

# COMUNE DI SAN GIULIANO TERME

## PROVINCIA DI PISA

### VARIANTE AI SENSI DELL'ART.30 DELLA L.R. N°65- 2014 ALLA SCHEDA NORMA DEL COMPARTO 3 - UTOE 33 - LA FONTINA

*Proprietà: Società SADIEMA SRL*

#### RELAZIONE GEOLOGICA E DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

Aprile 2021

Dott. Geol. Roberto Finocchi

*INDICE*

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	3
2.1. Geologia e geomorfologia	3
2.2. Idrografia e idrogeologia	3
3. VALUTAZIONI GEOTECNICHE	3
3.1. Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo	3
4. VALUTAZIONE SUL RISCHIO SISMICO DELL'AREA	4
4.1. Sismicità dell'area	4
4.2. Categoria stratigrafica del suolo di fondazione	5
5. PERICOLOSITA' E CONDIZIONI di FATTIBILITA' DELL'AREA D'INTERVENTO	6
6. CONDIZIONI DI FATTIBILITA'	6

*ELENCO DELLE FIGURE E DEGLI ALLEGATI*

Corografia scala 1:25000	Fig. 1
Carta geologica-geomorfologica scala 1:10000	Fig. 2
Planimetria prove geognostiche note scala 1:10000	Fig. 3
Sezione litotecnica – stato attuale scala orizzontale 1:500 scala verticale 1:100	Fig. 4
Pericolosità geologica ai sensi del DPGR N. 5/R del 30/01/2020	Fig. 5
Pericolosità da alluvioni ai sensi del DPGR N. 5/R del 30/01/2020	Fig. 6
Pericolosità sismica ai sensi del DPGR N. 5/R del 30/01/2020	Fig. 7
Fattibilità ai sensi del DPGR N. 5/R del 30/01/2020	Fig. 8
Prova penetrometrica CPT	All. 1
Sondaggio sismico	All. 2
Scheda Norma POC	All. 3

## 1. PREMESSA

Su incarico della SADIEMA Srl è stata redatta la presente relazione, finalizzata alla valutazione della fattibilità geologica della variante che si intende attuare sulla zona descritta in intestazione, ubicata come in Fig. 1; in aggiunta alle informazioni riportate negli strumenti urbanistici del Comune di San Giuliano Terme.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

### 2.1. Geologia e geomorfologia

L'area di intervento, la cui ubicazione è osservabile in Fig. 1, si trova al margine settentrionale della zona industriale de La Fontina, ad una quota assoluta di circa +2,2 m sul livello del mare.

La zona, subpianeggiante, si colloca all'interno del sistema della pianura di Pisa; quest'ultima si è originata in seguito al progressivo sprofondamento del litorale pisano-versiliese che, collegato al sollevamento e smantellamento generale dei rilievi montuosi formati durante le fasi parossistiche del corrugamento dell'Orogene Appenninico, ha portato a un forte accumulo di sedimenti a grana variabile a partire dal Miocene superiore.

Come può essere osservato dalla carta geologica, riportata in Fig. 2, in un intorno, la zona in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi prevalentemente limosi e argillosi al cui interno sono più o meno frequenti intercalazioni sabbiose e torbose generatesi dalle frequenti esondazioni dell'Arno a partire dal Miocene superiore.

### 2.2. Idrografia e idrogeologia

L'attuale regimazione delle acque superficiali è determinata dalla precedente destinazione a uso agricolo della zona: esiste quindi una serie di fossette interpoderali poco profonde.

I terreni superficiali appaiono di natura essenzialmente argillosa-limosa, quindi inerentemente poco permeabili; la frequenza e il tipo delle lavorazioni alle quali il suolo è stato soggetto ne determinano localmente lo stato di addensamento attuale, fattore che ne governa l'effettiva permeabilità: si stimano valori del coefficiente  $K_v$  compresi fra  $1 \times 10^{-5}$  e  $1 \times 10^{-8}$  cm/sec.

## 3. VALUTAZIONI GEOTECNICHE

### 3.1. Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo

La diretta osservazione dei terreni affioranti eseguita durante il rilevamento geologico, le ricostruzioni lito-stratigrafiche derivanti dalle prove geognostiche note hanno permesso di ricostruire la stratigrafia di dettaglio dell'area sede dell'intervento edilizio e la determinazione dei parametri geotecnici<sup>1</sup>.

La penetrometria (ubicata come in Fig. 3) è stata effettuata utilizzando un penetrometro statico con punta meccanica tipo Begemann dotata di manicotto laterale per la misura dell'attrito laterale.

---

<sup>1</sup> I valori dei parametri geotecnici così ottenuti non sono quelli che dovranno essere utilizzati *tout-court* nei calcoli geotecnici in quanto nella verifica geotecnica si dovranno utilizzare i valori caratteristici che si determinano eseguendo su questi parametri operazioni statistiche e considerazioni geotecniche.

Analizzando i dati di resistenza alla punta ( $q_c$ ) e resistenza laterale ( $f_s$ ) e utilizzando le relazioni di:

- Searle '72, e dell'A.G.I. per la stratigrafia,
- Searle '72 per determinare consistenza e angolo di attrito ( $\phi$ ),
- Mitchell e Gardner '75 per quanto riguarda il modulo Edometrico ( $E_d$ ),
- Beer '67 per determinare la coesione ( $c_u$ ),

è stata ricostruita la stratigrafia e sono stati ricavati i parametri geotecnici; i parametri determinati sono riportati in All. 1.

La ricostruzione stratigrafica è la seguente (vedi Fig. 4):

- da 0,00 m a -7,60 m dal p.c. Unità LITOTECNICA A costituita da argilla limosa;
- da -7,60 m a -9,60 m dal p.c. Unità LITOTECNICA B costituita da sabbia.

I valori medi ponderati dei parametri geotecnici determinati nelle varie Unità Litotecniche<sup>2</sup> con la prova penetrometrica CPT sono riportati nella tabella seguente:

Unità Litotecnica	Spessore (m)	litologia	Angolo di attrito $\phi$	Coesione non drenata $c_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di compressibilità volumetrica $m_v$ (cm <sup>2</sup> /t)	Peso di volume $\gamma$ (kg/dm <sup>3</sup> )
A	7,60	Argilla limosa		0,40	30	1,75
B	3,00	Sabbia	31		15	1,75

#### 4. VALUTAZIONE SUL RISCHIO SISMICO DELL'AREA

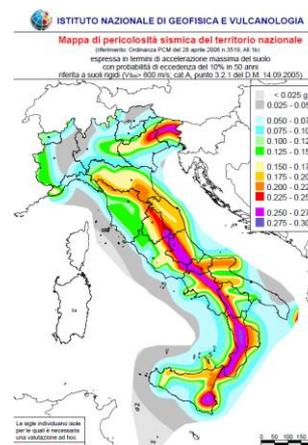
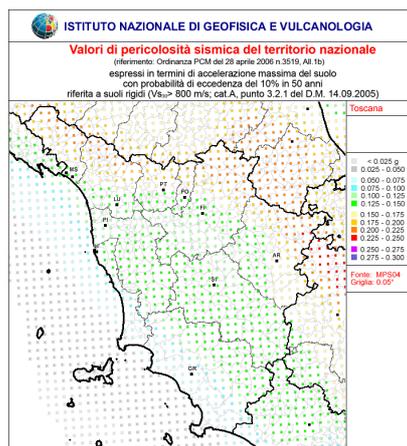
La pericolosità sismica di un'area dipende da diverse variabili, le principali delle quali sono rappresentate da:

- grado di sismicità dell'area;
- caratteristiche geologico-geomorfologici che possono determinare fenomeni di amplificazione locale e/o fenomeni di liquefazione e/o d'instabilità dei versanti.

##### 4.1. Sismicità dell'area

In base alla nuova carta della pericolosità sismica del territorio nazionale, i valori di PGA (Peak Ground Acceleration) su suolo rigido con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, per il Comune di Vicopisano sono piuttosto modesti e compresi fra 0.125 e 0.150g. L'area ricade nella zona simogenetica 921, in cui i meccanismi di fagliazione prevalenti sono legati a faglie normali e le profondità dei terremoti prevalentemente compresi fra 1 e 5 Km. L'intero settore è caratterizzato da una diffusa sismicità di energia modesta, con eventi di magnitudo più elevata, responsabili di danni significativi su aree di limitata estensione anche per la superficialità degli ipocentri (eventi tellurici di Bagnoregio 1695, Orciano Pisano 1846, Piancastagnaio 1916) Le magnitudo massime attese nella zona sismogenetica d'interesse sono di 5.91-6.14.

<sup>2</sup> Le Unità Litotecniche non sono da confondere con le Unità Getecniche in quanto per le prime sono riportate le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni analizzati mentre per le seconde dovranno essere riportate, nella relazione geotecnica, i parametri geotecnici caratteristici.



#### 4.2. Categoria stratigrafica del suolo di fondazione

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 vengono definite le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione<sup>3</sup>:

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

Per la determinazione della  $V_{s30}$  si è fatto riferimento ad un'indagine geofisica ubicata come in Fig. 3 ed allegata al Piano Operativo Comunale approvato e recentemente adottato; in All. 2 sono riportati i risultati di tale indagine.

La  $V_{s30}$  così determinata vale  $V_{s30} = 202$  m/s considerando che il piano di posa delle fondazioni sia posta sul piano di campagna.

<sup>3</sup> Le profondità sono riferite al piano di posa delle fondazioni e  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

## 5. PERICOLOSITA' E CONDIZIONI DI FATTIBILITA' DELL'AREA D'INTERVENTO

Per quanto riguarda Pericolosità e Fattibilità del presente lavoro si riporta (All. 3) la Scheda-Norma redatta per l'area in oggetto nel Piano Operativo Comunale (POC) approvato e adottato di recente. Le modifiche che la variante oggetto del presente lavoro apporterà alla Scheda-Norma di fatto non alterano le pericolosità e le condizioni di fattibilità individuate, ma ciò nonostante devono essere adeguate alle pericolosità indicate nella normativa vigente.

Pertanto l'area, per il presente lavoro, è classificabile ai sensi dell'Allegato A del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30 gennaio 2020, n. 5/R<sup>4</sup> come a:

- Pericolosità Geologica G3 (Fig. 5)
- Pericolosità da Alluvioni P2 (Fig 6);
- Pericolosità Sismica Locale S3 (Fig 7).

A cui corrispondono (Fig. 8):

- Fattibilità Geologica F3;
- Fattibilità Idraulica F4;
- Fattibilità Sismica F3.

Per quanto riguarda il Rischio Idraulico l'area risulta appartenere nelle Mappe di Pericolosità del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale alle Alluvioni poco frequenti (P2), con un battente per una piena con tempo di ritorno duecentennale medio di circa 20 cm.

## 6. CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

L'area in studio è descritta nella Scheda Norma allegata al POC come a:

- Fattibilità Geologica e sismica condizionata (F3) *“Le indagini geologiche e sismiche dovranno essere mirate oltre che alla caratterizzazione geotecnica del terreno, anche alla individuazione degli spessori e della variazione laterale dei depositi alluvionali. In merito alla problematica da subsidenza, il progetto delle nuove edificazioni deve valutare la necessità di proporre misure di attenuazione del rischio quali accorgimenti costruttivi e fondazioni speciali.”*
- Fattibilità idraulica limitata (F4) *“Il battente idrico atteso è compreso entro 68 cm. La quota di sicurezza dovrà essere definita a partire dal battente idrico indicato per l'area di intervento all'interno dello studio idraulico rappresentato nelle cartografie di riferimento e dettagliato nel “grid” a disposizione sul sito comunale. A tale battente dovrà essere aggiunto un idoneo franco di sicurezza che non potrà essere inferiore a 20 cm. Gli interventi non devono comportare l'aggravio delle condizioni di rischio al contorno, mediante opere di compensazione da dimensionare ed ubicare in funzione del volume di acqua spostato dagli interventi in progetto. La compensazione è richiesta solo per i volumi sottratti alla naturale esondazione per eventi con  $T_r$  fino a 200 anni. Al limite ovest del lotto scorre un fosso inserito nel reticolo idraulico di riferimento approvato dal Consiglio Regionale con DGRT n°1357 del 2017. Tutti gli interventi dovranno rispettare i limiti normativi di distanza dal ciglio di sponda del Fosso (Regio decreto*

---

<sup>4</sup> Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della Legge Regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche

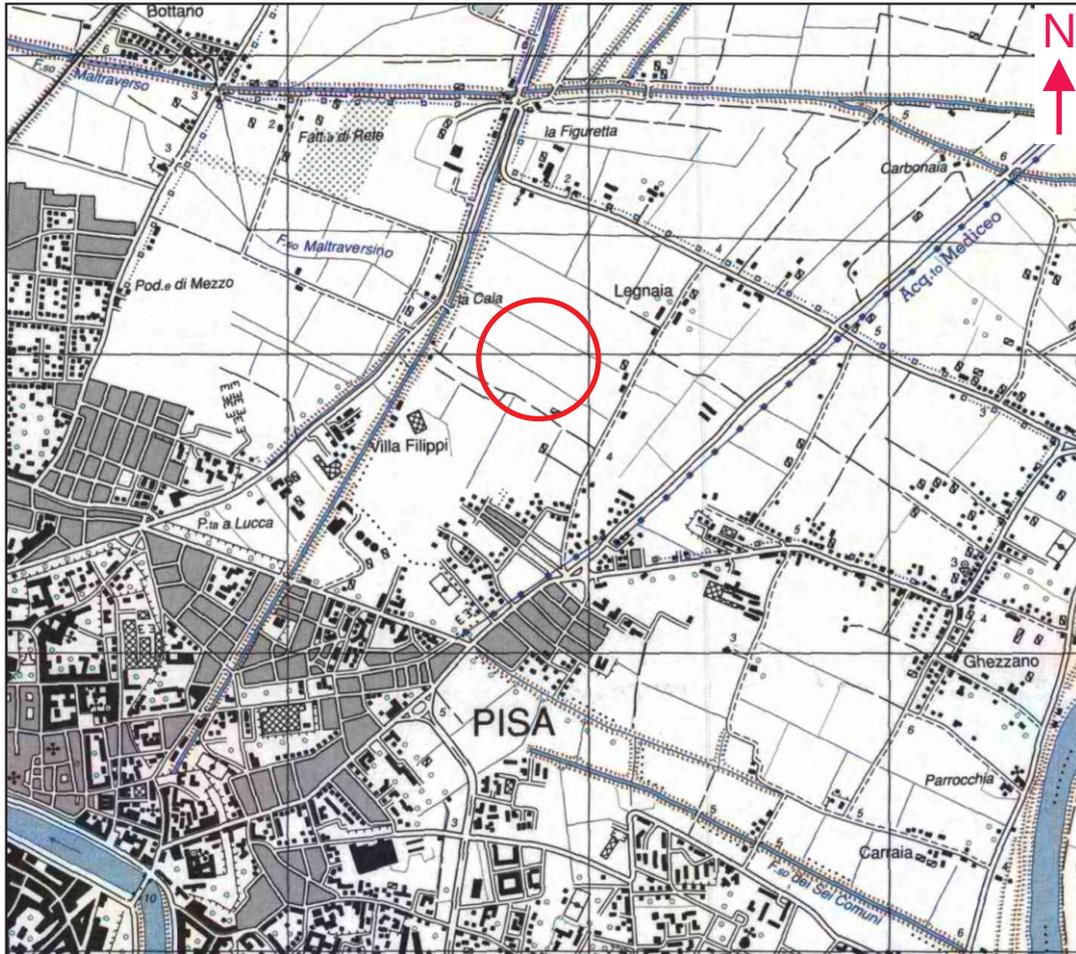
*523 del 1904), osservare quanto disposto dalla L.R. 21/2012 e ss.mm.ii., ed assicurarne il mantenimento ed eventualmente il miglioramento dell'efficienza. Nelle tavole progettuali dovrà essere dettagliata la regimazione delle acque meteoriche affluenti sul lotto e dovranno essere adottati accorgimenti in grado di mantenere la funzionalità del recapito finale nel rispetto dell'invarianza idraulica, e di eliminare eventuali situazioni di fragilità.”*

Sulla base dei dati acquisiti nel corso dell'indagine svolta, si ritiene di non modificare tali condizioni di fattibilità.

Si rimane a disposizione per qualsiasi chiarimento e/o per ulteriori verifiche in fase esecutiva.

Santa Maria a Monte, 07/04/2021

Dott. Geol. Roberto Finocchi

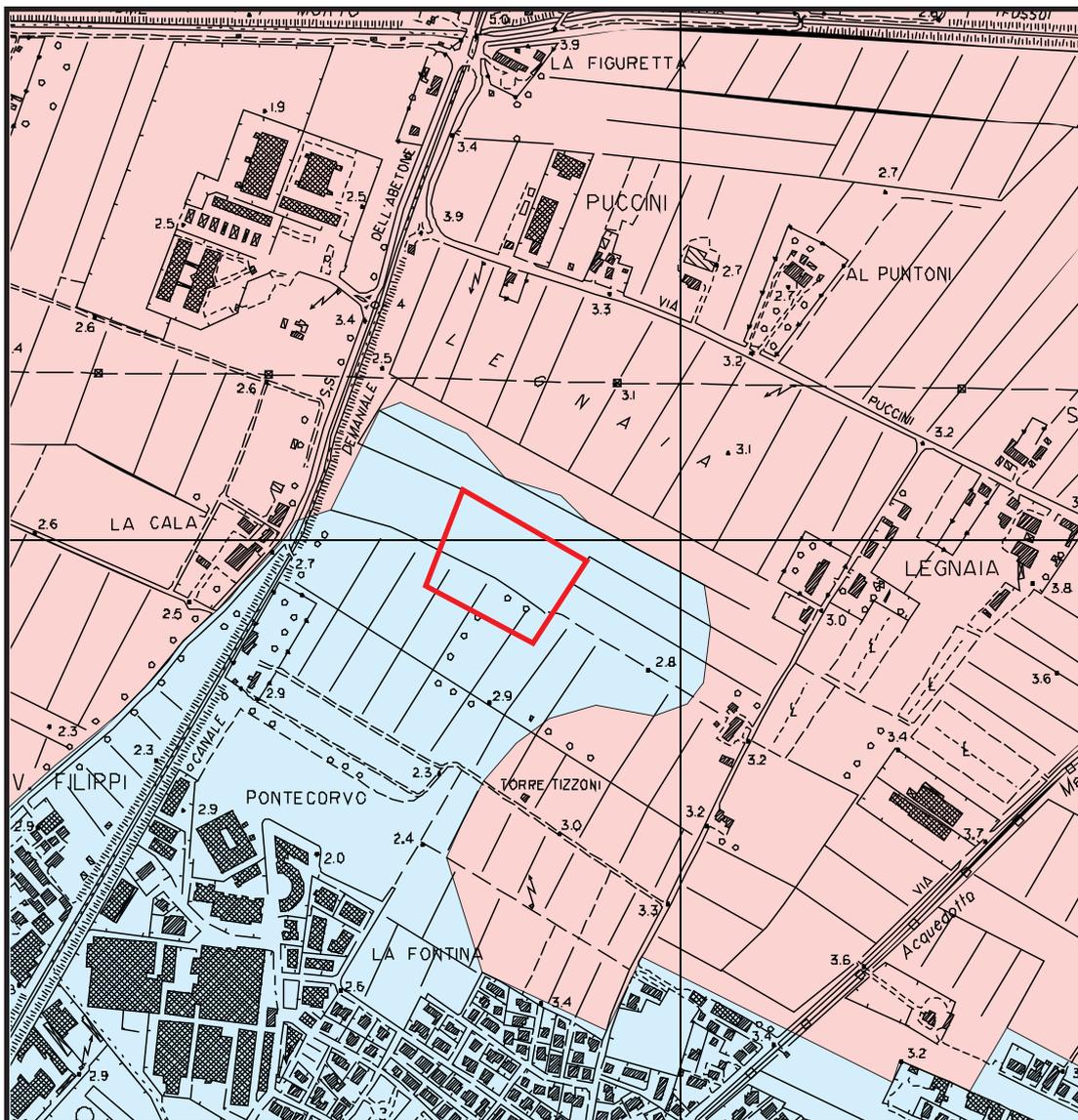


## LEGENDA



Ubicazione dell'area d'intervento.

Fig. 1 - Corografia (scala 1:25.000).



## LEGENDA

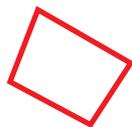
Scala 1 : 10.000



Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene)

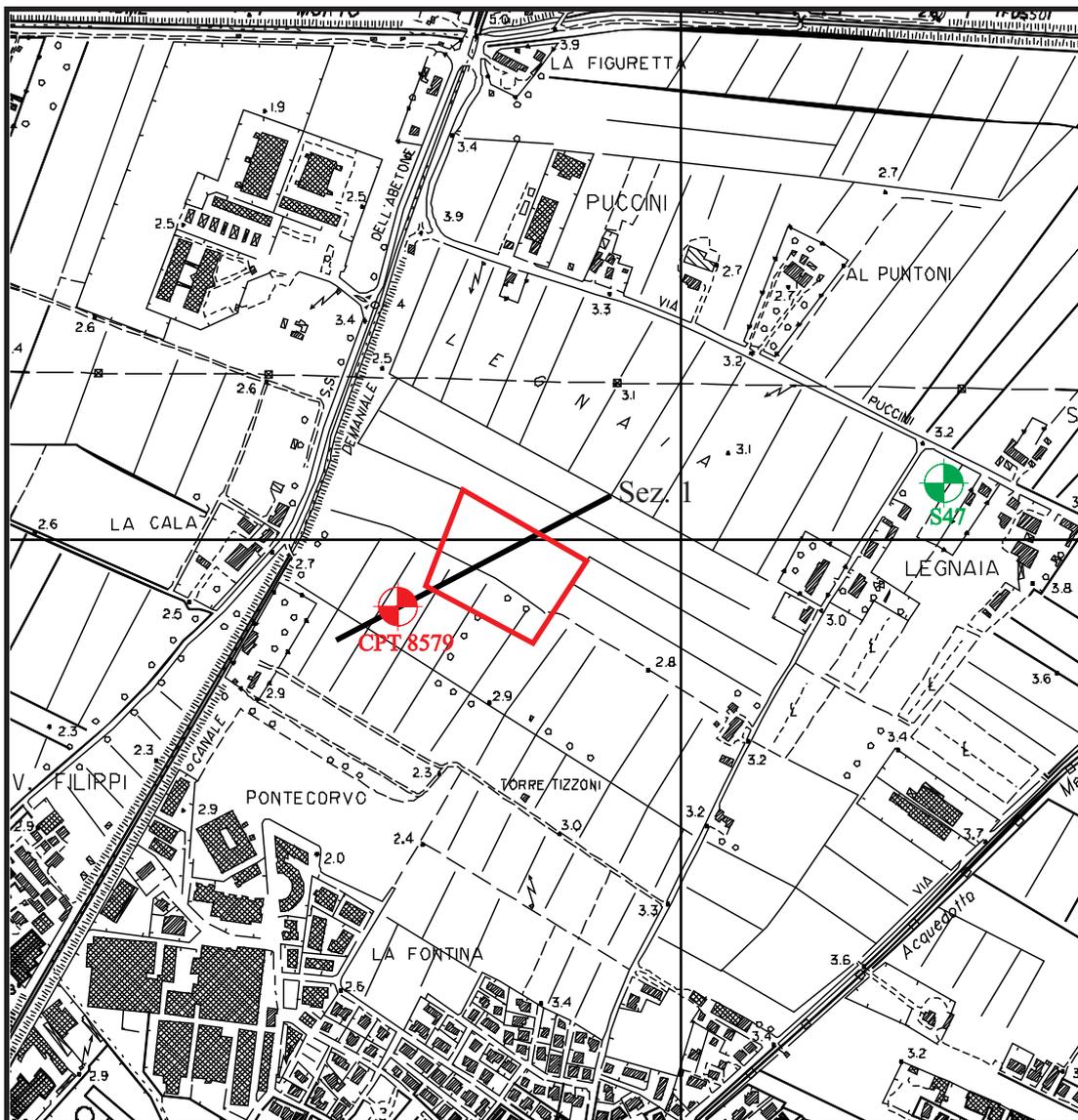


Depositi alluvionali prevalentemente limosi e con intercalazioni sabbiose e argillose (Olocene)



Ubicazione dell'area d'intervento

Fig. 2 - Carta geologica-geomorfologica.



**LEGENDA**

Scala 1 : 10.000



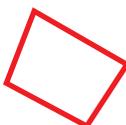
sondaggio penetrometrico statico



sondaggio sismico passivo a stazione singola



sondaggio sismico passivo a stazione singola



Ubicazione dell'area d'intervento

Fig. 3 - Planimetria prove geognostiche note.

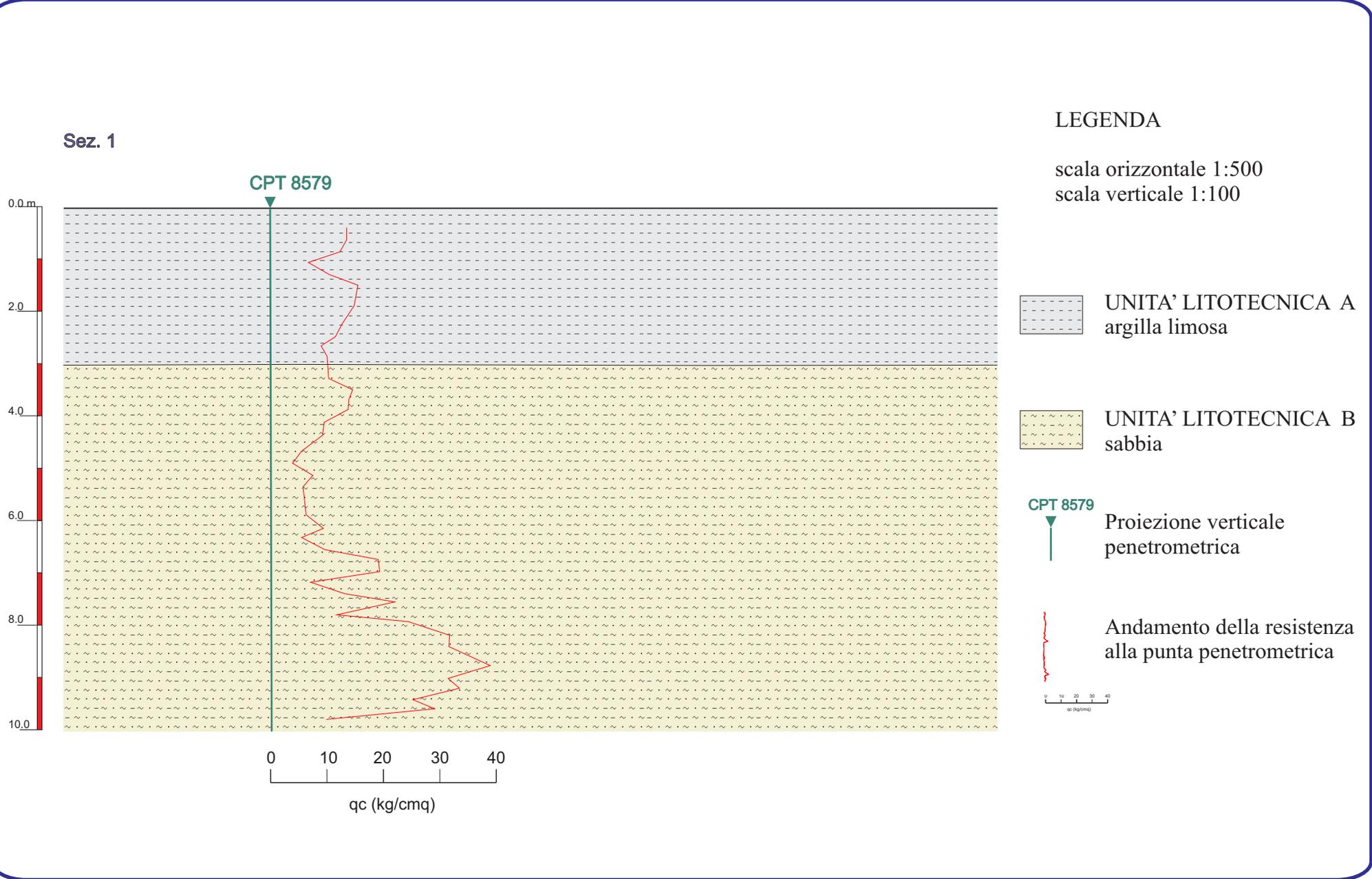
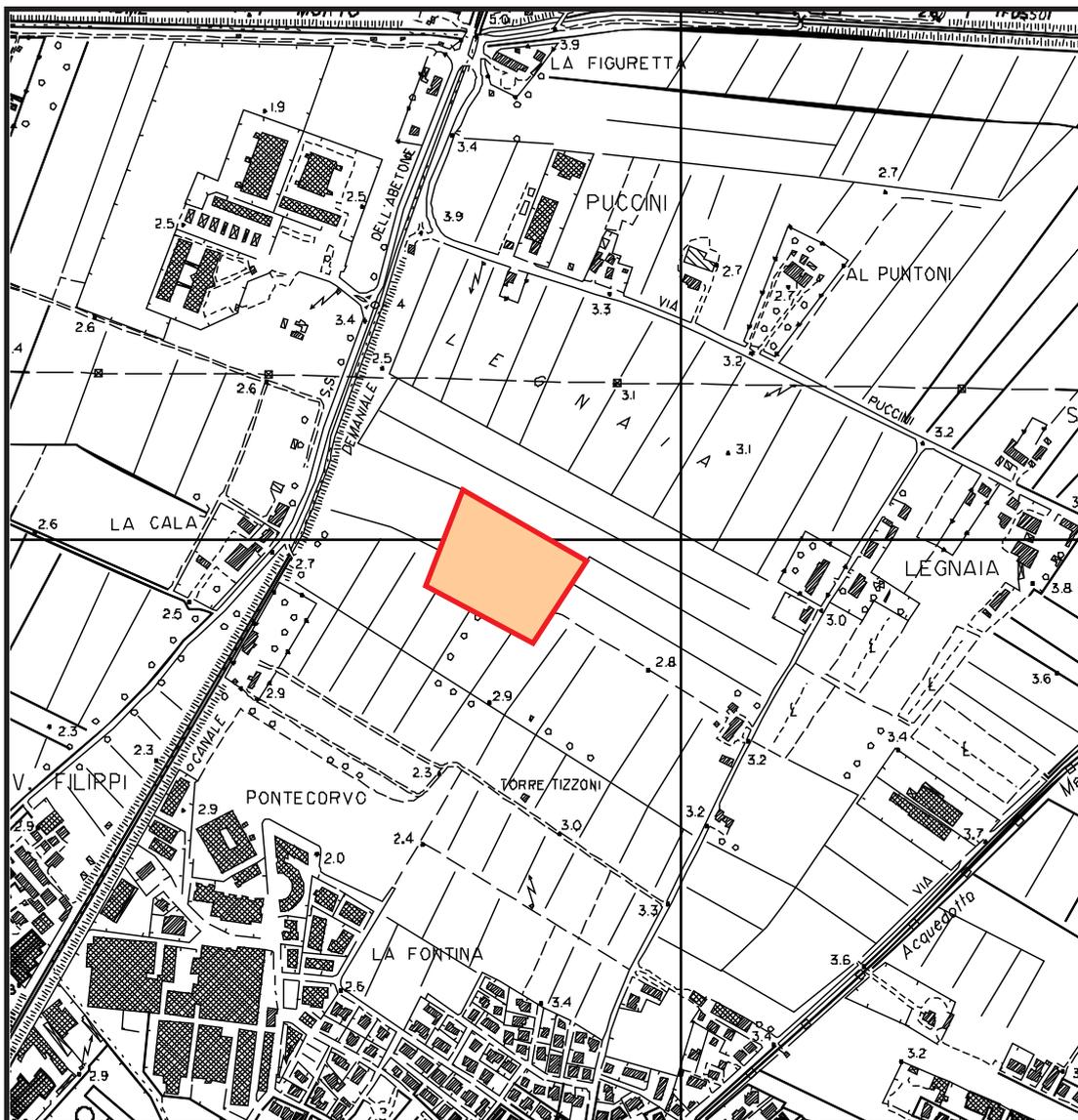


Fig. 4 - Sezione litotecnica - stato attuale

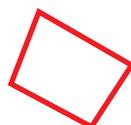


**LEGENDA**

Scala 1 : 10.000

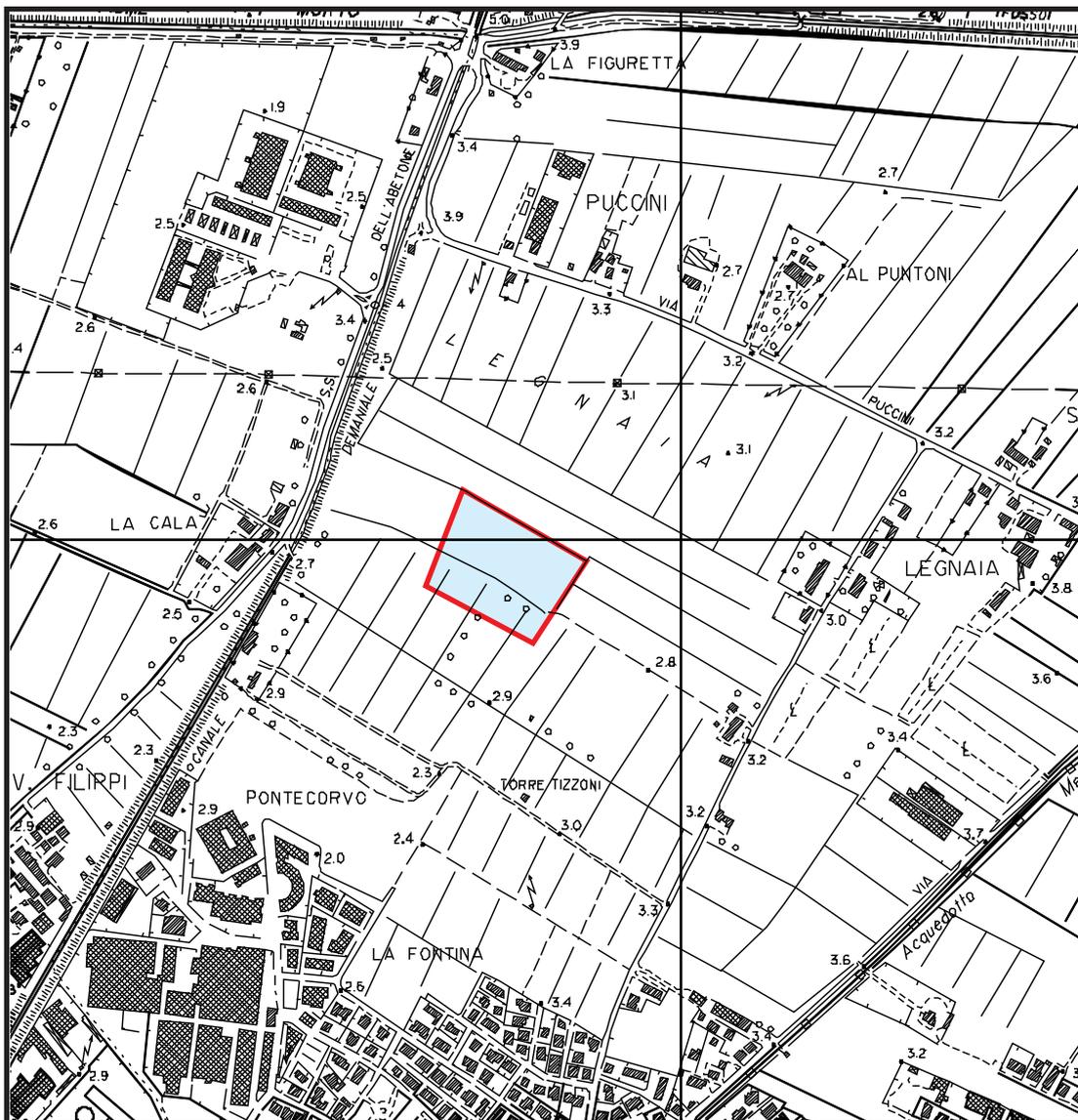


Pericolosità Geologica Elevata G3



Ubicazione dell'area d'intervento

Fig. 5 - Pericolosità Geologica ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/2020.

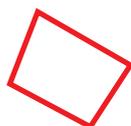


**LEGENDA**

Scala 1 : 10.000

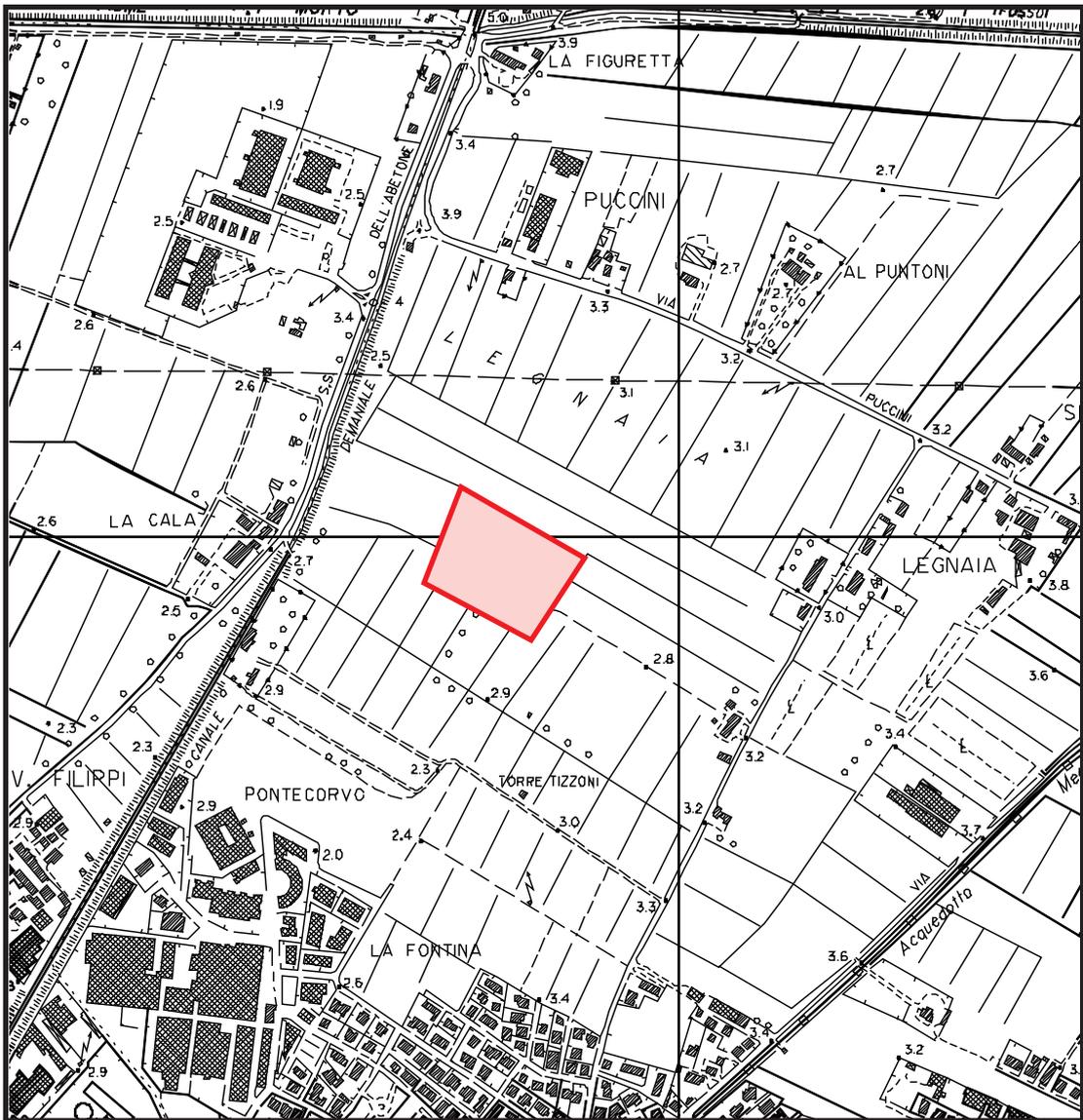


Pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2)



Ubicazione dell'area d'intervento

Fig. 6 - Pericolosità da Alluvioni ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/2020.

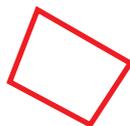


**LEGENDA**

Scala 1 : 10.000



Pericolosità Sismica Elevata S3



Ubicazione dell'area d'intervento

Fig. 7 - Pericolosità Sismica Locale ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/2020.



## AII. 1 - PROVA PENETROMETRICA CPT

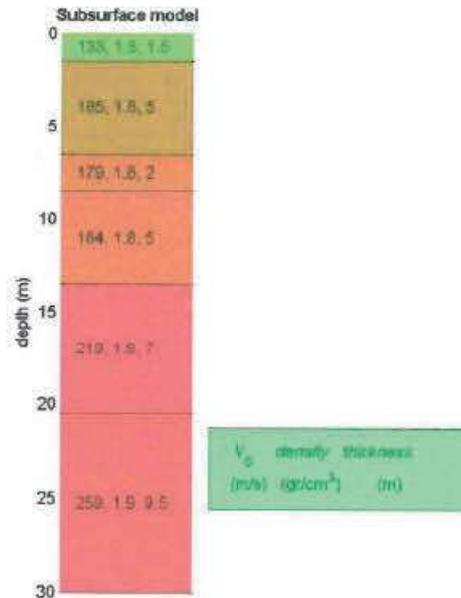
## parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	$\delta$ [Kg/dmc]	$\sigma_{ev}$ [Kg/cmq]	$\beta$ [gradi]	D <sub>R</sub> [%]	Cu [Kg/cmq]	M <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna Stratig.
0.2				1,80	,04	-	-	-	-	
0.4				1,80	,07	-	-	-	-	
0.6	13,1	,7	18	1,91	,11	-	-	,52	20,5	=====
0.8	12,3	1,3	10	1,55	,14	-	-	,49	30,1	.....
1.0	7,3	,6	12	1,50	,17	-	-	,29	44,9	.....
1.2	10,3	,9	12	1,53	,20	-	-	,40	36,0	.....
1.4	15,3	1	15	1,91	,24	-	-	,60	19,6	=====
1.6	14,3	,9	15	1,91	,26	-	-	,56	19,9	=====
1.8	14,4	1,1	14	1,57	,27	-	-	,57	25,7	.....
2.0	13,4	1,1	12	1,56	,28	-	-	,52	27,6	.....
2.2	12,4	1,1	11	1,55	,29	-	-	,48	29,9	.....
2.4	11,4	1,1	11	1,54	,30	-	-	,44	32,5	.....
2.6	9,4	,7	14	1,52	,31	-	-	,36	38,3	.....
2.8	10,5	,4	26	1,90	,33	-	-	,41	22,7	=====
3.0	10,5	,4	26	1,90	,35	-	-	,41	22,7	=====
3.2	10,5	,7	14	1,54	,36	-	-	,41	35,3	.....
3.4	14,5	,6	24	1,91	,38	-	-	,56	19,8	=====
3.6	13,5	,9	16	1,91	,40	-	-	,52	20,3	=====
3.8	13,6	,7	19	1,91	,41	-	-	,53	20,2	=====
4.0	9,6	,5	18	1,88	,43	-	-	,37	24,0	=====
4.2	9,6	,5	18	1,88	,45	-	-	,37	24,0	=====
4.4	7,6	,5	16	1,51	,46	-	-	,29	43,7	.....
4.6	5,6	,4	14	1,49	,47	-	-	,21	54,6	.....
4.8	4,7	,2	24	1,64	,48	-	-	,17	40,8	=====
5.0	7,7	,3	29	1,79	,50	-	-	,29	27,7	=====
5.2	4,7	,4	12	1,48	,51	-	-	,17	62,8	.....
5.4	6,7	,3	25	1,74	,52	-	-	,25	30,7	=====
5.6	6,7	,3	20	1,74	,54	-	-	,25	30,7	=====
5.8	6,9	,3	21	1,75	,55	-	-	,25	30,0	=====
6.0	9,9	,2	50	1,65	,57	28	2	-	16,7	=====
6.2	5,9	,5	13	1,49	,57	-	-	,21	52,4	.....
6.4	10,9	,2	55	1,65	,59	28	4	-	16,7	=====
6.6	18,9	,4	47	1,69	,60	-	-	,73	16,7	.....
6.8	19	,4	48	1,70	,62	-	-	,74	16,7	.....
7.0	8	,5	17	1,80	,63	-	-	,29	27,0	=====
7.2	13	,3	39	1,67	,65	-	-	,49	19,0	.....
7.4	21	,7	29	1,92	,66	-	-	,81	19,0	=====
7.6	12	,8	15	1,90	,68	-	-	,45	21,2	=====
7.8	24,2	,5	52	1,72	,70	31	28	-	13,8	=====
8.0	30,2	,5	57	1,75	,71	32	35	-	11,0	=====
8.2	30,2	,5	65	1,75	,73	32	35	-	11,0	=====
8.4	31,2	,6	52	1,76	,74	32	35	-	10,7	=====
8.6	37,2	,6	62	1,79	,76	33	41	-	9,0	=====
8.8	30,2	,7	45	1,75	,77	29	-	-	11,0	=====
9.0	32,2	,6	54	1,76	,79	32	35	-	10,4	=====
9.2	24,2	,5	52	1,72	,80	30	25	-	13,8	=====
9.4	28,2	,5	53	1,74	,82	31	30	-	11,8	=====
9.6	10,2	,5	22	1,90	,83	-	-	,37	23,1	=====

SISMOSTRATO N.	PROFONDITA' DELLA BASE (m)	SPESORE DELLO STRATO (m)	Vs (m/sec)
1	1.5	1.5	133
2	6.5	5.0	165
3	8.5	2.0	179
4	13.5	5.0	184
5	20.5	7.0	219
6			259

MEAN MODEL						
Approximate values for Vp, density, Shear modulus						
Sismostrato n.	1	2	3	4	5	6
Vp (m/s)	326	344	373	383	456	539
Density (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	1.80	1.82	1.82	1.86	1.90
Shear modulus (MPa)	32	49	58	62	89	128



In base ai risultati dell'indagine sismica eseguita è stato calcolato il parametro Vs30 attraverso la seguente formula (D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"):

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i / V_i)$$

Il valore medio di Vs30 calcolato è di 202 m/sec.

**All. 3 - SCHEDA POC**

**U.T.O.E. n. 33 – LA FONTINA (zona artigianale)**  
**limitazioni e prescrizioni di fattibilità geologica del COMPARTO N.3PP**

DPGR 53/r

Pericolosità	Classe	Note	Fattibilità
Geologica	G3	Subsidenza	F3
Idraulica	I3	Tr200 – da studio idraulico	F4
Sismica	S3	Subsidenza	F3

Normative sovraordinate

PGRA	P2
L.R. 21/2012	-

Battenti Tr200 (cm) - fonte: studio idraulico

Battente minimo	0
Battente massimo	68

Oltre alle condizioni di fattibilità dettate dalle normative sovraordinate e dal DPGR 53/R, di cui all'Art.39 delle NTA, riportiamo di seguito ulteriori indicazioni e prescrizioni basate sulle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche puntuali del sito.

Fattibilità geologica e sismica condizionata (F3):

Le indagini geologiche e sismiche dovranno essere mirate oltre che alla caratterizzazione geotecnica del terreno, anche alla individuazione degli spessori e della variazione laterale dei depositi alluvionali.

In merito alla problematica da subsidenza, il progetto delle nuove edificazioni deve valutare la necessità di proporre misure di attenuazione del rischio quali accorgimenti costruttivi e fondazioni speciali.

Fattibilità idraulica limitata (F4):

Il battente idrico atteso è compreso entro 68 cm.

La quota di sicurezza dovrà essere definita a partire dal battente idrico indicato per l'area di intervento all'interno dello studio idraulico rappresentato nelle cartografie di riferimento e dettagliato nel "grid" a disposizione sul sito comunale. A tale battente dovrà essere aggiunto un idoneo franco di sicurezza che non potrà essere inferiore a 20 cm.

Gli interventi non devono comportare l'aggravio delle condizioni di rischio al contorno, mediante opere di compensazione da dimensionare ed ubicare in funzione del volume di acqua spostato dagli interventi in progetto.

La compensazione è richiesta solo per i volumi sottratti alla naturale esondazione per eventi con Tr fino a 200 anni.

Al limite ovest del lotto scorre un fosso inserito nel reticolo idraulico di riferimento approvato dal Consiglio Regionale con DGRT n°1357 del 2017. Tutti gli interventi dovranno rispettare i limiti normativi di distanza dal ciglio di sponda del Fosso (Regio decreto 523 del 1904), osservare quanto disposto dalla L.R. 21/2012 e ss.mm.ii., ed assicurarne il mantenimento ed eventualmente il miglioramento dell'efficienza.

Nelle tavole progettuali dovrà essere dettagliata la regimazione delle acque meteoriche affluenti sul lotto e dovranno essere adottati accorgimenti in grado di mantenere la funzionalità del recapito finale nel rispetto dell'invarianza idraulica, e di eliminare eventuali situazioni di fragilità.