

**Indagini geologiche di supporto alla VARIANTE AL PIANO  
OPERATIVO COMUNALE PER MODIFICA SCHEDA NORMA COMPARTO 11PP  
UTOE 32 LA FONTINA /PRATICELLI**

Parrocchia Chiesa Santissima Trinità

Via Berchet, 38 – Ghezzano (PI)

**Marco Bani Micheletti, geologo**

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Toscana sez. A  
con anzianità del 16 aprile 1998 e riferimento n.1022

REVISIONE	DATA	MOTIVO DELLA MODIFICA	REDATTO	VERIFICATO
0	16/11/2021	Prima emissione	Marco Bani Micheletti	-
1	21/02/2022	Richiesta integrazioni protocollo n.0000197/2022 del 04/01/2022	Marco Bani Micheletti	Stefano Lami

SEZIONE	ID COMMESSA	IDENTIFICAZIONE
GEOINGEGNERIA	21g1112	21g1112_relaz.geol_var. scheda poc_integrazione_rev.1.docx

## **SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO .....</b>	<b>12</b>
5.1	Sisma di riferimento.....	12
5.2	Pericolosità sismica di base .....	21
5.3	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).....	27
<b>6</b>	<b>PERICOLOSITÀ – QUADRO CONOSCITIVO .....</b>	<b>32</b>
6.1	Distretto Appennino Settentrionale – PGRA .....	32
6.1.1	Pericolosità da alluvione fluviale .....	33
6.1.2	Pericolosità derivata da fenomeni di flash flood .....	34
6.2	Comune di San Giuliano Terme - Piano Operativo Comunale .....	35
6.2.1	Pericolosità idraulica .....	35
6.2.1.1	Rischio alluvioni.....	38
6.2.2	Pericolosità geologica .....	41
6.2.3	Pericolosità sismica .....	41
<b>7</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>42</b>
7.1	Interpretazione della prospezione sismica .....	43
<b>8</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO .....</b>	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>45</b>
9.1	Prova penetrometrica CPTU .....	45
<b>10</b>	<b>CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ .....</b>	<b>46</b>

<b>10.1</b>	<b>Fattibilità degli interventi secondo le N.T.A. del P.O.C. (maggio 2020) .....</b>	<b>46</b>
<b>10.2</b>	<b>Fattibilità in relazione agli aspetti geologici (D.P.G.R. 5/R/2020) .....</b>	<b>46</b>
<b>10.3</b>	<b>Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni (D.P.G.R. 5/R/2020).....</b>	<b>46</b>
<b>10.4</b>	<b>Fattibilità in relazione alle alluvioni costiere (D.P.G.R. 5/R/2020).....</b>	<b>49</b>
<b>10.5</b>	<b>Fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica (D.P.G.R. 5/R/2020)</b>	<b>54</b>
<b>10.6</b>	<b>Fattibilità in relazione agli aspetti sismici (D.P.G.R. 5/R/2020) .....</b>	<b>54</b>

## **ALLEGATI**

ALLEGATO 1 – Indagini geognostiche

ALLEGATO 2 - Tavole

## 1 Premessa

La Parrocchia della Santissima Trinità ha in progetto la realizzazione di un centro polifunzionale sportivo e ricreativo all'interno del sedime della chiesa della SS Trinità a Ghezzano (PI) e la presente relazione geologica costituisce le indagini geologiche di supporto alla variante al piano operativo comunale per la modifica della scheda norma del comparto 11pp nell'UTOE 32 in località la fontina /praticelli.

Il progetto prevede la realizzazione di un campo sportivo polifunzionale coperto da tensostruttura, un campo sportivo all'aperto, un bocciodromo, spogliatoi, bar, cucina e locali di servizio. Inoltre, è previsto sia un ampliamento dei locali ricreativi della parrocchia sia uno spazio ufficio per la casa del prete.

*Tabella 1 – Identificazione degli interventi in progetto*

<i><b>Id.</b></i>	<i><b>Descrizione intervento</b></i>	<i><b>Trasformazione</b></i>
<b>A1</b>	ampliamento dell'attuale parrocchia per quanto riguarda le <b>aule di catechismo</b>	Interventi sul patrimonio edilizio esistente
<b>A2</b>	ampliamento dell'attuale chiesa per quanto riguarda <b>spazio ufficio</b> per la casa del prete	Interventi sul patrimonio edilizio esistente
<b>A3</b>	ampliamento dell'attuale parrocchia per quanto riguarda un <b>salone parrocchiale</b> che avrà un'altezza in gronda di 4,85 m per un volume lordo di 176,4 mc	Interventi sul patrimonio edilizio esistente
<b>A4</b>	ampliamento di pensiline esistenti.	Interventi sul patrimonio edilizio esistente
<b>B1</b>	Corpo spogliatoi/deposito ( <b>magazzino Caritas</b> )/vano tecnico (corpo edilizio a sud a forma di piramide tronca) che avrà un'altezza in gronda di 3,65 m per un volume lordo di 751 mc	Interventi di nuova costruzione
<b>B2</b>	Corpo edilizio a nord di quello soprascritto a forma di esagono sarà adibito a bar/cucina/medicheria/servizi ( <b>circolo parrocchiale</b> ) e avrà un'altezza in gronda di 4,70 m per un volume lordo di 821 mc.	Interventi di nuova costruzione
<b>B3</b>	campo sportivo polifunzionale coperto da tensostruttura	Interventi di nuova costruzione
<b>B4</b>	campo sportivo all'aperto basket	Interventi di nuova costruzione



<i><b>Id.</b></i>	<i><b>Descrizione intervento</b></i>	<i><b>Trasformazione</b></i>
<b>B5</b>	campo sportivo all'aperto calcio	Interventi di nuova costruzione
<b>B6</b>	bocciodromo	Interventi di nuova costruzione
<b>B7</b>	moduli prefabbricati per il deposito provvisorio delle attrezzature necessarie alle varie attività ricreative, fieristiche e sportive	Interventi di nuova costruzione
<b>C1</b>	area di parcheggio pubblico	Infrastrutture lineari o a rete
<b>C2</b>	area di parcheggio privato in autobloccanti su sottofondo drenante	Infrastrutture lineari o a rete
<b>C3</b>	Pista ciclabile	Infrastrutture lineari o a rete

Nel redigere il presente documento si è fatto riferimento al seguente quadro normativo:

- Piano Operativo Comunale Adeguamento 2020 – Norme Tecniche di Attuazione del maggio 2020.
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30 gennaio 2020, n. 5/R *“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”* e s.m.i.
- CIRCOLARE n.7 Reg. Atti Int. CONSUP del 21.01.2019 - *Istruzioni per l'applicazione dello “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*
- D.M. 17 gennaio 2018 - *Norme Tecniche per le Costruzioni*
- Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 *“Norme per il governo del territorio”*.
- Del. G.R.T. n.421 del 26 maggio 2014 - *Aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della deliberazione G.R.T. n. 878 dell'8 ottobre 2012, recante “Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della D.G.R.T. 431/2006” e cessazione di efficacia dell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana (D.G.R.T. 841/2007).*

- D.P.G.R. del 09 luglio 2009, n. 36/R – *Regolamento di attuazione dell'art. 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.*

## 2 Inquadramento geografico

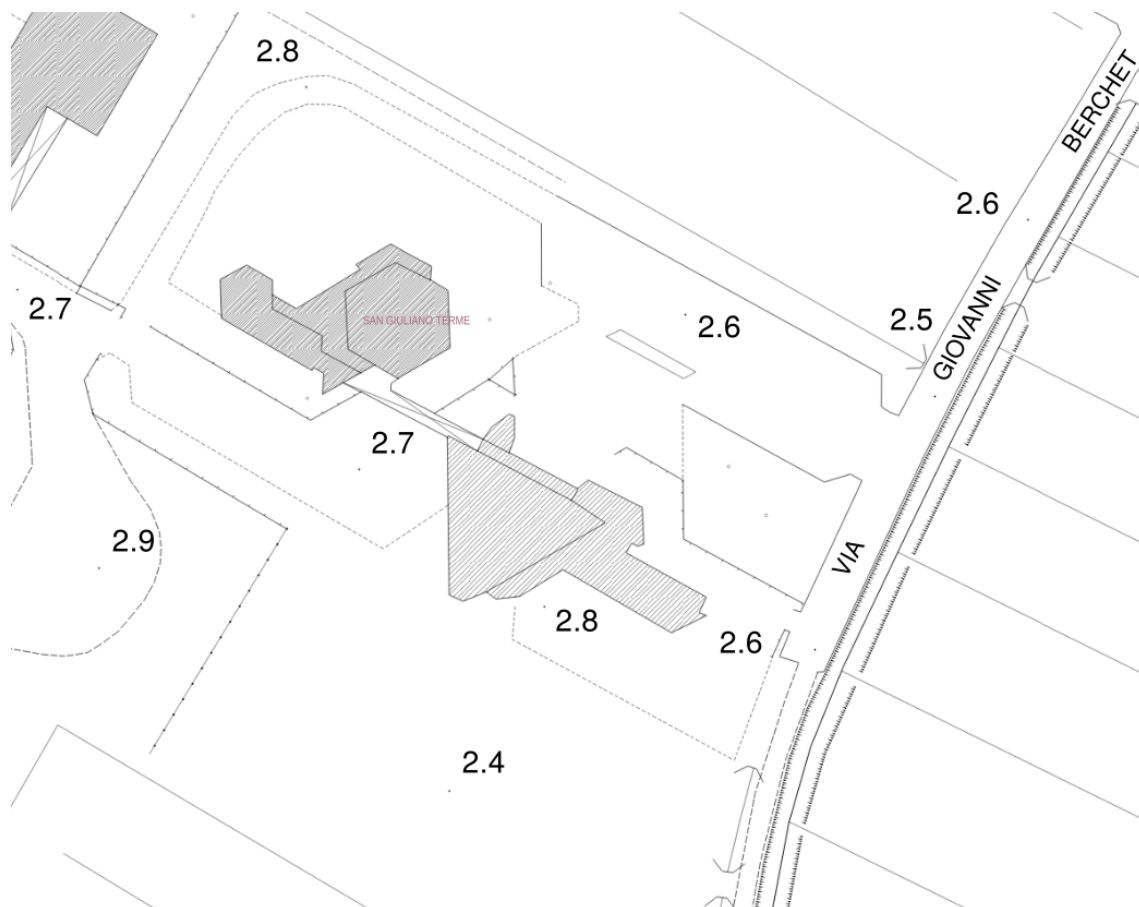
Il sito in studio è situato nella pianura alluvionale del fiume Arno nella frazione di Ghezzano del Comune di San Giuliano Terme (PI), in località Ponte di Asciano, ad una quota di circa 2,6 m s.l.m.; in destra idrografica del fiume Arno, dal quale dista circa 1,4 km in linea d'aria.

Nelle FIGURA 1 è rappresentata l'area di studio con la chiesa della Santissima Trinità cerchiata in rosso, il cui ingrandimento è rappresentato in FIGURA 2.

*Figura 1 – Inquadramento geografico (base C.T.R. 10K).*



*Figura 2 – Inquadramento geografico di dettaglio (base C.T.R. 2K).*



### 3 Inquadramento geologico e geomorfologico




Osservando la carta geomorfologica di FIGURA 3 si può osservare come l'area di studio faccia parte di un'ampia porzione di territorio caratterizzata da depositi alluvionali uniformemente costituiti da "terreni prevalentemente argillosi".

*Figura 3 - Stralcio della carta geomorfologica - Tav. A1 del piano operativo comunale 2020 (base CTR in scala 1:10.000)*

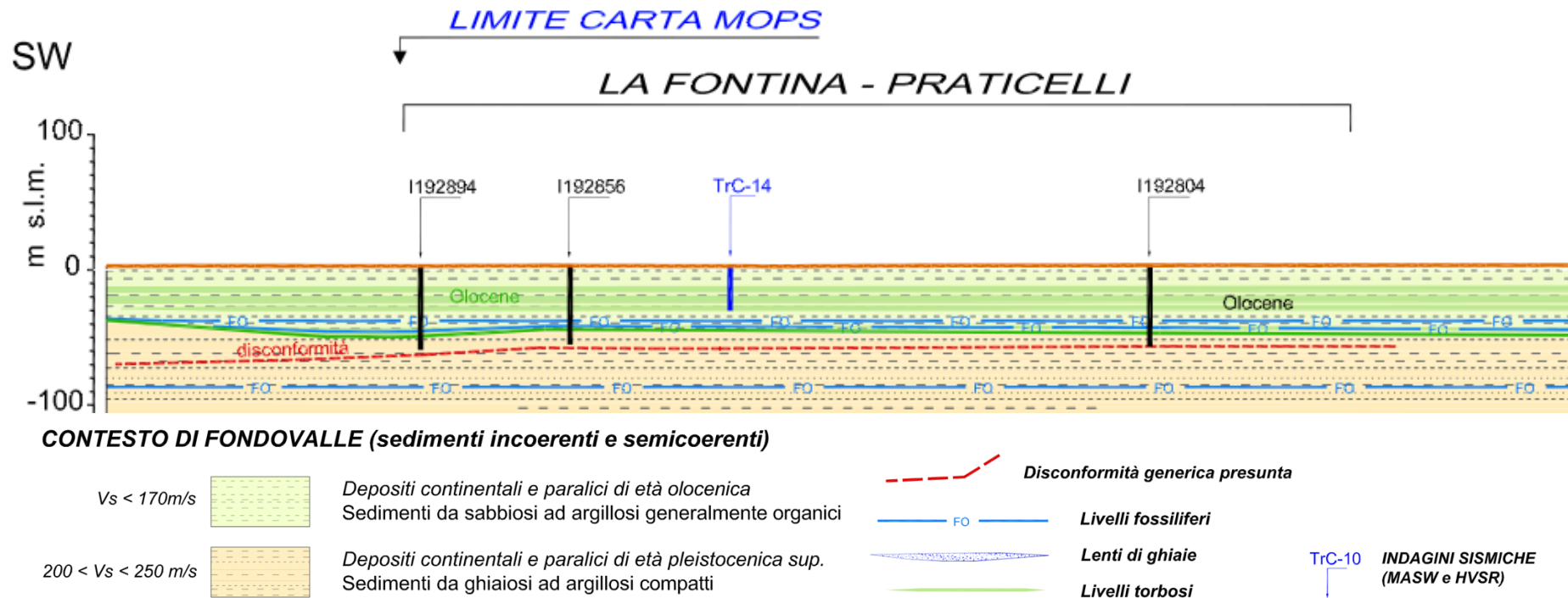


#### *Aree di fondovalle*

##### **Sedimenti alluvionali attuali e recenti**

-  Terreni prevalentemente sabbioso-limosi
-  Terreni prevalentemente argillosi
-  Terreni argillosi organici

*Figura 4 - Stralcio della sezione geolitologica n.5 (Tav. E del piano operativo comunale 2020)*





*Figura 5 – Traccia della sezione geolitologica n.5 (Tav. E del piano operativo comunale 2020)*



La FIGURA 4 e la FIGURA 5 sono estratte dalla TAV.E del Piano Operativo Comunale (2020) e rappresentano la sezione geolitologica n. 5 nel tratto che interessa l'area di studio. Le sezioni geolitologiche rappresentate nella TAV.E del POC sono state ricostruite in base sia ai dati geognostici e sismici a disposizione sia agli schemi stratigrafici noti in letteratura. Si può osservare come i depositi alluvionali olocenici raggiungano una profondità di circa 40 m, dove si incontra un significativo livello fossilifero, e interessino con uniforme continuità le località di Fontina e Praticelli nella frazione di Ghezzano.

## **4 Idrogeologia**

L'area di interesse è situata in destra idrografica del Fiume Arno, ad una distanza di circa 1400 m dal piede del suo argine esterno.

Le acque che condizionano l'idrologia della pianura non sono comunque quelle dell'Arno, che costituisce un sistema idraulico a sé stante, bensì quelle dei fossi e canali che costituiscono i sistemi di bonifica estesi per gran parte della pianura pisana, unite alle acque meteoriche. La scarsa pendenza, le condizioni altimetriche della pianura, la presenza di falde a pelo libero e la situazione idrologica sopra accennata, contribuiscono alla diffusa presenza di acque stagnanti e lentamente fluenti verso il mare.

I canali del reticolo idraulico che costituiscono il sistema idraulico delle bonifiche ed i bacini che sottendono appartengono a due ulteriori sottosistemi tra loro separati, quello delle bonifiche a scolo naturale e quello delle bonifiche a scolo meccanico.

Il sottosistema a scolo naturale (o delle acque alte) smaltisce per gravità le acque meteoriche provenienti dalle zone morfologicamente più elevate, mentre il sottosistema a scolo meccanico (o delle acque basse) smaltisce le acque ristagnanti attraverso un prosciugamento per esaurimento meccanico mediante sollevamento agli impianti idrovori.

Sia le acque a scolo naturale che quelle a scolo meccanico vengono immesse in canali ricettori detti di “acque medie”.

Da un punto di vista idrogeologico i sedimenti che formano la pianura di Pisa sono costituiti da diverse centinaia di metri di argille, sabbie e ghiaie deposte in ambienti diversi tra loro (si passa dall'ambiente continentale costiero all'ambiente marino fino ad ambienti palustri o lacustri).

Lo studio delle stratigrafie dei pozzi perforati nell'area pisana ha portato all'identificazione di un livello di sabbie di spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri, il cui tetto è situato a profondità variabili tra 30 e 50 metri, sede di una falda artesianica che in letteratura è stata indicata come prima falda artesianica in sabbia.

Le sabbie che costituiscono questo acquifero hanno una granulometria da fine a molto fine, sono talvolta limose e contengono intercalazioni sia limo-argillose sia sabbiose grossolane (fino a ghiaiose ciottolose). Il coefficiente di permeabilità di questi depositi non è molto alto ed è in media dell'ordine di  $10^{-5}$ - $10^{-4}$  m/s.

Sempre dalle analisi delle stratigrafie dei pozzi è stato identificato un secondo acquifero di spessore variabile, più profondo, composto in prevalenza da ghiaie di origine alluvionale, situato a profondità maggiori di 100 m al di sotto della città di Pisa. Anche questo acquifero è sede di una falda artesianica, conosciuto in letteratura come prima falda artesianica in ghiaia.

Questo secondo acquifero è costituito da ciottoli e ghiaie di litologia e dimensioni differenti, talora con matrice sabbiosa, con intercalazioni di livelli francamente sabbiosi. Il coefficiente di permeabilità di questi depositi è elevato, dell'ordine di  $10^{-3}$ - $10^{-2}$  m/s.

Complessivamente la componente fondamentale nell'alimentazione degli acquiferi descritti è riferibile a infiltrazione di acque meteoriche che vengono rilasciate attraverso l'acquifero carbonatico del Monte Pisano e attraverso le propaggini dei coni di deiezione nella pianura. Aree di ricarica diretta sono anche gli apparati dunali costieri, dove

affiorano depositi sabbiosi in collegamento idraulico con vari livelli acquiferi confinati della pianura.

## 5 Inquadramento sismico

### 5.1 Sisma di riferimento

Nell'ambito del *Rapporto Conclusivo (bozza – aprile 2004) sulla Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica* (nel seguito RC) ad opera dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica del territorio nazionale, denominata ZS9 (vedi FIGURA 6), alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

La porzione del territorio del Comune di San Giuliano Terme ove è ubicata l'area di intervento ricade nella zona sismogenetica 916 (Versilia-Chianti) cui corrisponde una profondità "efficace", definita come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti, di 5 - 8 km e un meccanismo di fagliazione prevalente normale.

Ad ogni zona sismogenetica corrisponde un valore di  $M_{MAX}^1$  che rappresenta un elemento di tipo cautelativo adottato per garantire le determinazioni di  $a_{MAX}$  dalla possibilità che si verifichino, seppure con probabilità molto bassa, eventi di magnitudo superiore a quelle verificatisi nel corso del periodo di osservazione del catalogo dei terremoti utilizzato nel RC. Questa scelta riflette ovviamente la scarsa conoscenza del potenziale sismogenetico di una data regione; non a caso, è oggetto di particolare attenzione nelle regioni a sismicità medio-bassa e/o in quelle poco investigate.

Nel RC sono stati definiti due insiemi di valori di  $M_{MAX}$ :

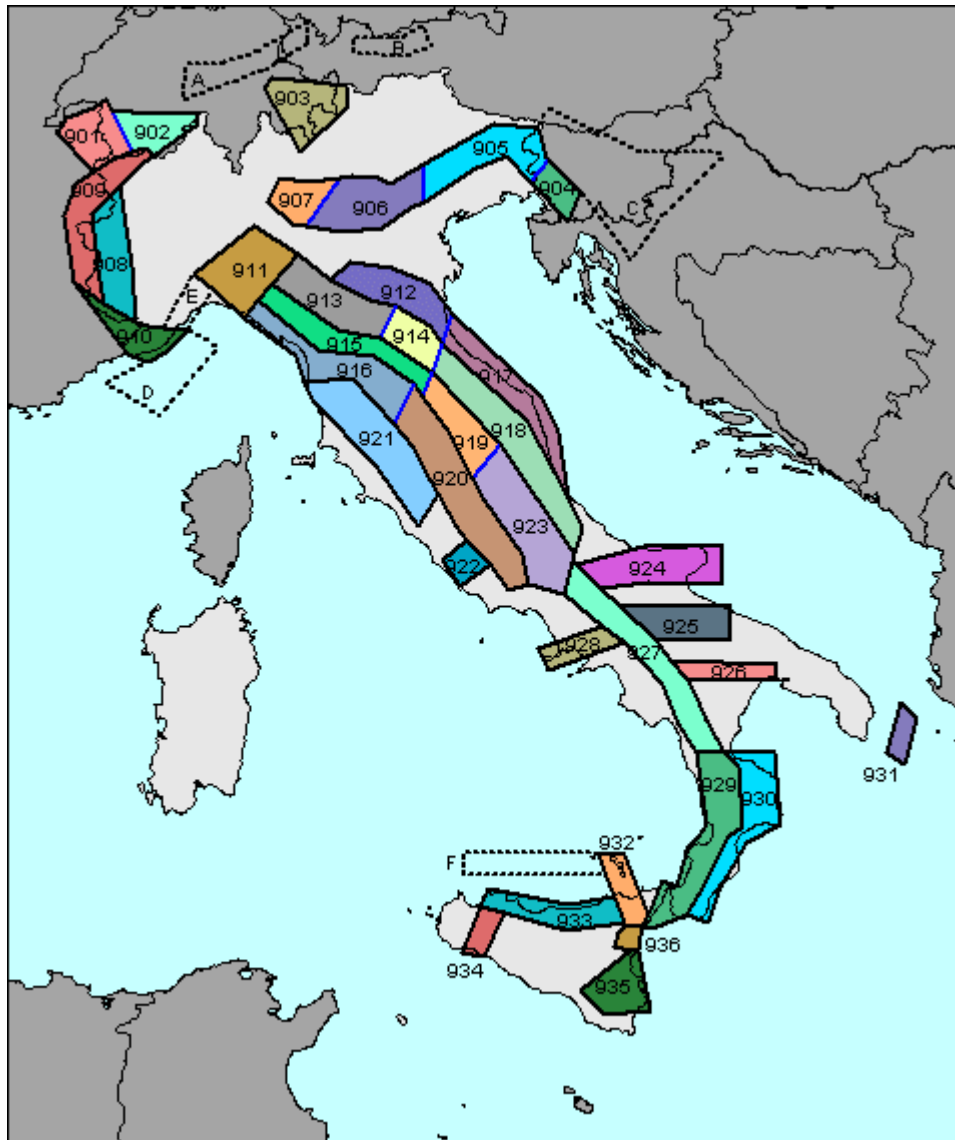
- a) uno calibrato, in modo cautelativo, sui dati sismologici e geologici, definito  $M_{MAX1}$  ("osservata")
- b) uno maggiormente cautelativo corrispondente al criterio di portare al valore  $Mw_{MAX} = 6,14 Mw$  tutte le ZS con  $Mw_{MAXCPTI2}$  inferiore a tale valore  $M_{MAX2}$  ("cautelativa")

---

<sup>1</sup> Magnitudo momento



Figura 6 – Zonazione sismogenetica ZS9 (da Rapporto Conclusivo (bozza – aprile 2004) sulla Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica – INGV)

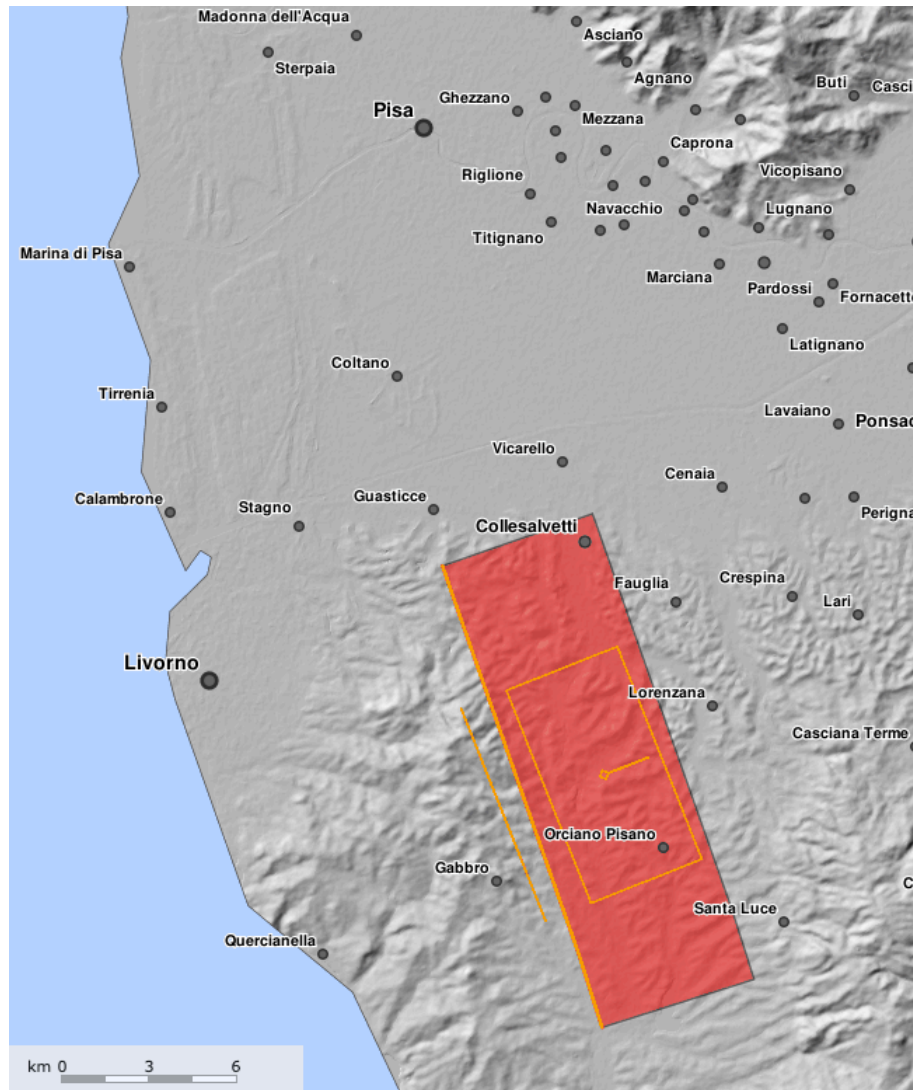


La zona sismogenetica in oggetto è caratterizzata da un valore  $M_{MAX1}$  di 5,68 e, conseguentemente, da un valore  $M_{MAX2}$  di 6,14.

La FIGURA 7, tratta dal Catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (DISS) dell'I.N.G.V., rappresenta nel dettaglio le sorgenti sismogenetiche non lontane dal Comune di San Giuliano Terme. La sorgente sismogenetica composta più vicina dista circa 22 km dal centro abitato di Ghezzano ed è catalogata con l'identificativo ITCS088. Essa è caratterizzata da una magnitudo massima  $M_w$  pari a 5,7 con una profondità ipocentrale variabile tra 1,0 km e 7,0 km. La sorgente appartiene al sistema di faglie

normali che delimita il sistema di horst e graben con direzione NW-SE sviluppatosi durante il tardo Miocene-Pleistocene (FIGURA 8). Il segmento principale di questa sorgente è stato associato al terremoto del 14 agosto 1846 (Mw 5,7, Orciano Pisano).

*Figura 7 – Dettaglio sorgenti sismogenetiche (fonte INGV - Catalogo sorgenti sismogenetiche italiane | DISS)*



Individual Seismogenic Source

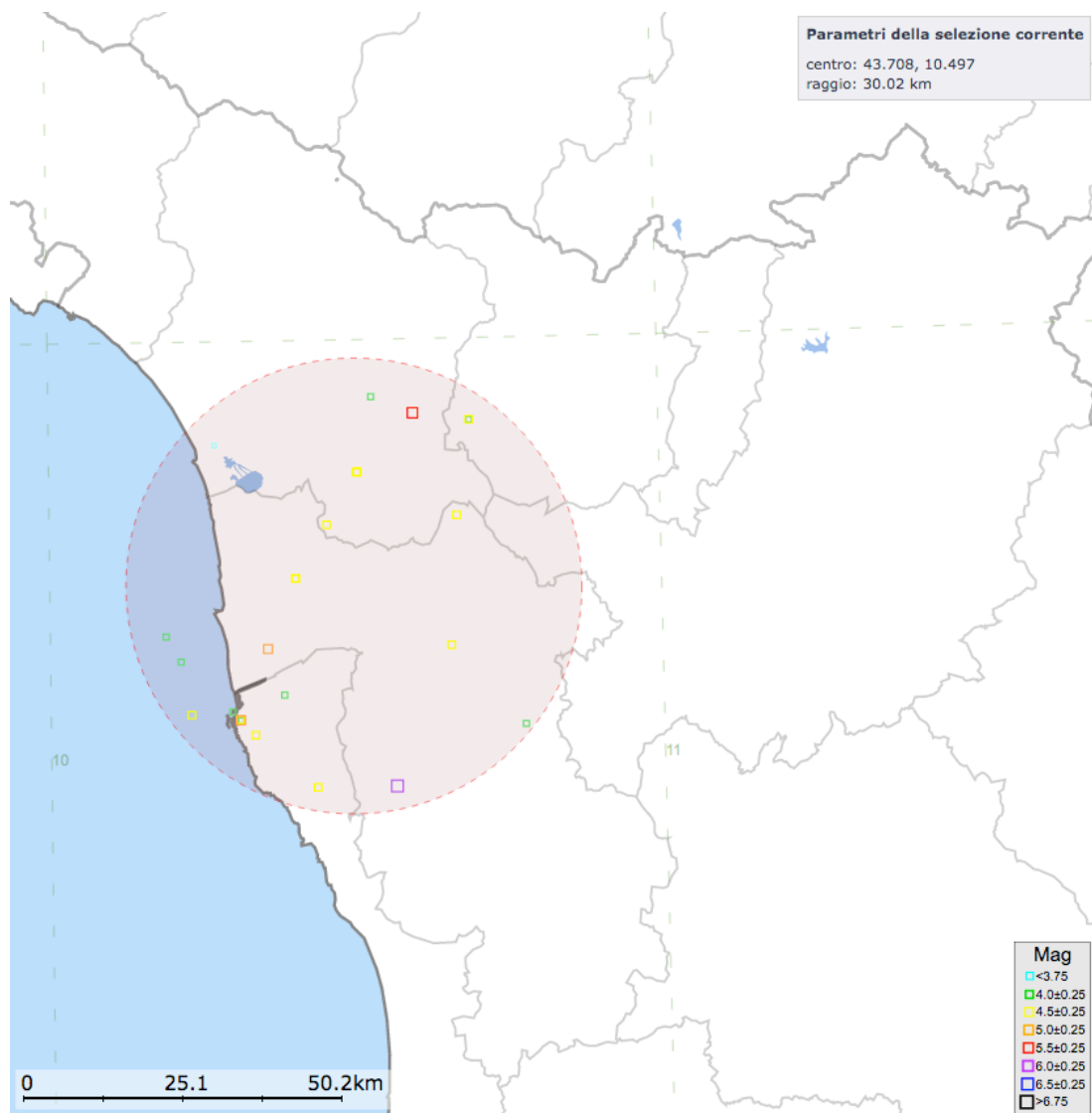


Composite Seismogenic Source





Figura 9 – Terremoti storici nell'intorno in un raggio di 30 km dal Comune di Calcinaia (fonte CPTI15 – INGV)

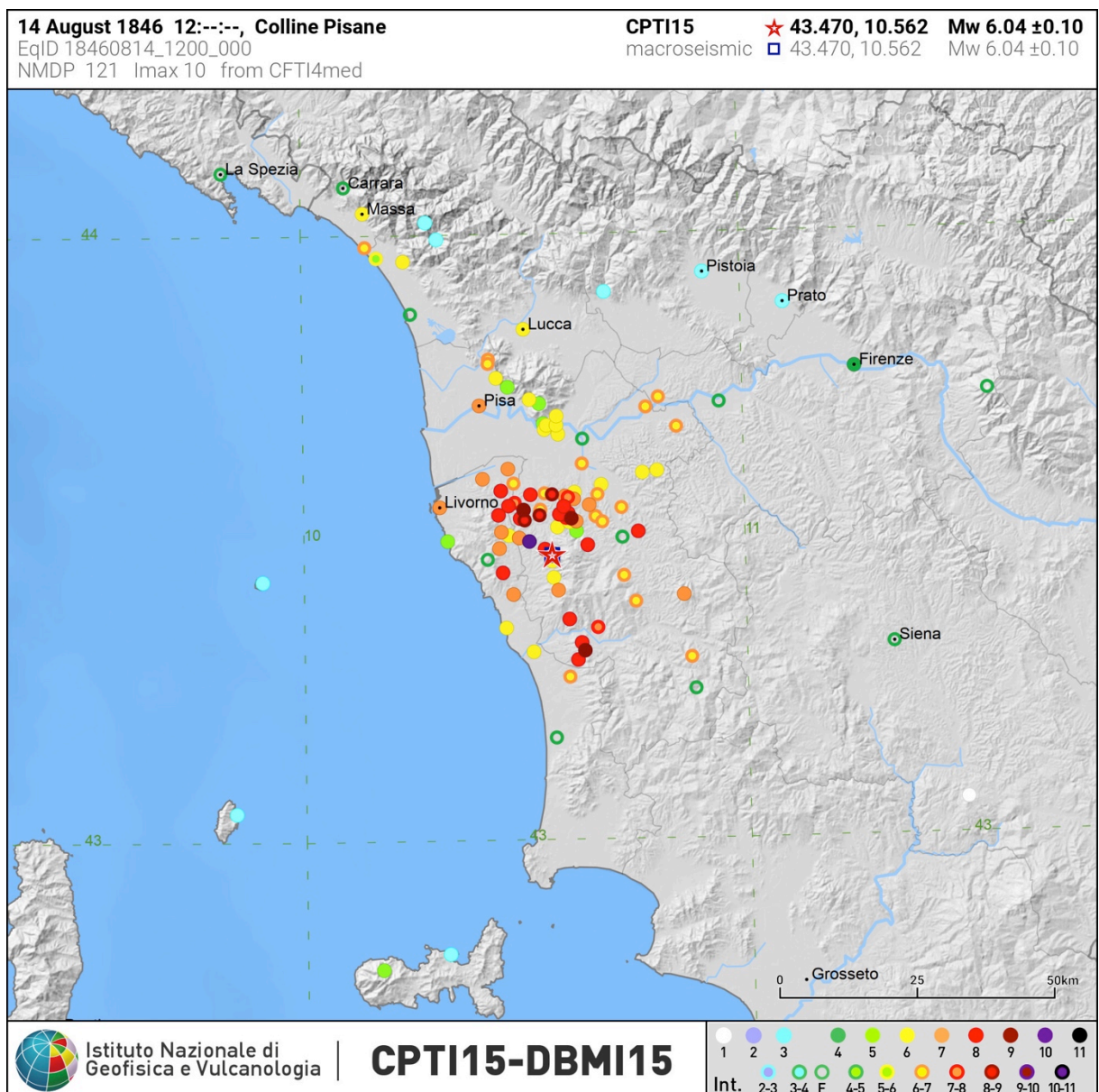


Il Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia). L'insieme di questi dati consente, tra l'altro, di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti. DBMI15 presenta le intensità adottando lo standard proposto da AHEAD (European Archive of Historical EArthquake Data), cioè numeri arabi interi e,

nel caso di attribuzioni incerte si indicano i due estremi separati da un trattino (es.: 5-6, 7-8).

La scala macrosismica europea (EMS) è utilizzata per la valutazione dell'intensità sismica nelle nazioni d'Europa e viene indicata come EMS-98. Diversamente alle scale di magnitudo per i terremoti, che esprimono l'energia sismica rilasciata dal terremoto, l'intensità della EMS-98 rileva la forza degli effetti di un terremoto in uno luogo specifico.

*Figura 10 – Intensità macrosismica nei centri abitati indotta dal terremoto del 14 Agosto 1846 (fonte CPTI15-DBMI15 – INGV)*





La FIGURA 11 è stata estratta dal DBMI15 e rappresenta l'intensità macrosismica dei terremoti storici avvertiti nel centro abitato di Pisa con intensità macrosismiche comprese tra 4 e 7 e descritte nella seguente TABELLA 2.

Figura 11 – Intensità macrosismica dei terremoti storici avvertiti nel centro abitato di Pisa (fonte DBMI15 – INGV)

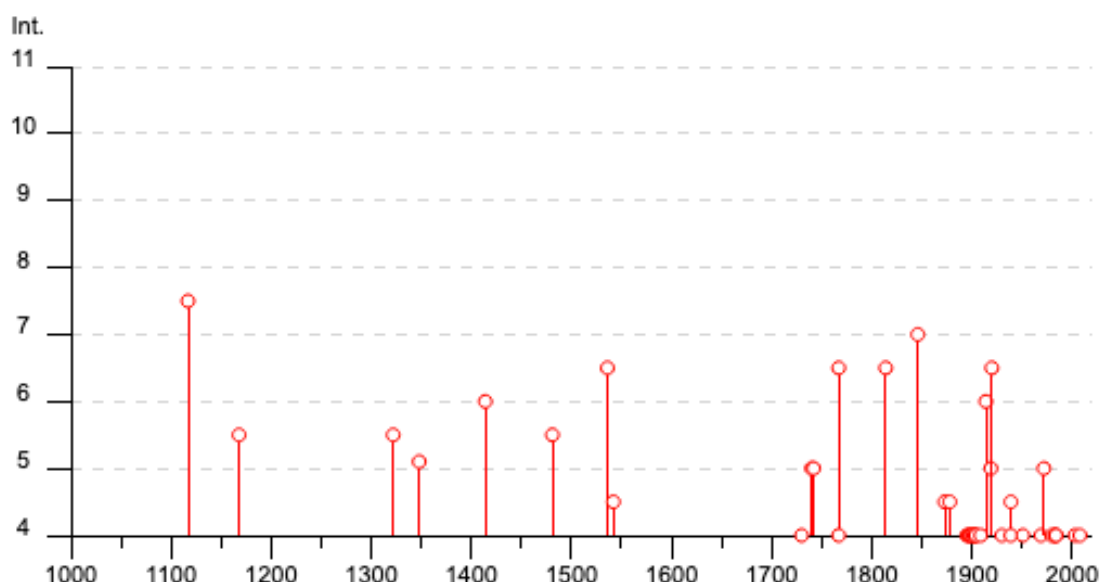


Tabella 2 – Scala intensità macrosismica (Fonti EMS-98, INGV)

Grado intensità macrosismica	Effetti sulle persone	Effetti sugli oggetti e l'ambiente	Danni agli edifici
<b>4. Ampiamente avvertito</b>	All'interno è avvertito da molti, all'esterno solo da pochi. Poche persone vengono svegliate. Il livello di vibrazione non spaventa. La vibrazione è moderata. Osservatori avvertono un leggero tremore o oscillazione dell'edificio, stanza, letto, sedia ecc.	Oggetti in porcellana, bicchieri, finestre e porte tremano. Oggetti appesi dondolano. In alcuni casi la mobilia leggera trema visibilmente. In alcuni casi i manufatti in legno scricchiolano.	Nessun danno.

<i>Grado intensità macrosismica</i>	<i>Effetti sulle persone</i>	<i>Effetti sugli oggetti e l'ambiente</i>	<i>Danni agli edifici</i>
<b>5. Forte</b>	All'interno è avvertito dalla maggior parte, all'esterno da pochi. Alcune persone sono spaventate e fuggono all'aperto. Molte persone che dormono si svegliano. Osservatori avvertono una forte scossa o un dondolio dell'intero edificio, stanza o mobilia	Gli oggetti appesi oscillano considerevolmente. Porcellana e vetri tintinnano. Piccoli oggetti in equilibrio precario possono essere spostati o cadere. Porte e finestre si spalancano o sbattono. In alcuni casi i vetri delle finestre si rompono. Liquidi oscillano e potrebbero versarsi da contenitori ben riempiti. Gli animali in casa potrebbero agitarsi.	Danni di grado 1 ad alcuni edifici di classi di vulnerabilità A e B
<b>6. Leggermente dannoso</b>	Avvertito dalla maggior parte delle persone all'interno e da molte all'esterno; alcuni perdono l'equilibrio, molti si spaventano e corrono all'esterno	Piccoli oggetti stabili possono cadere e mobili muoversi. In pochi casi piatti e oggetti di vetro si rompono. Animali domestici potrebbero spaventarsi (anche all'esterno )	Danni di grado 1 in molti edifici di classe A e B; alcuni di classe A e B soffrono danni di grado 2; alcuni di classe C soffrono danni di grado 1
<b>7. Dannoso</b>	La maggior parte delle persone è spaventata e fugge all'esterno. Molti non riescono a stare in piedi, specie ai piani alti.	I mobili si spostano e quelli poco stabili possono cadere. Molti oggetti cadono dagli scaffali. L'acqua fuoriesce da contenitori, cisterne e piscine.	Molti edifici di classe A subiscono danni di grado 3; alcuni di grado 4. Molti edifici di classe B subiscono danni di grado 2; alcuni di grado 3. Alcuni edifici di classe C subiscono danni di grado 2. Alcuni edifici di classe D subiscono danni di grado 1

Nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ)” (2017), redatte dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica del Dipartimento della Protezione Civile, viene proposta una metodologia innovativa per la determinazione della magnitudo  $M_w$  da utilizzare per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione, basata sull'uso diretto delle osservazioni macrosismiche relative ai terremoti che in passato hanno interessato il sito di studio (storia sismica di sito) e che costituiscono la maggior parte delle informazioni disponibili sulla sismicità del territorio italiano.

Nella metodologia proposta viene utilizzata l'implementazione del codice SASHA (D'Amico e Albarello, 2008), che, nella sua versione più recente, è in grado di compiere una specifica “analisi di disaggregazione” volta ad identificare gli eventi sismici del passato più rappresentativi della pericolosità locale (Albarello, 2012). Il codice fornisce per ciascuna località capoluogo comunale i valori delle intensità macrosismiche caratterizzate da una fissata probabilità di eccedenza in un fissato tempo di esposizione<sup>2</sup> ( $I_{rif}$ ) e identificando quegli eventi storici che hanno maggiormente contribuito alla definizione di questa pericolosità. Fra questi viene infine selezionato quell'evento che ha fornito il maggiore contributo per l'intensità  $I_{rif}$  indicandone la magnitudo macrosismica e la distanza epicentrale così come riportate dal catalogo sismico di riferimento.

Per la definizione di un dato territorio comunale come potenzialmente soggetto a liquefazione (in termini di condizioni scatenanti ed al netto della possibile presenza di fattori predisponenti) vengono proposte due condizioni che costituiscono, se verificate entrambe, la condizione per la quale il sito in esame può essere considerato potenzialmente soggetto a liquefazione dinamica:

1. un valore di  $I_{rif}$  almeno pari a VII MCS; questa scelta è dettata dalla considerazione che nelle numerose leggi di conversione  $I_{MCS}$ -PGA, il grado VII MCS corrisponde a circa 0,1 g; inoltre, si vede che solo dal VII grado della scala EMS98 sono presenti effetti di liquefazione fra quelli osservati nell'ambiente naturale in occasione di eventi con questa intensità
2. la presenza nella lista degli eventi che contribuiscono a  $I_{rif}$  di almeno un evento con  $M_w$  e distanze  $R$  (km) compatibile con la relazione di Galli (2000) rappresentata in FIGURA 12

---

<sup>2</sup> per esempio caratterizzata da una probabilità di eccedenza inferiore al 10% in 50 anni



Figura 12 - Relazione tra la distanza epicentrale  $R$  e la minima magnitudo  $M_w$  necessario a provocare fenomeni di liquefazione (Galli, 2000)

$$M_w > 2.75 + 2.0 * \log_{10} R$$

Distanza $R$ (km)	$M_w$
15	5
24	5.5
45	6
75	6.5
120	7

Nel caso specifico del comune di Pisa tale metodo fornisce i seguenti dati

$N. felt$	$I_{rif} (EMS98)$	$M_w rif.$	$D rif. (km)$
62	7	5.91	30

per cui lo si può considerare potenzialmente soggetto a liquefazione dinamica.

## 5.2 Pericolosità sismica di base

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008<sup>3</sup> (di seguito DM) la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale<sup>4</sup> su suolo rigido ( $V_s > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalle precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base  $a_g$ , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto. Ai sensi della classificazione sismica del territorio regionale entrata in vigore con la Del. G.R.T. n. 421 del 26 maggio 2014, il comune di Pisa è inserito in un'area a bassa sismicità (zona sismica 3), cui corrisponde una  $a_{MAX} < 0,15 g$ .

<sup>3</sup> Sostituite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 17 gennaio 2018.

<sup>4</sup> L'accelerazione massima  $a_{MAX}$  corrisponde al picco di accelerazione orizzontale in superficie prodotto dal terremoto con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni), per terreni compatti, roccia o suolo molto rigido, in occasione di terremoti di moderata o alta magnitudo, che si verificano a distanza dal sito da media a elevata.

Con l'entrata in vigore del DM la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). La "pericolosità sismica di base" costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Le valutazioni della "pericolosità sismica di base" debbono derivare da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. I valori di pericolosità sismica indicati in FIGURA 13 sono espressi in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_g$  = frazione della accelerazione di gravità) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_{seq} > 800$  m/s, ovvero cat. A NTC).

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito, o meglio di un nodo del reticolo di

riferimento. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M (FIGURA 14). Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Tabella 3 – Coordinate di riferimento della Chiesa della SS Trinità

Sistema di riferimento	Latitudine	Longitudine
WGS84	43,721155°	10,428515°
ED50	43,722077°	10,429595°

Figura 13 – Reticolo di riferimento in accelerazione orizzontale massima  $a_g$  per la pericolosità sismica nell'intorno della chiesa della SS Trinità (Lat. 43.722 – Lon. 10.430)

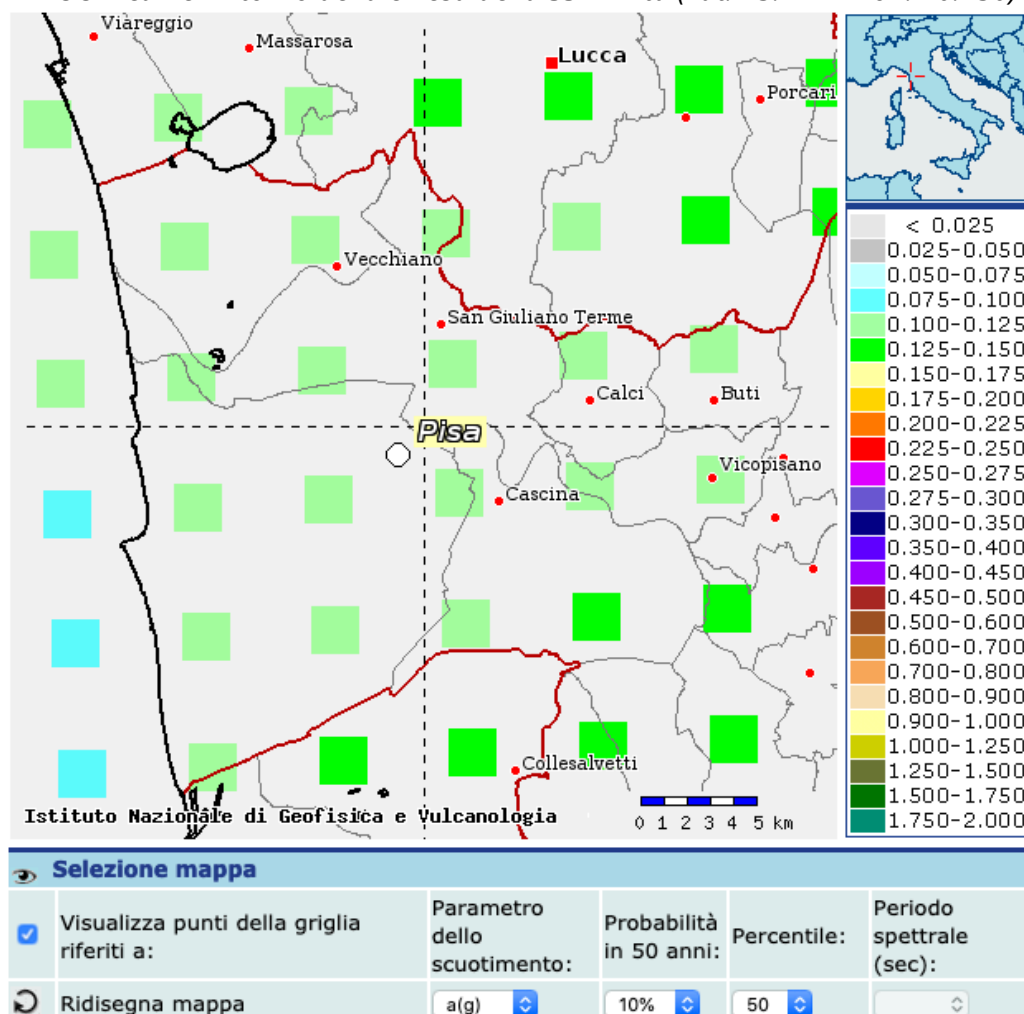
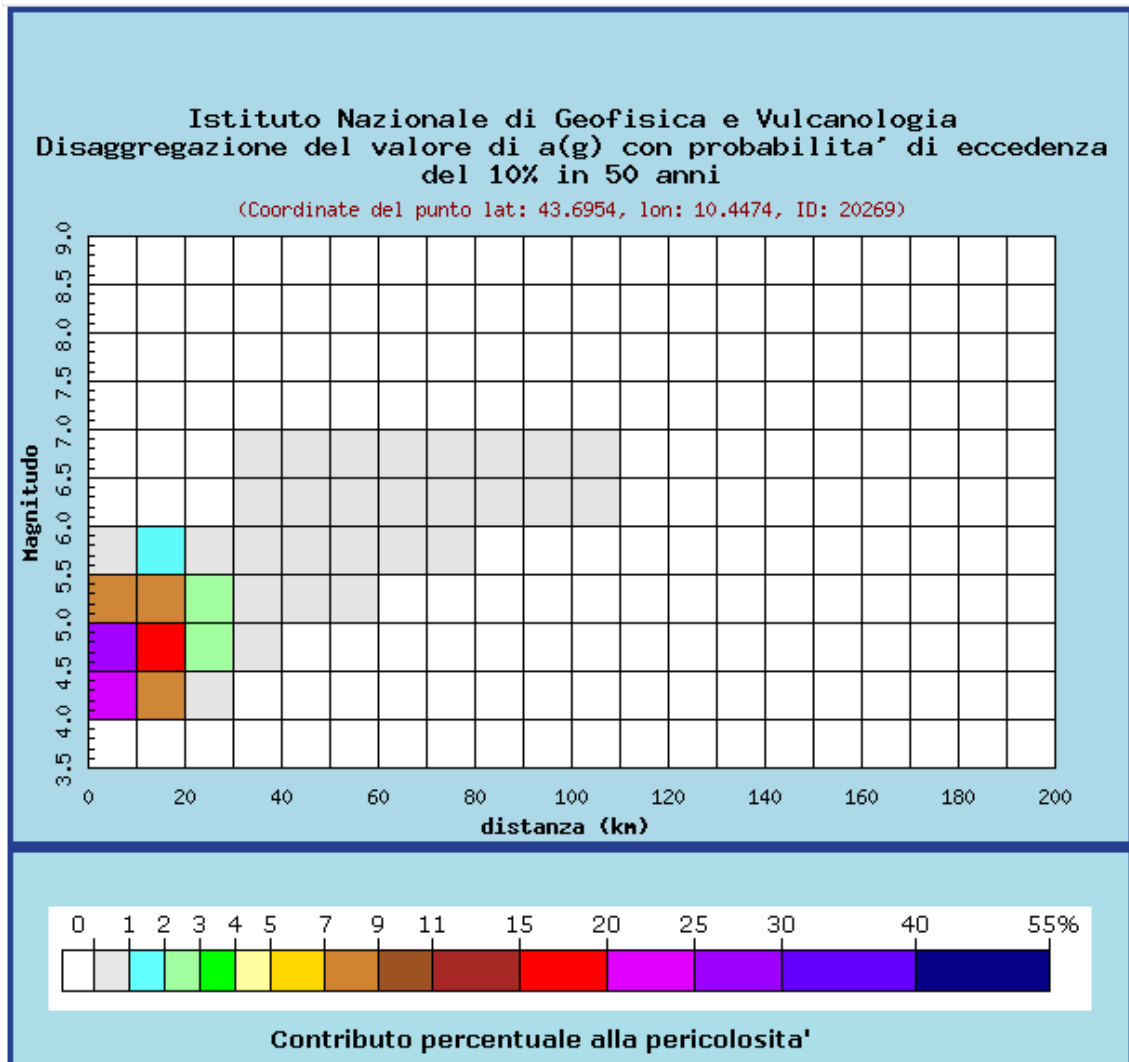


Figura 14 – Diagramma di disaggregazione associato al nodo a SudEst della chiesa di Ghezzano.



Le azioni di progetto ai sensi delle NTC si ricavano dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali, che sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_c$  periodo di inizio del tratto a velocit  costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- $a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- $F_0$  e  $T^*_c$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

L'allegato B al DM riporta i valori dei suddetti parametri, per ciascun nodo del reticolo di riferimento, relativi alla pericolosità sismica.

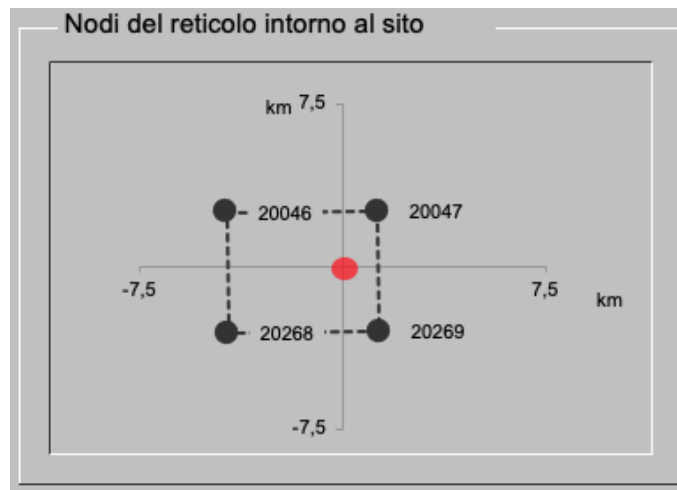
Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri "p" ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (FIGURA 15), utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

nella quale:

- $p$  è il valore del parametro di interesse nel punto in esame
- $p_i$  è il valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame
- $d_i$  è la distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta

*Figura 15 – Ubicazione area di intervento rispetto ai nodi del reticolo di riferimento*



(da Spettri di risposta del Consiglio Superiore LL.PP.)

Partendo dai valori definiti dagli studi condotti a livello nazionale nei nodi del reticolo di riferimento associati alle coordinate del sito (TABELLA 3), sono calcolati i dati di base (TABELLA 4) che identificano la pericolosità sismica in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $PV_R$ , forniti per periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento in termini di:

- valore di accelerazione orizzontale massima del terreno ( $a_g$ );
- valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale ( $F_0$ );
- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale ( $T_c^*$ ).

*Tabella 4 – Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per vari periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento*

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,039	2,576	0,221
50	0,048	2,550	0,249
72	0,055	2,570	0,258
101	0,062	2,580	0,266
140	0,071	2,560	0,271
201	0,081	2,557	0,275
475	0,119	2,393	0,280
975	0,153	2,382	0,283
2475	0,204	2,395	0,291

(da Spettri di risposta del Consiglio Superiore LL.PP.)

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

### 5.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Lo studio di MS di livello 1 rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica ("MOPS").

Questa carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Gli studi di MS hanno l'obiettivo di individuare ad una scala comunale o subcomunale le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico

atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

Nello specifico, la cartografia MOPS individua e caratterizza:

- 1) le zone stabili: zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- 2) le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica: nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale. Sono le zone dove sono presenti terreni di copertura con spessori superiori ai 5 m;
- 3) le zone suscettibili di instabilità: nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto) quali instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali e cedimenti differenziali.

Osservando la FIGURA 16 si evince che l'area di interesse appartiene ad una zona stabile suscettibile di amplificazione locale (Zona 5) per possibili amplificazioni del moto sismico a seguito della situazione litostratigrafica locale, dove sono anche presenti fenomeni di subsidenza diffusa constatata da misure interferometriche.

In FIGURA 17 è riportato uno stralcio della tavola F del P.O.C. dove sono rappresentate le "colonne stratigrafiche tipo" che rappresentano lo sviluppo in profondità delle varie microzone omogenee. Le "colonne stratigrafiche tipo" derivano da un'analisi complessiva delle indagini geognostiche, ed in particolare delle perforazioni profonde e delle indagini simiche, in base alla quale sono state definite le aree di fondovalle caratterizzate da uniformi caratteristiche stratigrafiche di massima.





La ZONA 5 si riferisce a tutte le aree di fondovalle caratterizzate da sedimenti alluvionali olocenici affioranti di natura prevalentemente coesiva poco consistente. Essa è interessata dalla maggior parte delle indagini geognostiche in quanto vi si sviluppano gran parte dei centri urbani tra cui loc. Pappiana, San Jacopo, Le Maggiola, Ghezzano.



Figura 16 – Stralcio della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - Tav. D2 del piano operativo comunale 2020 del Comune di San Giuliano Terme (base CTR scala 1:10.000)




### Legenda

-  Limite comunale
-  Area di indagine MOPS
-  Tracce sezioni geolitologiche
-  Profondità presunta del substrato sismico

### FORME DI SUPERFICIE

-  Subsidenza diffusa constatata da misure interferometriche

### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

-  ZONA 5 - Depositi alluvionali attuali e recenti

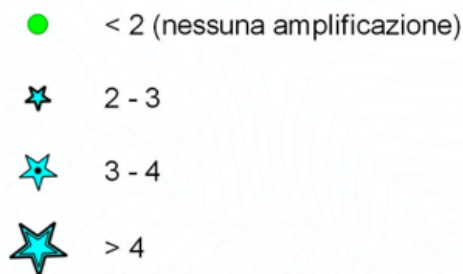
(continua)

### **MISURE DI FREQUENZA DI SITO (sismica passiva)**

Frequenza del picco di amplificazione (Hz), scala cromatica:



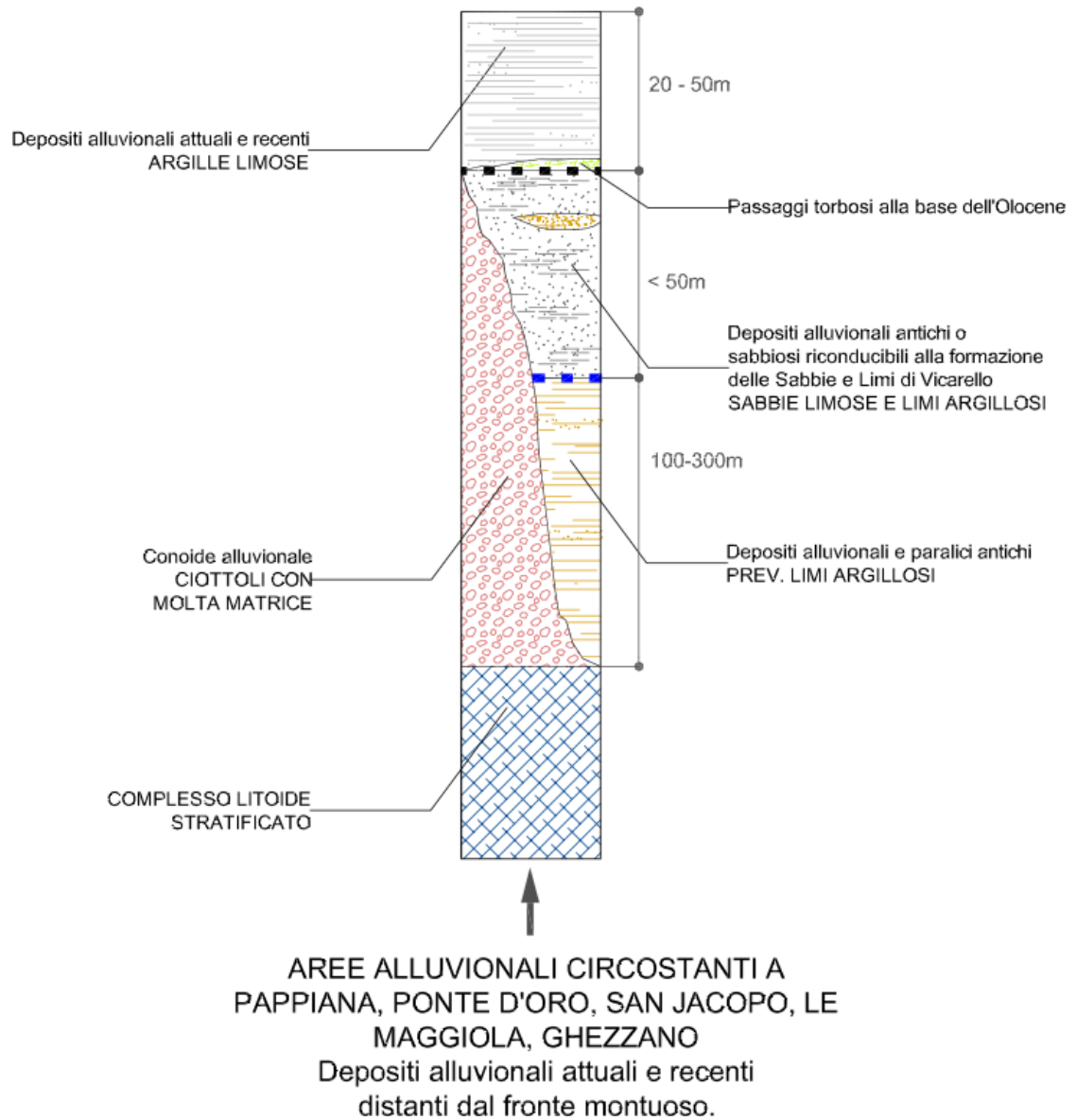
Ampiezza del picco di amplificazione (A0), scala dimensionale:



Le numerose perforazioni che caratterizzano la ZONA 5 mostrano prevalenti argille limose molto spesso torbose o fossilifere, di consistenza plastica, che raggiungono spessori compresi tra 20m e 60m. Le velocità di propagazione delle onde di taglio, registrate nelle numerose indagini geofisiche a disposizione (prevalentemente MASW) nei primi 30m sono comprese tra 150 m/s e 170 m/s (FIGURA 4).

L'analisi delle misure interferometriche satellitari ("persistent scattered" ERS, ENVISAT e CSK) del moto del suolo a disposizione sul Geoportale Nazionale, eseguita sempre nell'ambito delle indagini geologiche di supporto alla pianificazione del territorio comunale, evidenzia che nelle aree di Metato, Sant'Andrea in Pesciola e La Fontina-Ghezzeno, i movimenti verticali sembrano essere dovuti ad una subsidenza diffusa, con movimenti generalmente compresi tra 3 mm/anno e 10 mm/anno. Il fenomeno è pressoché indipendente dal costipamento indotto dai sovraccarichi degli edifici, ritrovandosi anche su edifici di molte decine di anni. A questo si aggiunge che gli edifici di recente realizzazione risentono di una subsidenza indotta dal sovraccarico edilizio. Questa condizione è particolarmente evidente nell'UTOE "33 La Fontina-Artigianale", dove le misure mostrano abbassamenti superiori a 10mm/anno.

Figura 17 – Colonna stratigrafica delle MOPS per la ZONA 5 - Tav. F del piano operativo comunale 2020 del Comune di San Giuliano Terme



## **6 Pericolosità – quadro conoscitivo**

### **6.1 Distretto Appennino Settentrionale – PGRA**

Con le delibere del Comitato Istituzionale Integrato n. 231 e n. 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, nel quale ricade il bacino del fiume Arno, con apposizione delle misure di salvaguardia.

Successivamente con delibera dello stesso Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato.

Il PGRA rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto sostituisce a tutti gli effetti, per ciò che riguarda la cartografia della pericolosità da alluvione, il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'Arno. Il lavoro svolto per l'applicazione dei disposti della direttiva nel bacino, ha infatti permesso di aggiornare e modernizzare il quadro conoscitivo esistente, renderlo coerente con i requisiti richiesti dalla Commissione europea (Direttiva "acqua" 2000/60/CE e Direttiva "alluvioni" 2007/60/CE) e, quindi, di giungere ad una semplificazione delle norme e delle procedure in materia di pericolosità e rischio di alluvioni. La disciplina di PGRA va quindi a subentrare alle disposizioni previste dalle norme dei PAI con particolare riguardo ai disposti del "Capo I – Pericolosità Idraulica".

Le misure del PGRA seguono quattro concetti fondamentali:

- quadro di pericolosità da alluvione condiviso e con modalità definite per il suo aggiornamento e sviluppo;
- direttive precise per la predisposizione degli strumenti urbanistici comunali con indicazione di cosa è opportuno prevedere e non prevedere nelle aree a pericolosità, lasciando al Comune il diritto di scelta finale;
- norme rigorose tese ad evitare l'aumento del rischio per gli insediamenti esistenti e tese a far sì che, in ogni caso, le previsioni siano eventualmente realizzate in condizioni tali da conoscere e gestire il rischio idraulico;
- competenza dell'Autorità per ciò che riguarda naturalmente l'aggiornamento del quadro conoscitivo del bacino, con rilascio di pareri solo per gli interventi del PGRA e per le opere pubbliche più importanti quali ospedali, scuole ed infrastrutture primarie, senza influire sulle attività edilizie la cui competenza è demandata, come è logico che sia, alla azione comunale.

In questa impostazione il ruolo delle Autorità di bacino, come quello delle regioni, diventa pertanto maggiormente orientato ad approfondire i temi del quadro conoscitivo e a fornire agli enti locali gli indirizzi in base ai quali poi gli stessi enti attuano, in piena

autonomia, le proprie scelte. La norma principale su cui è impostata tutta la disciplina di piano è che, sia nelle aree a pericolosità elevata che media, qualsiasi intervento edificatorio deve eventualmente essere realizzato in maniera tale da non provocare dei rischi per i beni esistenti e in condizioni tali da poter gestire il rischio a cui è soggetto. Nelle norme si parla, infatti, di “gestione” e non di “annullamento” del rischio. È un cambio considerevole d’impostazione poiché teoricamente consente anche di mantenere un rischio residuo, alla condizione che questo sia conosciuto e ben percepito dai soggetti in gioco, e quindi gestito responsabilmente al momento dell’evento. La disciplina si sviluppa quindi con direttive tese a considerare l’opportunità o meno di certe scelte di tipo urbanistico. Le direttive sono basate sull’analisi dei fatti accaduti negli ultimi anni, dei morti e dei danni che abbiamo subito; direttive che cercano di impedirne il ripetersi. Tuttavia, è poi sempre l’ente locale che decide, come è giusto che sia e come stabilisce la legge. Il Comune può seguire le proprie scelte ma, in ogni caso, dovrà rispettare la norma principale, ovvero che le eventuali realizzazioni non devono portare rischio agli altri e devono gestire il proprio.

Per quanto ci riguarda, le mappe di pericolosità e rischio da alluvioni del PGRA del bacino dell’Arno, indicano che il sito d’interesse specifico non risulta soggetto alla disciplina relativa a:

- pericolosità da alluvione costiera;
- aree di contesto fluviale;
- aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione.

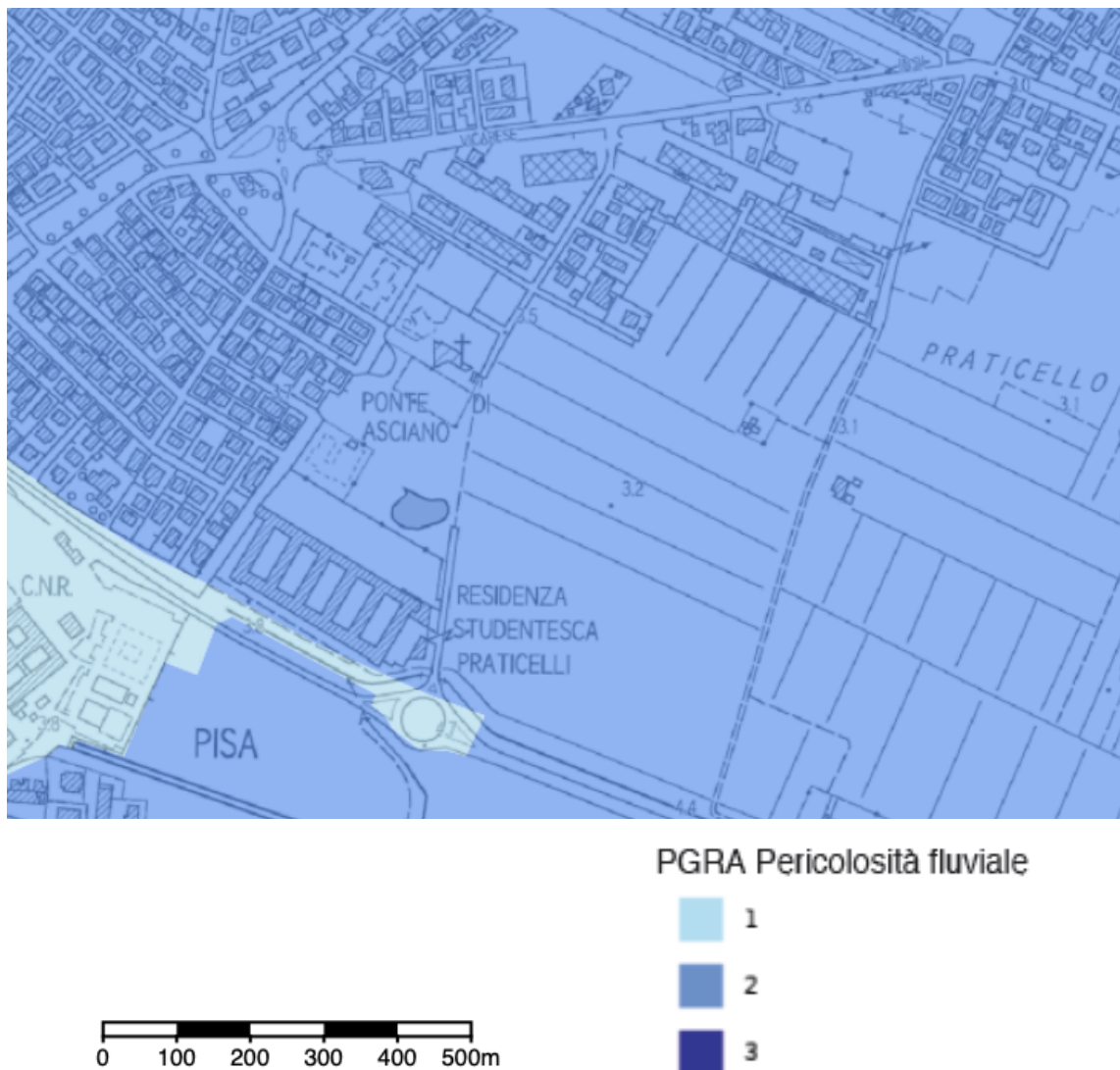
#### *6.1.1 Pericolosità da alluvione fluviale*

L’area di interesse ricade all’interno della classe di pericolosità da alluvione media (P2), relativa ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e  $\leq 200$  anni. (FIGURA 18).

Le norme della disciplina di piano (art. 9) prevedono che nelle aree P.2 l’Autorità di bacino si esprima tra l’altro su “*c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all’allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico*”.



Figura 18 – Pericolosità fluviale – PGRA Distretto Idrografico Appennino Settentrionale



### 6.1.2 Pericolosità derivata da fenomeni di flash flood

La mappa della pericolosità derivata da fenomeni Intensi e concentrati (flash flood) è ottenuta attraverso studi di tipo statistico e modellistico alla scala di elaborazione 1:10.000. La rappresentazione dei poligoni risultanti è su CTR 1:10.000 della Regione Toscana e della Regione Umbria, con errore di rappresentazione di scala di +/- 10 m (errore nominale alla scala 1:10.000).

Le mappe della propensione al verificarsi di fenomeni intensi e concentrati vengono periodicamente rielaborate dalle varie Autorità di bacino interessate in funzione delle

modifiche del quadro conoscitivo di base (aggiornamento serie storiche, revisione modellazione idrologica, ulteriori approfondimenti della ricerca scientifica).

In tale mappa viene rappresentata la distribuzione nel bacino della propensione al verificarsi di eventi intensi e concentrati; la rappresentazione è in quattro classi a propensione crescente.

L'area di intervento non ricade all'interno di una classe di pericolosità derivata da fenomeni di flash flood.

## 6.2 Comune di San Giuliano Terme - Piano Operativo Comunale

Le indagini geologiche di supporto alla pianificazione territoriale sono state redatte allo scopo di aggiornare il quadro delle Pericolosità Geologiche, idrauliche e sismiche alle normative vigenti e definire le condizioni di fattibilità delle previsioni urbanistiche inserite nel POC.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.53/R del 25 Ottobre 2011 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche", nel rispetto delle norme dei PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e del Fiume Serchio, del PGRA, e della D.C.R.T. n.72 del 24/07/07 di approvazione del nuovo Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana.

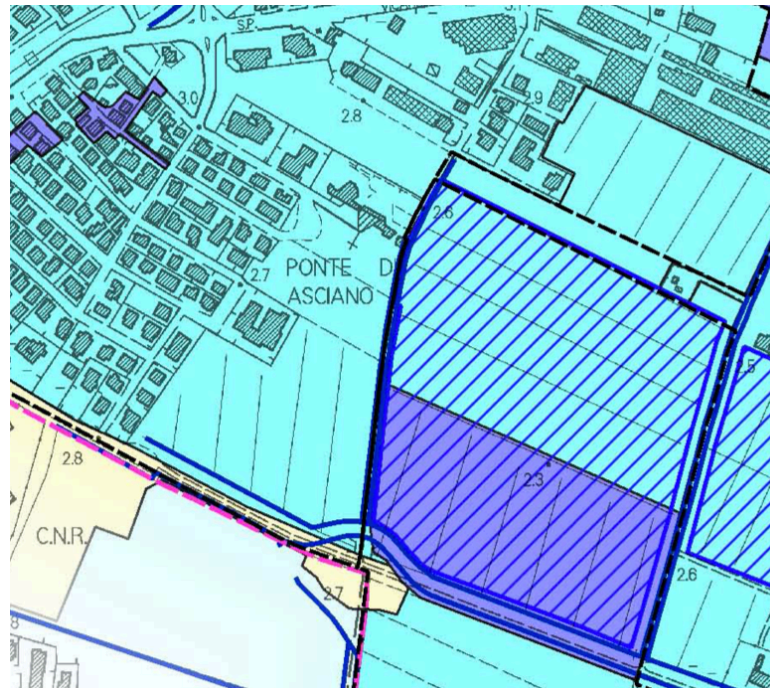
**Le direttive contenute nell'Allegato A del D.P.G.R. n. 53/R/2011, sono state abrogate in data 05 aprile 2020 con l'entrata in vigore del "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche." DPGR 30 gennaio 2020, n. 5/R.**

Le indagini geologiche di supporto al P.O.C. che sono riportate nella presente variante sono considerate sempre valide ed attuali ai sensi del **DPGR 30 gennaio 2020, n. 5/R.**

### 6.2.1 Pericolosità idraulica

In base allo studio idraulico di supporto alla pianificazione territoriale, l'area di interesse ricade all'interno della classe di pericolosità idraulica elevata I.3 alluvioni poco frequenti ai sensi della L.R. 41/2018, in quanto interessata da allagamenti con tempo di ritorno compreso tra 30 anni e 200 anni.

Figura 19 – Stralcio della carta della pericolosità idraulica - Tav. H1 del piano operativo comunale 2020 del Comune di San Giuliano Terme



#### I.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)

#### I.3 - Pericolosità idraulica elevata

Alluvioni poco frequenti ai sensi della L.R. 41/2018

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

- Da studio idraulico eseguito nella presente indagine
- Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

#### I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata

Alluvioni frequenti ai sensi della L.R. 41/2018

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

- Da studio idraulico eseguito nella presente indagine
- Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

---

Zona di salvaguardia idraulica

Corpi d'acqua

Reticolo idraulico di gestione Regione Toscana



Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata le norme tecniche di attuazione prevedono:

*In tali aree sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) relativi alla pericolosità idraulica molto elevata. Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:*

- a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della L.R. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;*
- b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/ o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;*
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;*
- d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) del paragrafo 3.2.2.1 del D.P.G.R. 53/R, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;*

- e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.*

#### 6.2.1.1 Rischio alluvioni

La Regione Toscana con la l.r. 41/2018 disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua nel rispetto del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni), al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, nonché al fine di mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico.

A tale scopo (Capo II della L.R. 41/2018), i comuni disciplinano i diversi usi e le trasformazioni del territorio nel rispetto della gestione del rischio di alluvioni di cui al d.lgs. 49/2010 facendo riferimento allo scenario per alluvioni poco frequenti (evento con tempo di ritorno  $\geq 200$  anni).

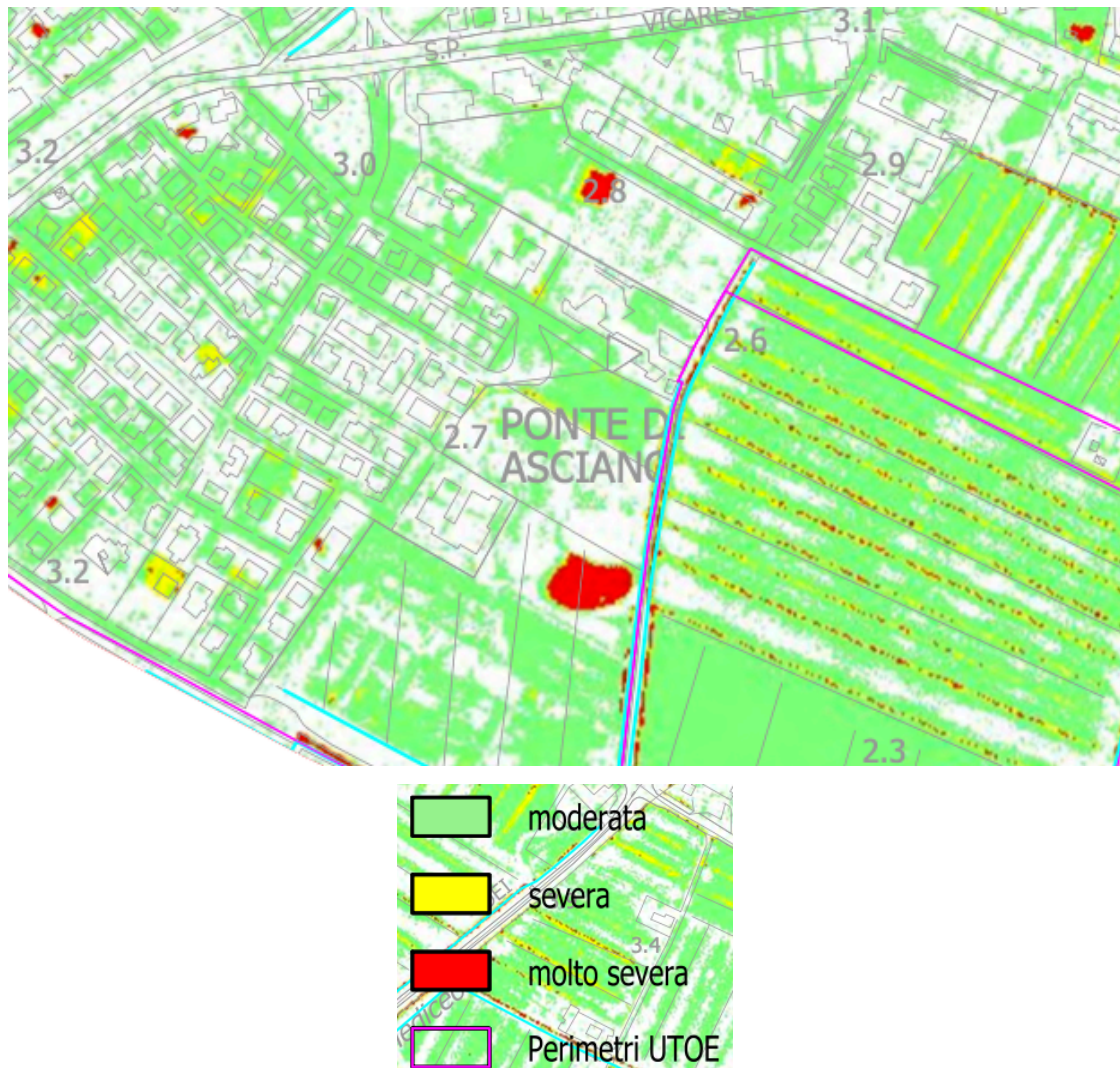
Nel rispetto delle disposizioni della L.R. 65/2014, ai fini del raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2<sup>5</sup>, i comuni, nei piani operativi o nelle relative varianti o nelle varianti ai regolamenti urbanistici, individuano nelle zone soggette ad alluvioni frequenti o poco frequenti, le opere di cui all'articolo 8 (L.R. 41/18), necessarie per l'attuazione delle trasformazioni urbanistico-edilizie nel rispetto della L.R. 41/18, secondo criteri di appropriatezza in relazione alla tipologia di intervento da realizzare nell'ambito della gestione del rischio di alluvioni, unitamente ai costi ed ai benefici di natura economica ed ambientale in coerenza con il d.lgs. 49/2010.

Le opere necessarie per la gestione del rischio di alluvioni, rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, connesso alle trasformazioni urbanistico- edilizie, sono differenziate sia in funzione della frequenza di accadimento dei fenomeni alluvionali, valutata tramite la classe di pericolosità idraulica sia in funzione dell'intensità del fenomeno idraulico, valutata tramite la magnitudo idraulica, ovvero la combinazione del battente e della velocità della corrente.

---

<sup>5</sup> "rischio medio R2", definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del d.l. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

Figura 20 – Stralcio della carta della magnitudo idraulica globale TR200 - Tav. Q4.9 del piano operativo comunale 2020 del Comune di San Giuliano Terme



- **h1)** “magnitudo idraulica moderata”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 m e velocità inferiore o uguale a 1 m/s. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 m;
- **h2)** “magnitudo idraulica severa”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 m e velocità superiore a 1 m/s oppure battente superiore a 0,5 m e inferiore o uguale a 1 m e velocità inferiore o uguale a 1 m/s. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 m e inferiore o uguale a 0,5 m;
- **h3)** “magnitudo idraulica molto severa”: battente superiore a 0,5 m e inferiore o uguale a 1 m e velocità superiore a 1 m/s oppure battente superiore a 1 m. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 m.

Figura 21 – Stralcio della carta dei battenti idraulici di modello TR200 - Tav. Q2.9 del piano operativo comunale 2020 del Comune di San Giuliano Terme



### 6.2.2 Pericolosità geologica

L'area di interesse ricade all'interno della classe di pericolosità geologica elevata (G.3) in quanto trattasi di aree di fondovalle subsidenti, registrate sulla base delle misure interferometriche satellitari ("persistent scattered" ERS, ENVISAT e CSK) del moto del suolo rese pubbliche sul Geoportale Nazionale.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologica elevata le norme tecniche di attuazione prevedono

- a) *la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;*
- b) *gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono comunque essere tali da:*
  - *non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
  - *non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni;*
  - *consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;*
- c) *in presenza di interventi di messa in sicurezza sono predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;*
- d) *l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, sono certificati;*
- e) *possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.*

### 6.2.3 Pericolosità sismica

L'area di interesse ricade all'interno della classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3) sia per la presenza di terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti del terreno (zone suscettibili di Cedimenti Differenziali e/o con Subsidenza diffusa) sia perché rientra tra le zone alluvionali suscettibili di Amplificazione Stratigrafica del moto del suolo, avendo restituito picchi di ampiezza superiore a 3 nel rapporto H/V (FIGURA 16).

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica elevata le norme tecniche di attuazione prevedono per l'area di interesse che siano valutati i seguenti aspetti:



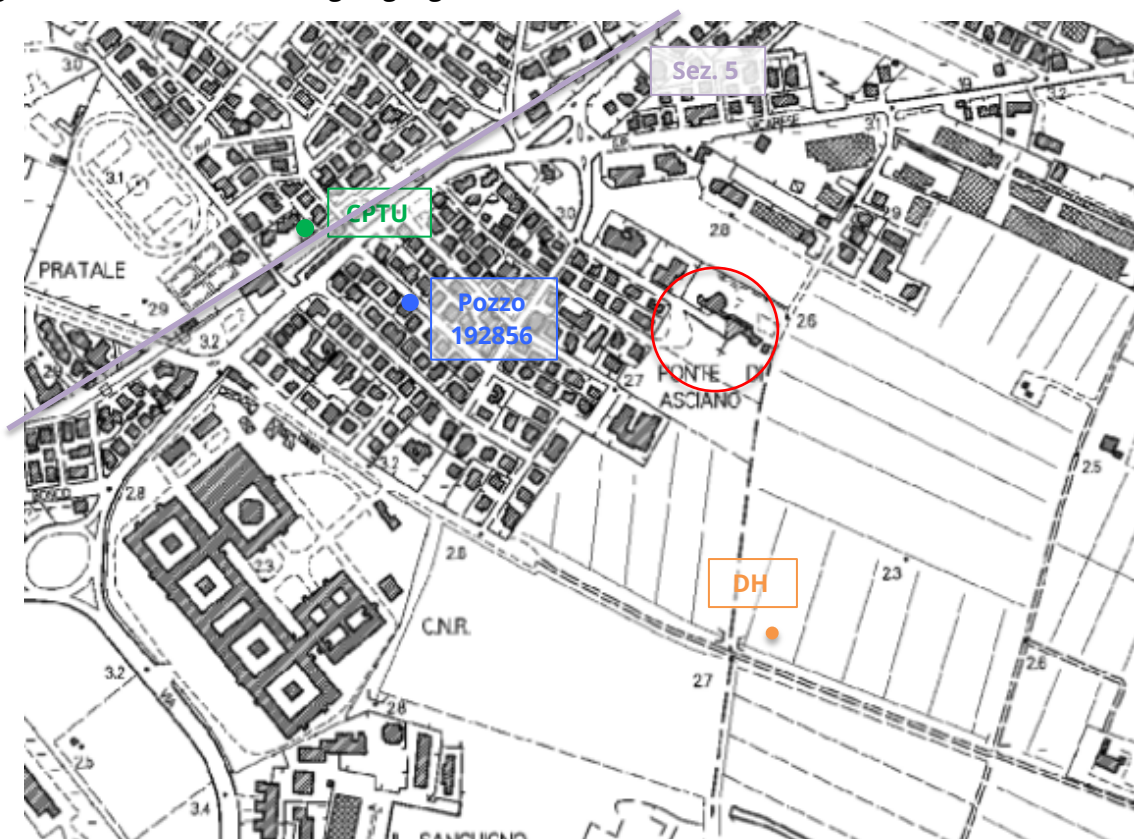
*In queste aree, in sede di predisposizione dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti:*

- a) *nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;.....omissis*

## 7 Indagini geognostiche

Nel caso specifico gli edifici di nuova costruzione ricadono nella classe d'indagine n.2 ai sensi dell'art.7 del regolamento 36/R per cui sono state utilizzate le indagini geognostiche disponibili eseguite nelle aree adiacenti caratterizzate dagli stessi contesti geologici, geomorfologici e geotecnici e nel caso specifico si farà riferimento alle indagini geognostiche utilizzate a supporto del progetto per un'addizione volumetrica in loc. La Fontina, nella fraz. Ghezzano, ubicate come rappresentato in FIGURA 22 e gentilmente concesse dal Sig. Enrico Parenti.

*Figura 22 – Ubicazione indagini geognostiche*



C.T.R. 10K in scala 1:8.000

Le indagini geognostiche utilizzate, oltre al rispetto della normativa, permettono di ricostruire in modo adeguato alle opere in progetto il modello geologico - tecnico dei terreni alluvionali della porzione di pianura su cui sorge la chiesa.

Il dettaglio delle indagini è riportato in ALLEGATO 1.

La prova penetrometrica statica con piezocono elettrico (CPTU) è stata preceduta da infissione con punta meccanica tipo Begemann così da permettere il superamento dello strato di terreno di riporto e iniziare l'infissione con punta elettrica all'interno del terreno naturale, così da ricostruire con continuità e in modo accurato le caratteristiche geotecniche dei terreni alluvionali di fondazione.

Al fine di ricostruire con accuratezza il profilo delle onde sismiche di taglio in loc. "I Praticelli" è stata utilizzata una prospezione sismica in foro tipo Down Hole (DH) eseguita lungo la Via G. Moruzzi in data Giugno 2015.

## 7.1 Interpretazione della prospezione sismica

Nella seguente TABELLA 6 è riportata la sintesi dei risultati forniti dall'elaborazione della prova DH, che individua n.4 sismostrati

*Tabella 5 – Sintesi risultati prospezione sismica DH*

Id. sismostrato	Profondità sismostrato	V <sub>P</sub>	V <sub>SH</sub>	Modulo Poisson	G <sub>0</sub>
	m	m/s		μ	MPa
s1	0 - 6	613	239	0,37	110,74
s2	6 - 16	786	111	0,48	23,89
s3	16 - 22	1028	120	0,48	27,92
s4	22 - 30	1565	334	0,46	216,28

I risultati della prova DH evidenziano una riduzione nella velocità delle onde SH con la profondità, nei primi 16 m; ma, in accordo con gli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (dip. Della Protezione civile – 2008), la presenza di una inversione di velocità nel profilo delle Vs di una successione litostratigrafia si intende realizzata quando un terreno rigido sovrasta stratigraficamente un terreno meno rigido (soffice) con un rapporto  $V_{s\text{ rig}}/V_{s\text{ sof}} > 2$ , con la Vs dello strato più rigido maggiore di 500 m/s.

In TABELLA 7 è riportato il profilo verticale dalla velocità delle onde SH assumendo il piano di fondazione pari a -1,0 m di profondità rispetto al p.c, da cui risulta una velocità media  $V_{S30}$  delle onde di taglio pari a **160 m/s**.

*Tabella 6 – Profilo verticale della velocità delle onde SH*

<b>Profondità alla base dello strato [m]</b>	<b>Spessore [m]</b>	<b>Vs [m/s]</b>
5	5	239
15	10	111
21	6	120
30	9	334

Osservando il profilo verticale dalla velocità delle onde SH si può notare che i bassi valori di  $V_{SH}$  sono associabili ai terreni poco consistenti individuati dalla prova CPTU caratterizzata da valori di resistenza alla punta piuttosto bassi a partire dai 4,5 m di profondità.

Scendendo in profondità si osserva un contrasto di impedenza sismica alla profondità di 22 m, associabile probabilmente alla presenza di terreni più consistenti e/o con una matrice più sabbiosa.

La frequenza di risonanza  $f_0$  di una copertura sedimentaria di spessore H sovrapposta a un basamento rigido e in condizioni di stratificazione piana è data dal rapporto fra la velocità media delle onde s nel sedimento ( $V_s$ ) e quattro volte lo spessore H del sedimento.

$$f_0 = V_s/4H$$

Utilizzando questa relazione è possibile risalire alla frequenza caratteristica pari a 1,78 Hz per il contrasto di impedenza individuato alla profondità di 22 m, associando allo spessore di copertura il relativo valore di  $V_{seq}$ .

I danni maggiori agli edifici durante uno scuotimento sismico si hanno quando si innesca il fenomeno detto della “doppia risonanza” cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale della copertura sedimentaria e la frequenza propria di vibrazione dei manufatti ivi edificati.



## 8 Modello geologico

L'area di studio ricade nell'ambito della pianura di Pisa costituita dai depositi alluvionali del fiume Arno dove sono prevalenti i terreni argillosi (FIGURA 3). La sezione geologica di FIGURA 4 evidenzia come lo spessore dei terreni alluvionali fini caratterizza all'incirca i primi 50 m di profondità.

In relazione all'opera in progetto, il volume significativo è caratterizzato sostanzialmente da argille limose.

## 9 Caratterizzazione geotecnica

### 9.1 Prova penetrometrica CPTU

L'elaborazione della prova CPTU è stata condotta impostando il software secondo i seguenti criteri:

- Il peso di volume è stato attribuito in base all'esperienza ed è stato considerato costante per tutta la verticale indagata.
- Il software ha stimato autonomamente ogni 1 cm, in base alla resistenza per attrito laterale normalizzata  $F_r$ , il coefficiente  $N_{kt}$  per la determinazione della resistenza al taglio non drenata  $S_u$  dei terreni fini.

Si può riscontrare un'ottima corrispondenza con la successione stratigrafica dei depositi alluvionali descritta nel modello geologico.

I parametri geotecnici ottenuti dalle prove penetrometriche CPTU sono riportati in ALLEGATO 1 dove è presentata la sezione geotecnica determinata suddividendo il profilo penetrometrico sostanzialmente in base alla resistenza all'avanzamento incontrata dalla punta penetrometrica. Inoltre, sono riportate le analisi statistiche per ciascuno strato geotecnico ed indicate le formule di correlazione empirica utilizzate nella determinazione dei parametri geotecnici.

## 10 Criteri generali di fattibilità

In merito alla valutazione della fattibilità degli interventi edilizi in oggetto, nei capitoli seguenti si farà riferimento ai criteri generali di fattibilità indicati ai capitoli 3.2), 3.3), 3.4), 3.5) e 3.6) delle “direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche” in allegato A alla D.G.R. n.31 del 20 gennaio 2020, di cui al comma 3 dell’art.2 del **D.P.G.R. 5/R/2020**.

### 10.1 Fattibilità degli interventi secondo le N.T.A. del P.O.C. (maggio 2020)

La seguente TABELLA 7 riporta un riepilogo della classe di fattibilità degli interventi in progetto in base alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Operativo Comunale, semplicemente al fine di agevolare la comprensione del quadro di fattibilità di partenza. Allo stesso tempo, si sottolinea che tale tabella fa riferimento all’abrogato regolamento 53/R/2011, per cui è superata dai criteri di fattibilità indicati nei capitoli successivi della presente variante al P.O.C.

### 10.2 Fattibilità in relazione agli aspetti geologici (D.P.G.R. 5/R/2020)

La fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all’esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

### 10.3 Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni (D.P.G.R. 5/R/2020)

Nel rispetto delle disposizioni della L.R. 65/2014, ai fini del raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2<sup>6</sup>, i comuni, nei piani operativi o nelle relative varianti o nelle varianti ai regolamenti urbanistici, individuano nelle zone soggette ad alluvioni frequenti o poco frequenti, le opere di cui all’articolo 8 (L.R. 41/18), necessarie per l’attuazione delle trasformazioni urbanistico-edilizie nel rispetto della L.R. 41/18, secondo criteri di appropriatezza in relazione alla tipologia di intervento da realizzare nell’ambito della gestione del rischio di alluvioni, unitamente ai costi ed ai benefici di natura economica ed ambientale in coerenza con il d.lgs. 49/2010.

L.R. 41/2018, CAPO II (Gestione del rischio di alluvioni), **Art. 8 (Opere per la gestione del rischio di alluvioni):**

1. *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:*
  - a) *opere idrauliche che assicurano l'assenza di allagamenti rispetto ad eventi poco frequenti;*
  - b) *opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata, unitamente ad opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;*
  - c) *opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;*
2. *Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione delle seguenti opere:*
  - a) *opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque;*
  - b) *opere o interventi diretti a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione della trasformazione urbanistico- edilizia, a condizione che:*
    - 1) *nell'area di destinazione non si incrementi la classe di magnitudo idraulica;*
    - 2) *sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento.*
3. *Le opere o interventi di cui al comma 2, lettera b), sono previste negli strumenti urbanistici e sono realizzate previa verifica di compatibilità idraulica effettuata dalla struttura regionale competente in relazione al titolo abilitativo di riferimento.*
4. *Le opere idrauliche di cui al comma 1, lettere a) e b), sono realizzate prima o contestualmente all'attuazione della trasformazione urbanistico-edilizia. L'attestazione di agibilità degli immobili oggetto delle trasformazioni urbanistico-edilizie è subordinata al collaudo di tali opere idrauliche.*

Gli **interventi di nuova costruzione** all'interno del perimetro del territorio urbanizzato in aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, nel caso di magnitudo idraulica moderata sono disciplinati dal Capo III della L.R. 41/2018, art.11.

Nel caso specifico:

- possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c). (art. 11, comma 2)
- possono essere realizzati volumi interrati a condizione che non sia superato il rischio medio R2. (art. 11, comma 5)

Gli **interventi sul patrimonio edilizio esistente** all'interno del perimetro del territorio urbanizzato in aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, nel caso di magnitudo idraulica moderata sono disciplinati dal Capo III della L.R. 41/2018, art.12.

Nel caso specifico:

- 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). Il presente comma trova applicazione anche nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale ad un intervento sul patrimonio edilizio esistente oppure nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale all'ampliamento e all'adeguamento di opere pubbliche. (art. 12, comma 2)
- sono sempre ammessi gli incrementi volumetrici finalizzati al superamento delle barriere architettoniche. (art. 12, comma 2 bis)
- sono comunque ammessi gli incrementi volumetrici che non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque, non sottraggono volume di laminazione e non aggravano le condizioni di rischio in altre aree. (art. 12, comma 3)
- sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, nonché i frazionamenti comportanti la creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o, comunque, adibiti al pernottamento, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b). (art. 12, comma 7)

Le **infrastrutture lineari o a rete** all'interno del perimetro del territorio urbanizzato in aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, nel caso di magnitudo idraulica moderata sono disciplinati dal Capo III della L.R. 41/2018, art.13.

Nel caso specifico:

- Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali (art. 13, comma 2)
- Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:
  - a) itinerari ciclopeditoni, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
  - b) parcheggi in superficie, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;

omissis..... (art. 13, comma 4)

La TAVOLA 1 rappresenta la sovrapposizione degli interventi in progetto sullo stato attuale dei luoghi, mentre la TAVOLA 2 sovrappone gli interventi in progetto ai battenti idraulici di modello TR200 di cui alla FIGURA 21.

La seguente TABELLA 8 riporta la quota di sicurezza rispetto al piano campagna per prevenire il rischio da alluvioni e rappresenta una sintesi della fattibilità ai sensi del regolamento 5/R/2020, ovvero la sopraelevazione di cui all'articolo 8, comma 1, lettera c).

Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree sarà assicurato attraverso la realizzazione di opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso il vicino corpo idrico recettore, come schematizzato in TAVOLA 1, garantendo la buona regimazione delle acque.

#### 10.4 Fattibilità in relazione alle alluvioni costiere (D.P.G.R. 5/R/2020)

Nessun vincolo di fattibilità in quanto non applicabile

Tabella 7 – Fattibilità degli interventi in progetto – Art.39.9 e Art.40 delle N.T.A. (maggio 2020) del P.O.C.

Interventi in progetto		Pericolosità geologica e sismica				Pericolosità idraulica		
Id.	Descrizione	Id.*	Trasformazioni ed attività*	G3 valle	S3	Id.*	Trasformazioni ed attività*	I3
<b>A1</b>	ampliamento dell'attuale parrocchia per quanto riguarda le aule di catechismo	1b	Interventi sul patrimonio edilizio esistente con incrementi di carico urbanistico, incrementi di superficie coperta e di volume e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	<b>F3</b>	<b>F3</b>	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	<b>F4</b>
<b>A2</b>	ampliamento dell'attuale chiesa per quanto riguarda spazio ufficio per la casa del prete	1b		<b>F3</b>	<b>F3</b>	6		<b>F4</b>
<b>A3</b>	ampliamento dell'attuale parrocchia per quanto riguarda un salone parrocchiale	1b		<b>F3</b>	<b>F3</b>	6		<b>F4</b>
<b>A4</b>	ampliamento di pensiline esistenti.	1b		<b>F3</b>	<b>F3</b>	6		<b>F4</b>
<b>B1</b>	Corpo edilizio adibito a spogliatoi/deposito/vano tecnico	2	Nuove edificazioni, compresa la ristrutturazione urbanistica e la ristrutturazione edilizia ricostruttiva, addizioni volumetriche di edifici esistenti, sostituzione edilizia	<b>F3</b>	<b>F3</b>	3	Nuove edificazioni	<b>F4</b>
<b>B2</b>	Corpo edilizio adibito a bar/cucina/medicheria/servizi	2		<b>F3</b>	<b>F3</b>	3		<b>F4</b>
<b>B3</b>	campo sportivo polifunzionale coperto da tensostruttura	2		<b>F3</b>	<b>F3</b>	3		<b>F4</b>
<b>B4</b>	campo sportivo all'aperto basket	2		<b>F3</b>	<b>F3</b>	3		<b>F4</b>

*Indagini geologiche*

Interventi in progetto		Pericolosità geologica e sismica				Pericolosità idraulica		
Id.	Descrizione	Id.*	Trasformazioni ed attività*	G3 valle	S3	Id.*	Trasformazioni ed attività*	I3
<b>B5</b>	campo sportivo all'aperto calcio	2	Nuove edificazioni, compresa la ristrutturazione urbanistica e la ristrutturazione edilizia ricostruttiva, addizioni volumetriche di edifici esistenti, sostituzione edilizia	<b>F3</b>	<b>F3</b>	3	Nuove edificazioni	<b>F4</b>
<b>B6</b>	bocciodromo	2		<b>F3</b>	<b>F3</b>	3		<b>F4</b>
<b>B7</b>	area di parcheggio pubblico	7	Parcheggi a raso ad uso pubblico e/o privato	<b>F3</b>	<b>F3</b>	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	<b>F4</b>
<b>B8</b>	area di parcheggio privato	7		<b>F3</b>	<b>F3</b>	11		<b>F4</b>

\* Appendice b) delle N.T.A. (maggio 2020) del P.O.C. del Comune di San Giuliano Terme

**F3** classe di fattibilità come definita dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R

**F4** classe di fattibilità come definita dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R per la quale deve essere prioritariamente verificato che l'intervento rientri tra quelli consentiti dalla L.R. 24/07/2018 n° 41, (disposizioni in materia di gestione del rischio di alluvioni e potenziamento della tutela dei corsi d'acqua)

Tabella 8 – Fattibilità degli interventi in progetto in relazione al rischio alluvioni (D.P.G.R. 5/R/2020)

<i><b>Id.</b></i>	<i>Descrizione intervento</i>	<i>Trasformazione</i>	<i>Battente idraulico di modello TR200 (rif. Fig. 21)</i>	<i>Quota di sicurezza (dal p.c.)*</i>
<b>A1</b>	ampliamento dell'attuale parrocchia per quanto riguarda le <b>aule di catechismo</b>	Interventi sul patrimonio edilizio esistente	< 30 cm	45 cm
<b>A2</b>	ampliamento dell'attuale chiesa per quanto riguarda <b>spazio ufficio</b> per la casa del prete	Interventi sul patrimonio edilizio esistente	0 cm	20 cm
<b>A3</b>	ampliamento dell'attuale parrocchia per quanto riguarda un <b>salone parrocchiale</b> che avrà un'altezza in gronda di 4,85 m per un volume lordo di 176,4 mc	Interventi sul patrimonio edilizio esistente	0 cm	20 cm
<b>A4</b>	ampliamento di pensiline esistenti.	Interventi sul patrimonio edilizio esistente	A4.1 = 0 cm	20 cm
			A4.2 = 0 cm	20 cm
			A4.3 = 0 cm	20 cm
			A4.4 = 0 cm	20 cm
			A4.5 < 30 cm	25 cm
			A4.6 < 30 cm	25 cm
<b>B1</b>	Corpo spogliatoi/deposito ( <b>magazzino Caritas</b> )/vano tecnico (corpo edilizio a sud a forma di piramide tronca) che avrà un'altezza in gronda di 3,65 m per un volume lordo di 751 mc	Interventi di nuova costruzione	< 30 cm	45 cm
<b>B2</b>	Corpo edilizio a nord di quello soprascritto a forma di esagono sarà adibito a bar/cucina/medicheria/servizi ( <b>circolo parrocchiale</b> ) e avrà un'altezza in gronda di 4,70 m per un volume lordo di 821 mc.	Interventi di nuova costruzione	< 30 cm	45 cm
<b>B3</b>	campo sportivo polifunzionale coperto da tensostruttura	Interventi di nuova costruzione	< 30 cm	35 cm



*Indagini geologiche*

<b>Id.</b>	<b>Descrizione intervento</b>	<b>Trasformazione</b>	<b>Battente idraulico di modello TR200 (rif. Fig. 21)</b>	<b>Quota di sicurezza (dal p.c.)*</b>
<b>B4</b>	campo sportivo all'aperto basket	Interventi di nuova costruzione	< 30 cm	25 cm
<b>B5</b>	campo sportivo all'aperto calcio	Interventi di nuova costruzione	< 30 cm	25 cm
<b>B6</b>	bocciodromo	Interventi di nuova costruzione	30 cm < b < 60 cm	50 cm
<b>B7</b>	moduli prefabbricati per il deposito provvisorio delle attrezzature necessarie alle varie attività ricreative, fieristiche e sportive	Interventi di nuova costruzione	B7.2 = 0 cm B7.3 = 0 cm	20 cm 20 cm
<b>C1</b>	area di parcheggio pubblico	Infrastrutture lineari o a rete	< 30 cm	25 cm
<b>C2</b>	area di parcheggio privato in autobloccanti su sottofondo drenante	Infrastrutture lineari o a rete	C2.1 < 30 cm C2.2 = 0 cm	25 cm 20 cm
<b>C3</b>	Pista ciclabile	Infrastrutture lineari o a rete	< 30 cm	25 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.” – Norme Tecniche di Attuazione del Piano Operativo Comunale del Comune di San Giuliano Terme.

## 10.5 Fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica (D.P.G.R. 5/R/2020)

Nessun vincolo di fattibilità in quanto si ritiene che la previsione in oggetto non vada ad incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica.

## 10.6 Fattibilità in relazione agli aspetti sismici (D.P.G.R. 5/R/2020)

In sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, nel caso specifico sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:

- essendo in presenza di terreni di fondazione particolarmente scadenti, siano effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
- essendo nell'ambito di zone alluvionali suscettibili di Amplificazione Stratigrafica del moto del suolo, siano raccolti i dati bibliografici oppure sia effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica entro le coperture stesse.

La valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

- realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nella classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
- realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

Marco Bani Micheletti, geologo

Documento firmato digitalmente