamica media )
- ↓ Prova penetrometrica statica
- Sondaggio a distruzione di nucleo

Studio di Geologia  
Geol Riccardo Giaccari



Via Sterpullo 10, 56121 Pisa 050884881 riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di San Giuliano Terme

FITODEPURAZIONE DI REFLUI NELLA  
FRAZIONE DI PUGNANO

Vulnerabilità Idrogeologica

STRATIGRAFIA

CAMPIONI  
FALDA

SCALA RIF. (m)

ID 5997

DESCRIZIONE TERRENI  
ATTRAVERSATISCHEMA POZZO  
(foro  $\phi = 360$  mm)Flangia a tenuta  
in acciaio

TERRENO DI RIPIRTO E SUOLO VEGETALE

ARGILLA CON SABBIA FINE E LIMO

4

5,78

8

SABBIA FINE A TRATTI LIMOSA

12

14

16

ARGILLA LIMOSA

20

22,00

24

SABBIA LIMOSA

28

32

36

40

44

Cementazione

Tubo definitivo di  
rivestimento in acciaio  
 $\phi = 320$  mm  
 $> | < 3$  mmDrenaggio con  
ghiaietto non  
identificatoFiltro punzonato  
o a pontePompa sommersa  
"UTA" 3 hp  
portata 100-120 l/min  
prevalenza 34-45

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RL	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RL
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	---	---	--	----	---	4,00	10,0	15,0	10,0	0,33	30,0
0,40	32,0	47,0	32,0	1,00	32,0	4,20	17,0	24,0	17,0	0,47	36,0
0,60	48,0	81,0	48,0	1,00	48,0	4,40	18,0	23,0	18,0	0,33	54,0
0,80	44,0	59,0	44,0	1,00	44,0	4,60	16,0	21,0	16,0	0,33	48,0
1,00	42,0	61,0	42,0	1,27	33,0	4,80	16,0	22,0	16,0	0,40	40,0
1,20	49,0	70,0	48,0	1,40	35,0	5,00	18,0	23,0	18,0	0,47	34,0
1,40	55,0	76,0	56,0	1,40	39,0	5,20	21,0	30,0	21,0	0,60	35,0
1,60	60,0	66,0	50,0	1,07	47,0	5,40	22,0	30,0	22,0	0,53	41,0
1,80	37,0	53,0	37,0	1,07	36,0	5,60	22,0	29,0	22,0	0,47	47,0
2,00	39,0	60,0	39,0	1,40	28,0	5,80	29,0	38,0	29,0	0,60	48,0
2,20	33,0	63,0	33,0	2,00	16,0	6,00	29,0	32,0	28,0	0,20	145,0
2,40	27,0	41,0	27,0	0,93	29,0	6,20	27,0	43,0	27,0	1,07	25,0
2,60	21,0	31,0	21,0	0,87	31,0	6,40	24,0	34,0	24,0	0,67	36,0
2,80	18,0	30,0	18,0	0,90	22,0	6,60	30,0	37,0	30,0	0,47	64,0
3,00	12,0	25,0	12,0	0,87	14,0	6,80	28,0	48,0	28,0	1,33	21,0
3,20	12,0	31,0	12,0	1,27	9,0	7,00	38,0	47,0	39,0	0,53	73,0
3,40	12,0	31,0	12,0	1,27	9,0	7,20	43,0	64,0	43,0	1,40	31,0
3,60	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0	7,40	38,0	45,0	38,0	0,40	87,0
3,80	15,0	26,0	15,0	0,73	20,0						

ID 7083

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)
- manico laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	4,40	19,0	26,0	19,0	0,47	41,0
0,40	12,0	18,0	12,0	0,40	30,0	4,60	24,0	31,0	24,0	0,47	51,0
0,60	11,0	18,0	11,0	0,47	24,0	4,80	28,0	33,0	28,0	0,33	84,0
0,80	20,0	27,0	20,0	0,47	43,0	5,00	29,0	37,0	29,0	0,53	54,0
1,00	24,0	33,0	24,0	0,60	40,0	5,20	26,0	35,0	26,0	0,60	43,0
1,20	21,0	35,0	21,0	0,93	22,0	5,40	25,0	34,0	25,0	0,60	42,0
1,40	18,0	30,0	18,0	0,80	22,0	5,60	28,0	40,0	28,0	0,80	35,0
1,60	19,0	26,0	19,0	0,47	41,0	5,80	24,0	38,0	24,0	0,93	26,0
1,80	19,0	33,0	19,0	0,93	20,0	6,00	25,0	39,0	25,0	0,93	27,0
2,00	12,0	20,0	12,0	0,53	22,0	6,20	23,0	34,0	23,0	0,73	31,0
2,20	16,0	25,0	16,0	0,60	27,0	6,40	36,0	41,0	36,0	0,33	108,0
2,40	19,0	26,0	19,0	0,47	41,0	6,60	29,0	36,0	29,0	0,47	62,0
2,60	17,0	28,0	17,0	0,73	23,0	6,80	28,0	44,0	28,0	1,07	26,0
2,80	15,0	28,0	15,0	0,87	17,0	7,00	26,0	35,0	26,0	0,60	43,0
3,00	15,0	26,0	15,0	0,73	20,0	7,20	28,0	34,0	28,0	0,40	70,0
3,20	15,0	22,0	15,0	0,47	32,0	7,40	21,0	29,0	21,0	0,53	39,0
3,40	14,0	23,0	14,0	0,60	23,0	7,60	29,0	34,0	29,0	0,33	87,0
3,60	8,0	17,0	8,0	0,60	13,0	7,80	35,0	42,0	35,0	0,47	75,0
3,80	8,0	12,0	8,0	0,27	30,0	8,00	28,0	37,0	28,0	0,60	47,0
4,00	14,0	28,0	14,0	0,93	15,0	8,20	27,0	32,0	27,0	0,33	81,0
4,20	14,0	25,0	14,0	0,73	19,0	8,40	27,0	34,0	27,0	0,47	58,0

ID 7084

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
3,00 - 0,10	1	4,0	1	3,50 - 3,80	3	10,0	4
0,10 - 0,20	2	7,9	1	3,80 - 3,70	3	10,0	4
0,20 - 0,30	3	11,9	1	3,70 - 3,80	4	13,3	4
0,30 - 0,40	3	11,9	1	3,80 - 3,90	3	10,0	4
0,40 - 0,50	2	7,9	1	3,90 - 4,00	3	8,5	5
0,50 - 0,60	3	11,9	1	4,00 - 4,10	4	12,6	5
0,60 - 0,70	4	15,9	1	4,10 - 4,20	6	18,9	5
0,70 - 0,80	3	11,9	1	4,20 - 4,30	6	18,9	5
0,80 - 0,90	5	11,9	1	4,30 - 4,40	7	22,1	5
0,90 - 1,00	3	11,2	2	4,40 - 4,50	6	18,9	5
1,00 - 1,10	5	18,6	2	4,50 - 4,60	7	22,1	5
1,10 - 1,20	3	11,2	2	4,60 - 4,70	5	15,8	5
1,20 - 1,30	3	11,2	2	4,70 - 4,80	5	15,8	5
1,30 - 1,40	4	14,9	2	4,80 - 4,90	5	15,8	5
1,40 - 1,50	3	11,2	2	4,90 - 5,00	5	15,0	6
1,50 - 1,60	4	14,9	2	5,00 - 5,10	10	30,1	6
1,60 - 1,70	8	29,8	2	5,10 - 5,20	10	30,1	6
1,70 - 1,80	7	26,1	2	5,20 - 5,30	11	33,1	6
1,80 - 1,90	7	26,1	2	5,30 - 5,40	9	27,0	6
1,90 - 2,00	4	14,1	3	5,40 - 5,50	11	33,1	6
2,00 - 2,10	3	10,5	3	5,50 - 5,60	12	36,1	6
2,10 - 2,20	4	14,1	3	5,60 - 5,70	11	33,1	6
2,20 - 2,30	6	21,1	3	5,70 - 5,80	13	39,1	6
2,30 - 2,40	4	14,1	3	5,80 - 5,90	13	39,1	6
2,40 - 2,50	4	14,1	3	5,90 - 6,00	10	28,7	7
2,50 - 2,60	4	14,1	3	6,00 - 6,10	11	31,5	7
2,60 - 2,70	4	14,1	3	6,10 - 6,20	13	37,3	7
2,70 - 2,80	5	17,6	3	6,20 - 6,30	15	43,0	7
2,80 - 2,90	4	14,1	3	6,30 - 6,40	13	37,3	7
2,90 - 3,00	4	13,3	4	6,40 - 6,50	13	37,3	7
3,00 - 3,10	3	10,0	4	6,50 - 6,60	12	34,4	7
3,10 - 3,20	4	13,3	4	6,60 - 6,70	13	37,3	7
3,20 - 3,30	3	10,0	4	6,70 - 6,80	14	40,1	7
3,30 - 3,40	2	6,7	4	6,80 - 6,90	15	43,0	7
3,40 - 3,50	3	10,0	4				

ID 7449

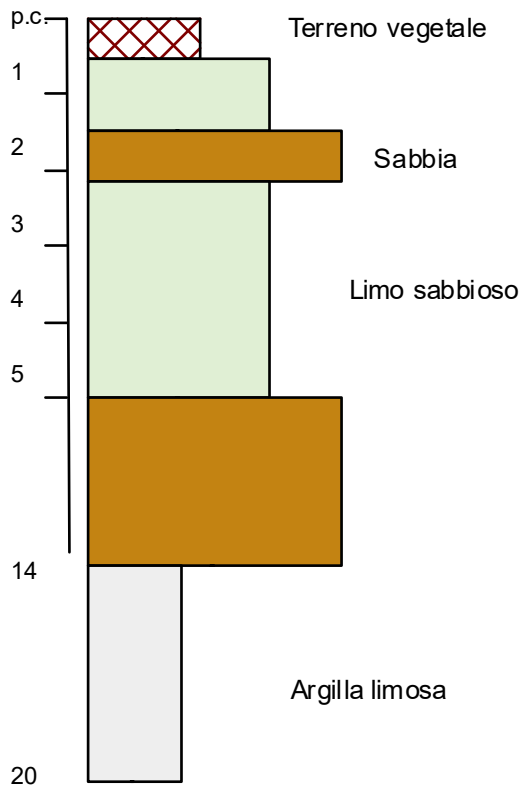
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DL-30 (60°)

- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D (diam. punta)= 35,60 mm

- Numero Colpi Punta N = N(10) [s = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

### Modello Geologico



### Modello Geotecnico

Phi=28°; gamma = 1,75 kg/dm<sup>3</sup>  
mv = 0,015 cm<sup>2</sup>/kg

Phi=30°; gamma = 1,8 kg/dm<sup>3</sup>  
mv = 0,015 cm<sup>2</sup>/kg

Phi=28°; gamma = 1,75 kg/dm<sup>3</sup>  
mv = 0,015 cm<sup>2</sup>/kg



Riporto Terreno vegetale



Argilla limosa



Sabbia



Limo sabbioso

Studio di Geologia  
Geol. Riccardo Giaccari



Via Sterpulino 1D Pisa

riccardo.giaccari@tiscali.it

Modello Geologico  
Modello Geotecnico