

COMMITTENTE	Gruppo Pirani PGD S.r.l.
LOCALITÀ	CAMAIORE (LU) Via Sterpi - via Fonda
OGGETTO	VARIANTE DI RIMODULAZIONE DELLA SCHEDA NORMA TR.4.2 DEL PIANO OPERATIVO COMUNALE CON CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO E CONTESTUALE RICHIESTA DI PIANO ATTUATIVO

## Cotefa.ingegneri&architetti

Sede legale, amministrativa, operativa

25124 Brescia, via Cefalonia n. 70

tel. +39.030.220692 +39.030.2424177 fax +39.030.220655

Sede operativa

27100 Pavia, via Frank n. 11

tel. +39.0382.303999 fax +39.0382.1753916

e-mail cotefa@cotefa.com



**Luca Niccoli**-GEOLOGO  
geologia-idrogeologia-ambiente

TECNICO  
INCARICATO

DOTT. GEOL. LUCA NICCOLI

**GRUPPO PIRANI PGD SRL**

Via Solferino, 7

20121 MILANO (MI)

C. F. e P. IVA 01825340191

REV.	DESCRIZIONE REVISIONE	REDAZ.	DATA	CONTR.	DATA	APPROV.	DATA
0	PRIMA STESURA	L.N.	21/11/2024	L.N.	21/11/2024	L.N.	21/11/2024
1	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI COMUNE E ENTI	L.N.	31/10/2025	L.N.	31/10/2025	L.N.	31/10/2025
2	--	--	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--	--	--

ELABORATO	FASE						
	VARIANTE ALLA SCHEDA NORMA TR.4.2						
	DESCRIZIONE DISEGNO						
AII.04	AREA a						
	RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA DI FATTIBILITA'						
SCALA	-	DATA	21/11/2024	PROT.	23-11	ARCH.GEN.	50538

# COMUNE DI CAMAIORE

## PROVINCIA DI LUCCA



RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA DI FATTIBILITA' PER VARIANTE DI RIMODULAZIONE  
DELLA SCHEDA NORMA TR.4.2 DEL PIANO OPERATIVO COMUNALE CON  
RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA E CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO AREA VIA  
STERPI – VIA FONDA

COMMITTENTE: PIRANI GROUP S.r.l.

PROGETTISTI: COTEF.A.INGEGNERI&ARCHITETTI

*Ottobre 2025*

*Dott. Geol. Luca Niccoli*

**LUCA NICCOLI – GEOLOGO**

Via Palestro 62, 54100 Massa Tel. 329 2945867, Fax 0585 042592  
P.I. 01048850455

## INDICE

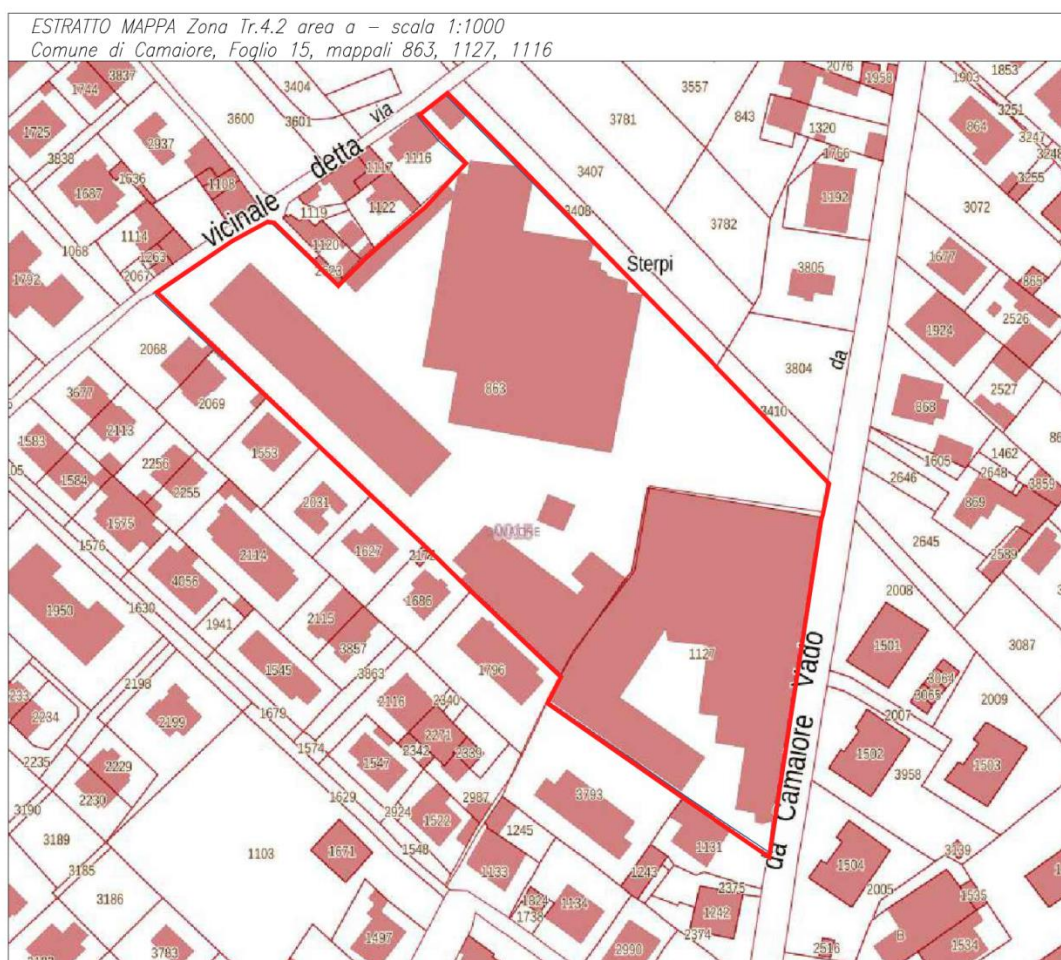
1.- PREMESSA .....	3
1.1 Aspetti normativi .....	4
1.2 Inquadramento dell'area e descrizione dell'intervento .....	6
2.- INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO .....	9
2.1.- Morfologia .....	9
2.2.- Geologia e geomorfologia .....	10
2.3 Inquadramento litotecnico .....	15
2.4.- Condizioni idrogeologiche del sito .....	17
3. FENOMENO SINKHOLE .....	29
4- INDAGINI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SINKHOLE .....	36
4.1 Indagine Microgravimetrica .....	36
4.1 Sondaggi geognostici .....	42
4.1 Tomografie sismiche .....	43
5- MODELLO GEOTECNICO .....	49
5.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione .....	51
6- LOCALIZZAZIONE SISMICA E CALCOLO AZIONI SISMICHE .....	54
6.1- Sismicità a Scala Regionale .....	54
4.2- Caratterizzazione sismica del sito .....	58
5.1 Pericolosità Geologica .....	21
5.2 Pericolosità Idraulica .....	24
5.3 Pericolosità Sismica .....	28
6. FATTIBILITA' DEL PIANO ATTUATIVO .....	63
6.1 Fattibilità geologica .....	66
6.2 Fattibilità Idraulica .....	70
6.3 Fattibilità Sismica .....	76
7. VALUTAZIONI AMBIENTALI E TUTELA IDROGEOLOGICA .....	79
7.1 –Tutela delle risorse idriche superficiali .....	79
7.2 Disposizioni in materia di permeabilità dei suoli e del deflusso sotterraneo .....	80
7.2.1 Invarianza Idraulica .....	80
7.2.2 –Tutela delle risorse idriche sotterranee .....	83
7.2.3 - Piano di Gestione delle Acque del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (PGA). .....	84
7.3 –Terre e rocce da scavo .....	85



## 1.- PREMESSA

Su incarico della Pirani Group, è stata redatta la presente relazione geologica tecnica di fattibilità, in ottemperanza al D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/Ra supporto della richiesta di "Variante per la rimodulazione della Scheda Norma Tr.4.2 del Piano Operativo Comunale con cambio di destinazione d'uso e con contestuale richiesta di Piano Attuativo" su area posta in Via Via Sterpi –Via Fonda in centro a Camaiore, al fine di realizzazione una media struttura di vendita e attività di vicinato, secondo quanto previsto dal relativo progetto redatto dal gruppo di progettazione COTEFA.

L'area è censita catastalmente nei mappali 863, 1127, 1116 del Foglio 15





Questo studio ha lo scopo di verificare la corrispondenza dello stato attuale dei luoghi con il quadro conoscitivo e di pericolosità delineato negli Strumenti Urbanistici comunali e negli studi conoscitivi successivamente elaborati, per quanto concerne gli aspetti geologici geomorfologici, idrogeologici, idraulici e sismici, nel rispetto ed in attuazione degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati ed attualmente vigenti.

Tale verifica, supportata dagli esiti degli approfondimenti di indagini condotti, permette di definire le condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica del sito di interesse, al fine di valutare la fattibilità delle trasformazioni in progetto e le loro condizioni di attuazione. Queste ultime si traducono in limitazioni e vincoli alle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità, nonché a prescrizioni circa gli studi e gli approfondimenti di indagini da eseguirsi a livello edilizio, alle opere da realizzare ed agli accorgimenti tecnico-costruttivi da mettere in atto per la mitigazione dei rischi.

Il presente elaborato è stato sviluppato in riferimento ai dati raccolti e già sintetizzati nel Piano Strutturale e dal Piano Operativo Comunale POC, del Comune di Camaiore.

La relazione geologica di fattibilità comprensiva di certificazione di adeguatezza delle indagini geologiche viene depositata, quindi, presso la Regione Toscana - Ufficio Genio Civile competente per il controllo ai sensi dell'art. 7 punto c) secondo la modulistica indicata dal Decreto n° 5/R del 30/01/2020.

## **1.1 Aspetti normativi**

Il seguente lavoro è stato svolto in ottemperanza alle leggi vigenti in materia, e con particolare riferimento a:

- D.P.G.R. n. 29 del 20.01.2020 – Regolamento 5/R del 30.01.2020 “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”;

- D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R: “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”;
- L.R. n. 41 del 24/07/2018 (Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni);
- D.lgs 152/06 e s.m.i..
- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018);
- D.G.R. 14 aprile 2011, n. 261: “OPCM 3907/2010, art. 2, comma 1, lett. a) – Studi di Microzonazione Sismica. Approvazione delle specifiche tecniche regionali per l’elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica.”;
- Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica – GdL DPC/Regioni. Documento approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008;
- POC Comune di Camaiore
- Piano Strutturale del Comune di Camaiore
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell’Autorità di bacino distrettuale dell’Appennino Settentrionale
- Delibera GRT n°421 del 26/05/2014 – Classificazione sismica dei Comuni della Toscana

In riferimento alle normative vigenti in tema di pianificazione relativamente alle indagini geologiche di supporto, l’Allegato A della Delibera n. 31 del 20-01-2020 “Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche” di cui alla D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020, stabilisce quanto segue:

*“4. Direttive per la formazione dei piani attuativi*

*I piani attuativi sono corredati da una relazione contenente gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano stati indicati necessari nel piano operativo oppure indicazioni sulla tipologia delle*

*indagini da eseguire o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

*Qualora il piano operativo abbia subordinato la loro attuazione alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di mitigazione del rischio, la relazione contiene anche il progetto delle opere previste, con una descrizione dettagliata delle caratteristiche, delle dimensioni e degli effetti attesi, delle eventuali attività di monitoraggio e loro durata.*

*La relazione dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento, relativamente agli aspetti geologico, idraulico e sismico. In caso contrario, è necessario procedere ad aggiornare tale quadro conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle mutate condizioni di pericolosità. Lo studio adotta le metodologie di analisi e di redazione cartografica contenute nelle presenti direttive ed è condotto alla scala di redazione del piano attuativo. Per la predisposizione delle relative varianti, si applicano le disposizioni di cui al presente paragrafo, in relazione agli ambiti e alle previsioni delle stesse.”*

Riguardo al concetto di assenza di intervenute modifiche rispetto al Q.C. di riferimento, e del R.U. completa la caratterizzazione del territorio del P.S. sotto il profilo sismico, della caratterizzazione geologico-tecnica e di costituzione del sottosuolo e di quello geomorfologico, mentre l'aspetto idraulico viene ad oggi determinato dal P.G.R.A. e da questo acquisito come riferimento per l'azione di utilizzazione del territorio ai fini urbanistici ed edificatori.

## **1.2 Inquadramento dell'area e descrizione dell'intervento**

L'area in oggetto disciplinata dalla scheda norma Tr.4.2 ha una superficie territoriale di circa 13.950 mq, una forma ascrivibile ad un trapezio di basi maggiore e minore rispettivamente di 205 m e 137 m ed un'altezza di 87 m, ed è delimitata:

a nord-ovest dalla via Fonda; a nord-est da un canale posto a confine non facente parte del reticolo principale della Regione Toscana, né del reticolo irriguo, di proprietà comunale; ad est dalla via Sterpi; a sud-ovest da lotti residenziali privati.



Il sito è la sede dell'ex fabbrica di alluminio "Oreste Pardini" chiusa nel 2015 e ad oggi in stato di abbandono con edifici in disuso ormai da tempo.

Come anticipato in premessa, relativamente all'area, la società Pirani Group Srl presenta la proposta di Variante di rimodulazione della *Scheda Norma Tr.4.2 a* con cambio di destinazione d'uso in virtù della carica di FUTURO ACQUIRENTE dell'area ubicata nel Comune di Camaiore, censita al NCEU al Foglio di mappa 15, particelle 1116 -863 - 1127 2623.

La proposta di edificazione promossa dalla società Pirani Group si propone di realizzare all'interno dell'area a:

un'unità a destinazione commerciale al dettaglio per Media Struttura di vendita alimentare di Superficie Edificabile: 1500 mq e Superficie di Vendita: 1000 mq;

3 unità a destinazione commerciale al dettaglio per Esercizi di Vicinato di Superficie Edificabile (tot. 3 unità): 600 mq e Superficie di Vendita (tot. 3 unità): 450 mq, posta verso Via Sterpi e 2 unità a destinazione commerciale al dettaglio per Esercizi di Vicinato di Superficie Edificabile (tot. 2 unità): 600 mq e Superficie di Vendita (tot. 2 unità): 450 mq, sul lato di Via Fonda e 1 unità direzionale di 647 mq posta al primo piano sopra le tre unità commerciali poste verso via Sterpi.

L'area oggetto d'intervento è suddivisa in due zone principali:

l'area con fronte via Sterpi adibita a parcheggio scoperto per gli utenti e i dipendenti; l'area verso via Fonda dove sorgeranno i nuovi edifici commerciali.

Relativamente alle aree esterne, i parcheggi saranno realizzati con elementi autobloccanti forati per pavimentazione inerbite, le corsie saranno realizzate con asfalto drenante.

Per gli edifici, come osservato il progetto prevede la realizzazione di tre volumi distinti entrambi a destinazione d'uso commerciale, uno – più grande - ospitante una Media Struttura di vendita alimentare, gli altri 2 di dimensioni inferiori ospitanti le attività di vicinato.

Tutte le attività commerciali avranno accesso principale indipendente con affaccio sulla piazza di aggregazione e connessione disposta centralmente all'area. Gli accessi secondari sono disposti sugli spazi di servizio retrostanti.



*Simulazione Fotorealistica del progetto*

## **2.- INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO**

### **2.1.- Morfologia**

L'area oggetto di Variante si trova in posizione baricentrica rispetto alla conformazione del territorio comunale e, più in dettaglio, ricade nel settore centro-nord della conca valliva all'interno della quale si ubica il centro storico di Camaiore posto a circa 200 metri a valle.

Trovandosi al piede delle grandi conoidi alluvionali del Torrente Lombricese e del Torrente Lucese così come degli altri conoidi minori presenti come il Rio Summonti l'area si sviluppa in un ambito morfologico che passa da debolmente acclive a sub-pianeggiante, con un'altitudine media di circa 34 m slm.

Il sito è delimitato a Est dalla Via Sterpi che presenta una quota leggermente più alta rispetto al lotto, mentre ad Ovest è delimitato da Via Fonda con presenta una quota inferiore di circa 50 cm, a Nord il lotto è delimitato da un canale artificiale di raccolta acque bianche. Il reticolo delle acque superficiali fa capo al corpo idrico principale rappresentato dal T. Lombricese che scorre a W dell'area, ad una distanza di circa 150 metri.





## 2.2.- Geologia e geomorfologia

Dal punto di vista geologico, l'area si ubica sui depositi alluvionali che hanno colmato la depressione della conca camaiorese. Trattasi di depositi di origine prevalentemente fluviale, messi in posto in fasi di medio-alta energia, con accumulo in forma di conoide nelle valli laterali.

L'area di Variante si trova in corrispondenza del piede della conoidi alluvionale più importante in particolare di quella generata nell'ambito ovvero quella del T. Lombricase.

Dal punto di vista geologico, trattasi di materiali alluvionali di origine fluviale, depositi in forma geometrica di conoide. Nel caso specifico sono rappresentati da terreni

prevalentemente argilloso sabbiosi, con livelli di ciottoli eterometrici in matrice argilloso-limosa.

I depositi di conoide sono costituiti da depositi eterogenei, rappresentati prevalentemente da sabbie, argille e limi con intercalazioni di livelli ghiaiosi e/o ciottolosi. La composizione di questi depositi è conseguente alla costituzione litologica del bacino di alimentazione; nel caso specifico la composizione risulta prevalentemente argilloso-limosa e/o argilloso-sabbiosa essendo alimentati in prevalenza da formazioni argillitiche ed arenacee. I depositi di conoide che si rilevano allo sbocco delle valli laterali lungo il margine orientale della conca di Camaiore sono caratterizzati da frequenti eteropie laterali, con anastomizzazioni dei vari livelli, e presentano potenti spessori, talora anche superiori ai 50-60 metri.

In particolare nell'area di Variante ed in quella nei suoi dintorni si rilevano i seguenti litotipi, dai più recenti ai più antichi:

- **Detriti e coperture eluvio-colluviali**, terreni originatisi in seguito a processi di alterazione che riguardano e hanno riguardato le formazioni litoidi presenti nelle aree collinari e montuose. Sono formati da materiali non cementati posti su pendii ad elevata acclività, eterogenei a livello tessiturale e composizionale, parametri in stretta relazione con le caratteristiche della roccia madre.

- **Alluvioni recenti e attuali**: comprendono sia i depositi prevalentemente limoso-sabbiosi con intercalazioni di livelli ghiaiosi che si rilevano nelle zone di fondovalle di raccordo con la pianura costiera, sia i depositi limoso-sabbiosi e sabbioso-ciottolosi che hanno colmato la piana di Camaiore, sia infine i depositi ciottoloso-sabbiosi presenti sui fondovalle di alcuni corsi d'acqua minori.

- **Alluvioni antiche terrazzate**: depositi di origine fluviale con le caratteristiche spianate ("terrazzi "propriamente detti), dislocate a varie quote in seguito alle fasi tettoniche recenti che hanno interessato la zona. Sono costituite da depositi di origine fluviale, a

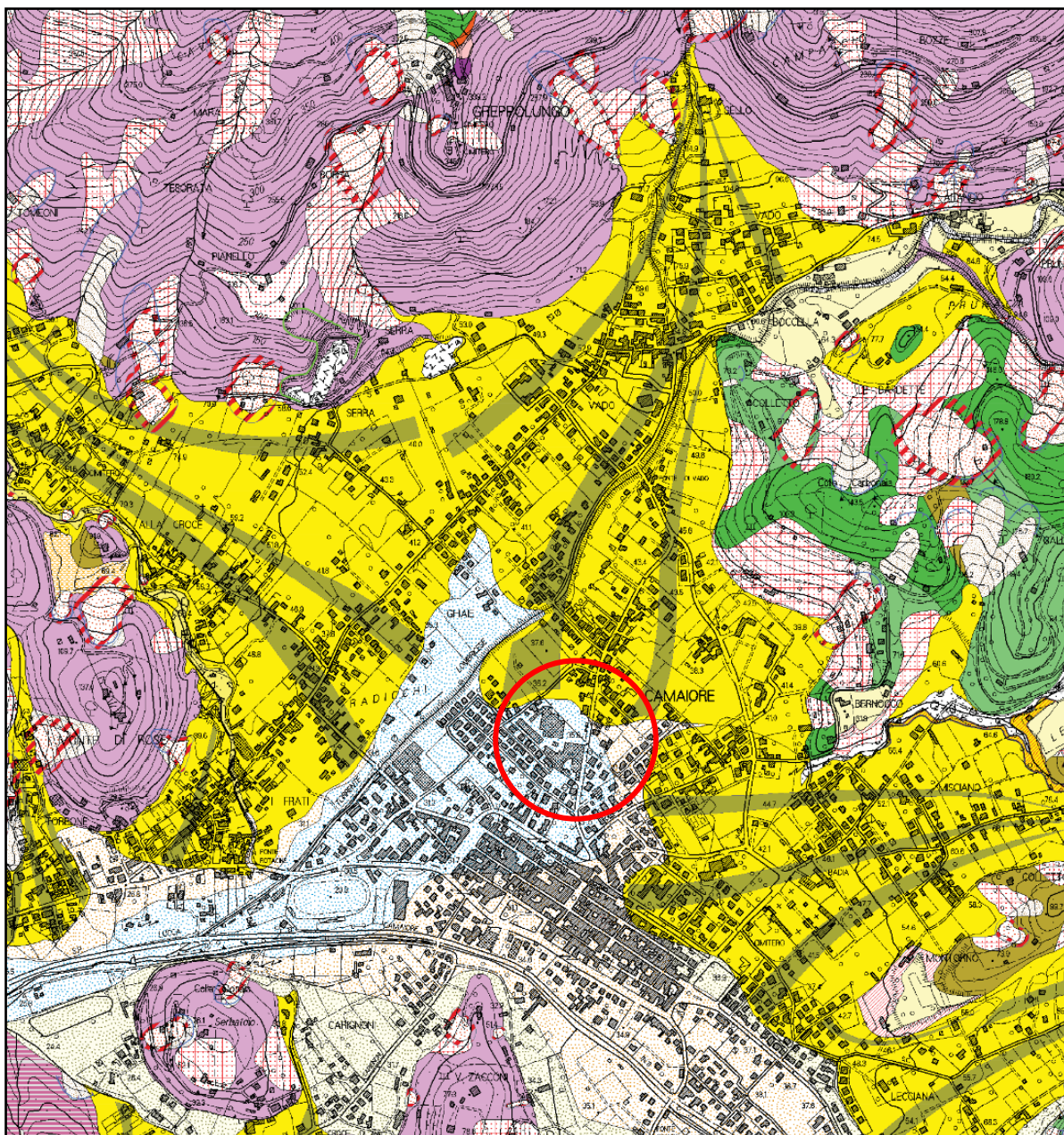
granulometria eterogenea, localmente cementati. Usualmente sono caratterizzate da una spianata morfologica, in genere delimitata a valle da una scarpata più o meno sviluppata.

- **Depositi di conoide (cd)**, depositi eterogenei costituiti principalmente da sabbie e limi con rare intercalazioni di livelli ghiaiosi e/o ciottolosi. La composizione è coerente con la litologia del bacino di alimentazione. Si riscontrano allo sbocco delle valli laterali nei fondovalle principali, al piede dei rilievi che comprendono l'area interessata.

- **Arenaria "Macigno"**, costituita da depositi arenacei torbiditici a composizione quarzoso feldspatico-micacea, generalmente in strati di notevole spessore (da 1 a 5 m), spesso intensamente fratturati, in cui è riconoscibile una gradazione nella granulometria dei clasti che passa da arenacea grossolana ad arenacea molto fine o siltitica spostandosi dalla base al tetto dei singoli strati; localmente si osservano intercalazioni di strati calcarenitici. La formazione raggiunge spessori fino a 1000 m; età: Oligocene medio/sup.- Oligocene sup.
































- **Calcare Cavernoso e breccie poligeniche** associate, costituito da calcari caratterizzati da depositi dolomitico-anidritici di un'originaria serie evaporitica triassica. La formazione del Cavernoso, caratterizzata da evidenti fenomeni di carsismo, costituisce il substrato roccioso di gran parte della conca di Camaiore. Nel caso specifico affiora sui rilievi in sponda sinistra del T. Lucese. Lo spessore è valutabile intorno ai 500-700 m, localmente ridotto per le laminazioni suddette; l'età è riconducibile al Trias medio-superiore. Le breccie associate possono essere riferite al Miocene (Dallan, 1973).





*Stralcio Carta Geologica*

## FORME GEOMORFOLOGICHE

	Frana attiva		Aree soggette a franosità per erosione di sponda
	Frana quiescente		Aree in rocce coerenti e semicoerenti soggette a franosità per forte acclività: crollo o distacco di massi
	Zona di rispetto di frana attiva		Aree al bordo di terrazzi fluviali e/o morfologici in genere soggette a possibili collassi o frane
	Corona di frana		Masse rocciose dislocate unitariamente da movimenti franosi
	Aree soggette a franosità in terreni prevalentemente argillitici acclivi		Aree interessate da deformazioni gravitative profonde certe
	Aree soggette a franosità in terreni detritici acclivi		Aree interessate da deformazioni gravitative profonde presunte
	ala - Depositi alluvionali limoso-argillosi		bn - Breccie e calcareniti a Nummuliti
	a0 - Depositi alluvionali recenti		sc - Scaglia rossa Toscana
	ali - Depositi argillosi interdunali		mac - Maiolica
	alg - Depositi alluvionali con ghiaie		di - Diaspri
	als - Depositi alluvionali sabbioso-limosi		cs2 - Calcari selciferi grigio scuri a selce nere
	at - Alluvioni terrazzate in diversi ordini di terrazzi		mp - Marne a Posidonomya
	cd - Depositi di conoide		cs1 - Calcari selciferi chiari con liste e noduli di selce chiara
	c - Depositi argillosi con livelli di argille organiche		ra - Rosso ammonitico
			cm - Calcari massicci
			cR - Calcari e marne a Raethavicula Contorta
			cc - Calcare cavernoso

## 2.3 Inquadramento litotecnico

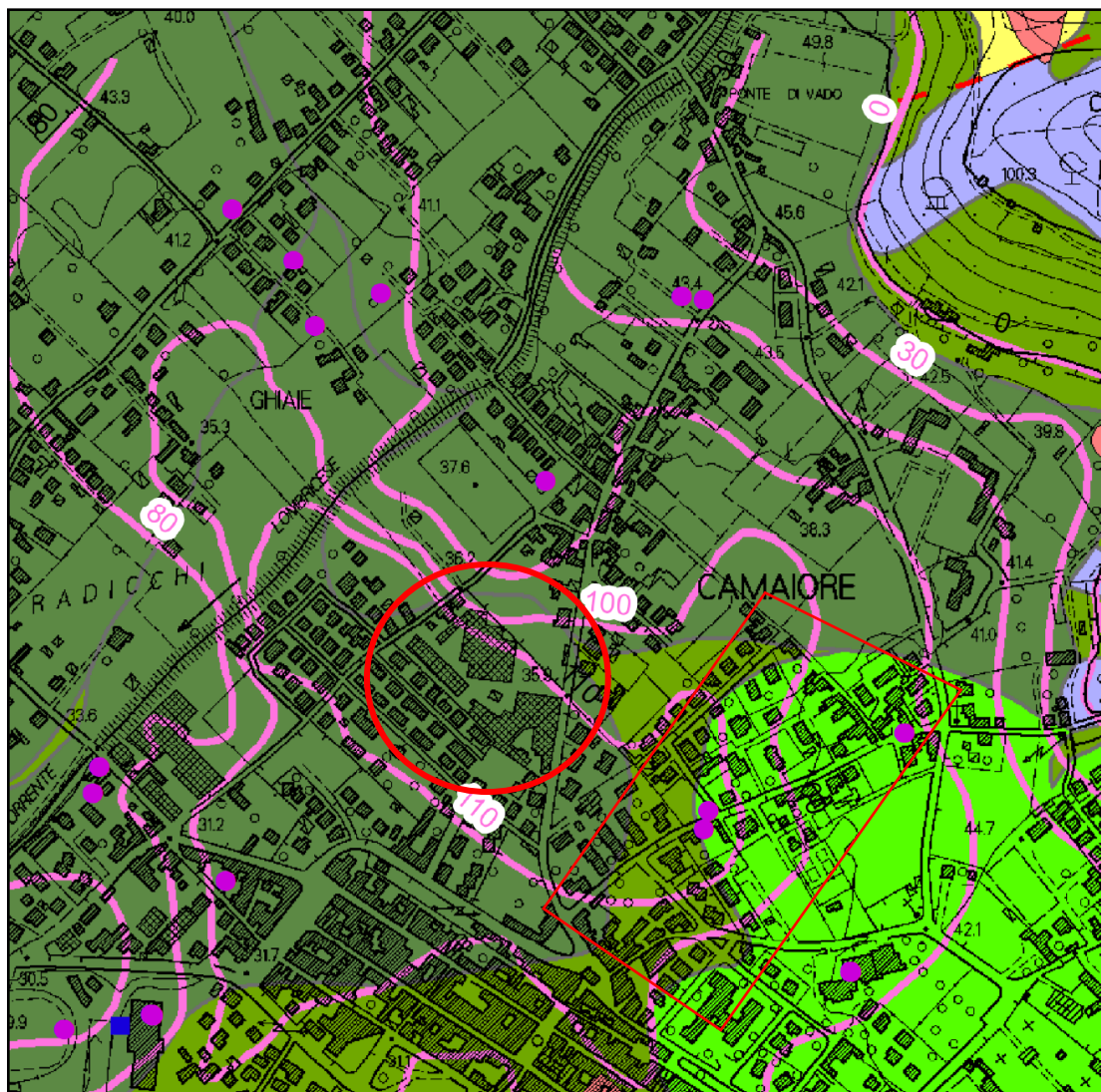
Da un punto di vista litotecnico come si osserva nello stralcio del PS della carta litotecnica, tenuto conto delle caratteristiche litologiche e geotecniche, le formazioni presenti all'interno dell'area oggetto di Piano considerato ricadono nelle unità della classe terreni sciolti prevalentemente sabbioso-ghiaiosi.

In dettaglio i depositi alluvionali recenti e attuali sono caratterizzati da notevole eterogeneità e sono rappresentati sinteticamente da depositi limoso-sabbiosi, localmente ghiaiosi in superficie sovrastanti depositi sabbioso-ciottolosi nel primo spessore di circa 50 metri; al di sotto si trovano depositi argillosi con ciottoli e, a seguire, depositi sabbiosi e sabbioso-limosi con livelli ciottolosi, alternati a livelli ghiaiosi in matrice argilloso-sabbiosa.

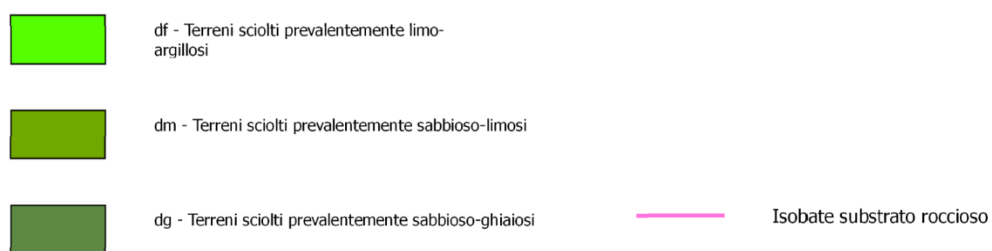
Questa eterogeneità si riscontra anche lateralmente nell'ambito dei sedimenti alluvionali e denota una notevole varietà di fasi alluvionali a diversa energia che hanno contribuito a colmare la piana di Camaiore. Lo spessore dei depositi alluvionali raggiunge la massima ampiezza al centro della piana, dove si rileva un abbassamento del bed-rock fino a circa 120-140 metri di profondità.

Si osserva dalle isobate del substrato roccioso, in corrispondenza dell'area lo spessore di tale deposito è massimo di 110 metri.





*Stralcio Carta Litotecnica*



## **2.4.- Condizioni idrogeologiche del sito**

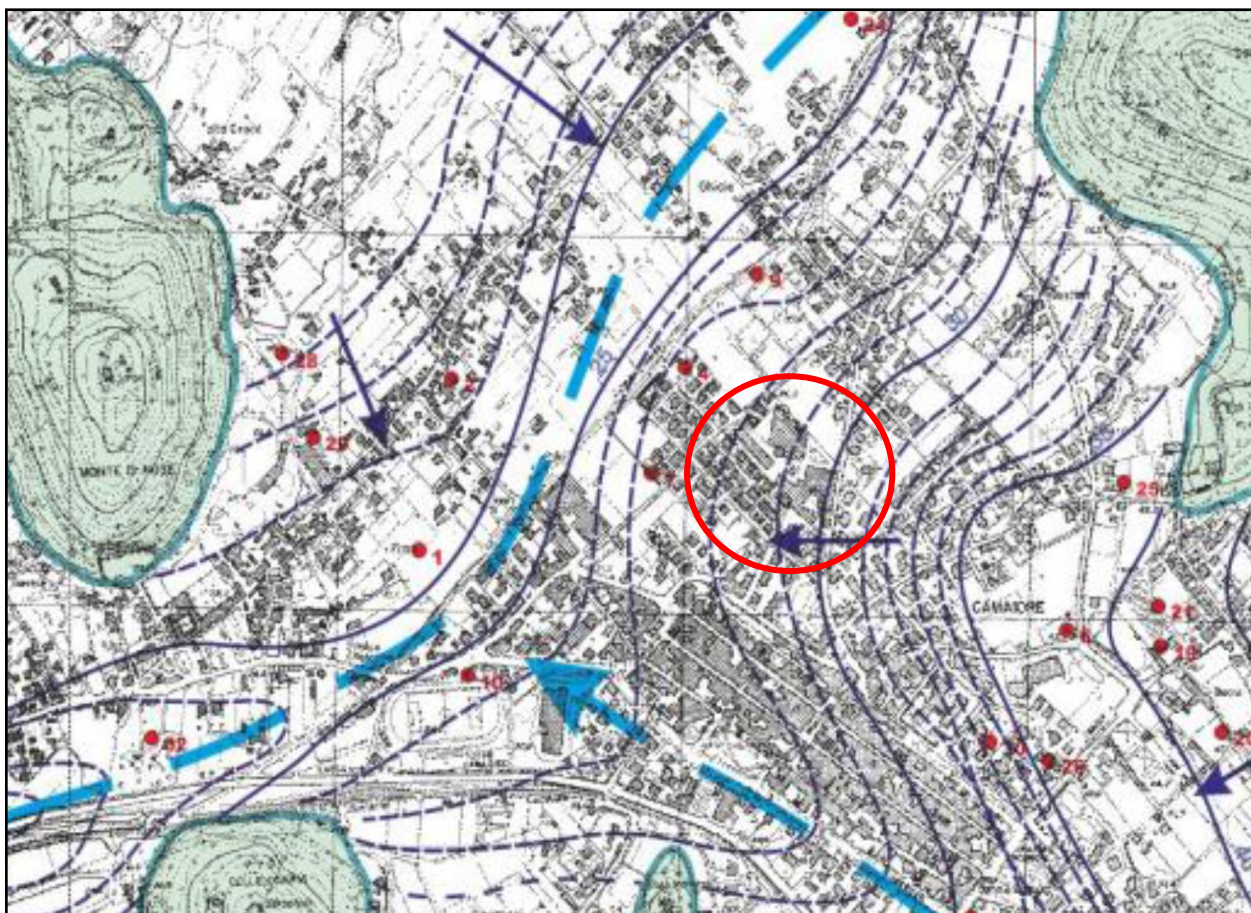
L'idrogeologia della conca di Camaione mostra una situazione complessa frutto delle diverse fasi deposizionali da parte delle conoidi laterali e il contemporaneo sprofondamento del substrato roccioso che hanno dato origine ad una potente successione di depositi alluvionali.

L'insieme dei depositi è alimentato sia direttamente dalle precipitazioni, sia dagli apporti profondi forniti dalle rocce carbonatiche del substrato. Nel complesso il sistema acquifero della conca camaione è un sistema multifalda nel quale i livelli argillosi sostanzialmente continui separano i livelli di ghiaie e sabbie profondi sede di falde in pressione. I depositi superficiali sono sede di falda freatica o semiconfinata con livello statico a circa 5-7 m dal piano campagna, non comunicante con le falde profonde.

La "Carta idrogeologica" del Piano Strutturale, realizzata con misure relative al periodo novembre-dicembre 2000 indica evidenza che nell'area di studio la superficie piezometrica è collocata a circa 30 m s.l.m. che, a fronte di una quota del terreno di 34 m s.l.m., circa, restituisce una soggiacenza della falda di circa 4 m.

La geometria delle isopieze suggerisce, inoltre, che, nell'area, il flusso della falda superficiale è diretto a sudest, verso il centro della pianura.

La Carta della Vulnerabilità degli Acquiferi, tavola QG.10 del Piano Strutturale, indica per il sito in studio una vulnerabilità alta.



*Stralcio Carta Piezometrica*

- Rilievi collinari (formazioni rocciose pre-quadernarie)
- Isopieze (in mslm - equidistanza m 5)
- Isopieze (in mslm - equidistanza m 1)
- Pozzi di controllo e relativo numero d'ordine
- Direzione di flusso locale
- Assi di drenaggio principali





Come osservato l'area in esame è attraversata da nordest a sudovest dal T. Lombricese, affluente di destra del F. Camaiore presso la stretta della località "I Frati". Nel T.

Lombricese afferiscono i deflussi di superficie dell'area tramite sia tramite i collettori principali provenienti da nordovest, sia tramite il sistema di fosse campestri.

Il T. Lombricese fa parte del reticolo idrografico individuato dalla Regione Toscana attuando quanto disposto dalla Legge regionale 79/2012, approvato con delibera di Consiglio 103/2022. Esso è identificato con ID TN32644 .

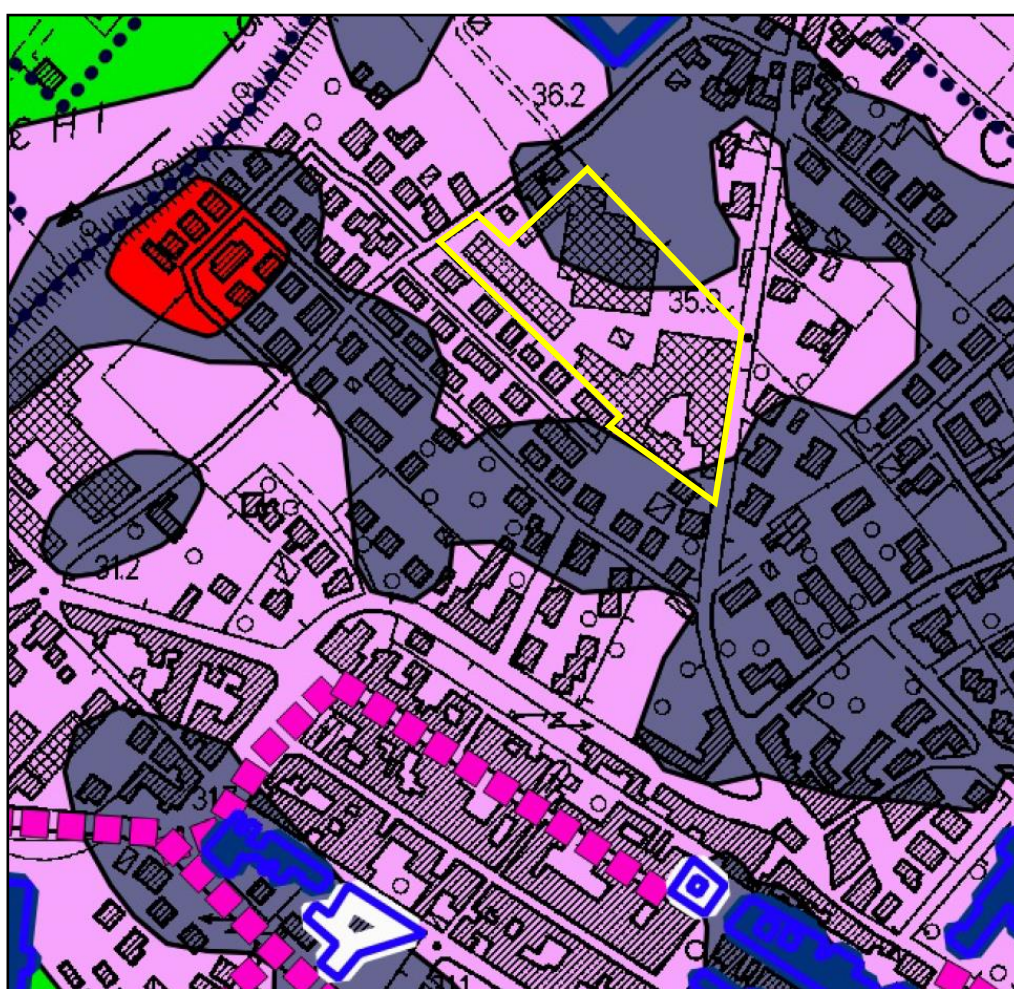
L'area in oggetto d'intervento è situato in sinistra idrografica del T. Lombricese, ad una distanza di circa 150 m dal ciglio di sponda dello stesso. Tale condizione non determina interferenza con la fascia di 10 m dell'elemento idrografico.

Come osservato in precedenza a limitare l'area, sul lato nord è presente un canale acque bianche a cielo aperto realizzato dal comune qualche anno fa, per regimare le acque superficiali della rete idrica stradale, provenienti da nord.

### 3. PERICOLOSITA' DELL'AREA PIANO ATTUATIVO DI RECUPERO

#### 3.1 Pericolosità Geologica

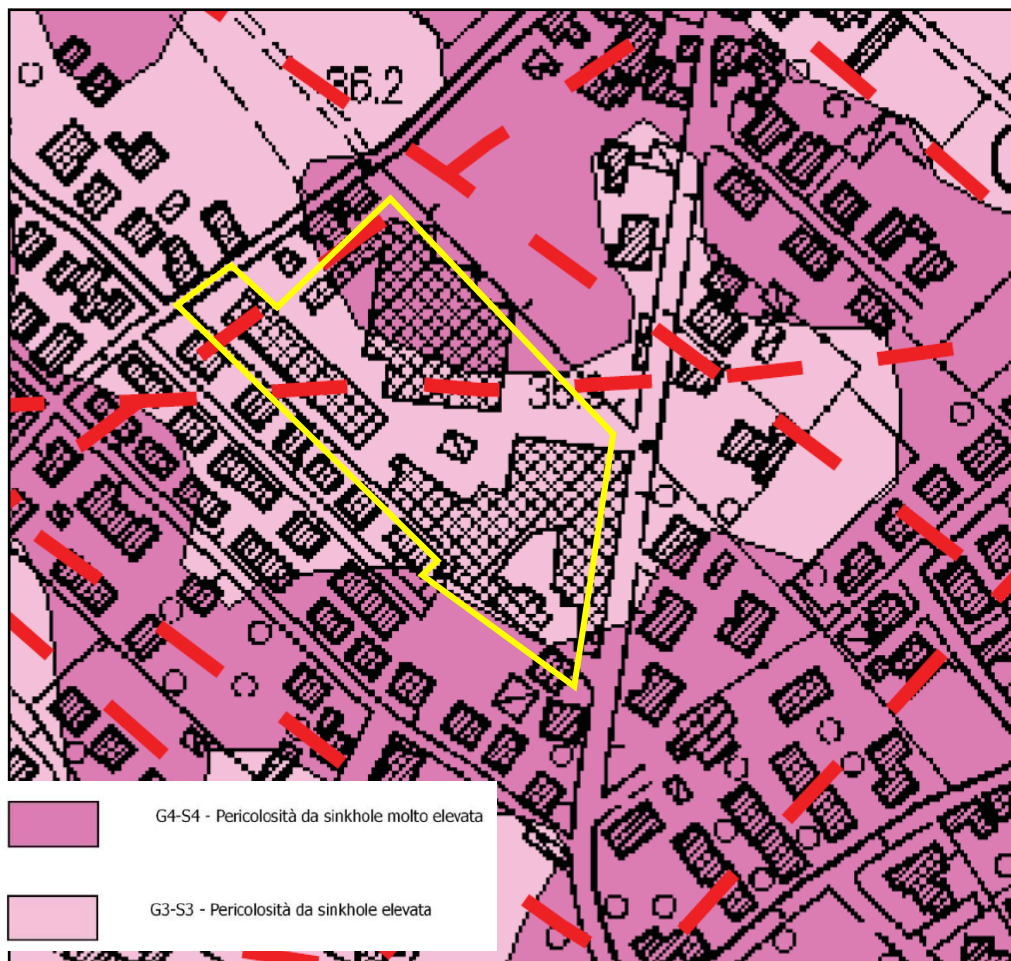
La Carta della pericolosità Geomorfologica e Sismica del Piano Strutturale del Comune individua l'area in oggetto in classe di pericolosità da Sinkhole Elevata e in parte a Molto Elevata G3-S3 G4-S4, confermata dalla carta del POC (QG.2) denominata "carta delle aree e degli elementi esposti a fenomeni geologici" con G4 e G3.



*Stralcio Pericolosità geomorfologica POC*

- G4 Pericolosità da sinkhole molto elevata
- G3 Pericolosità da sinkhole elevata

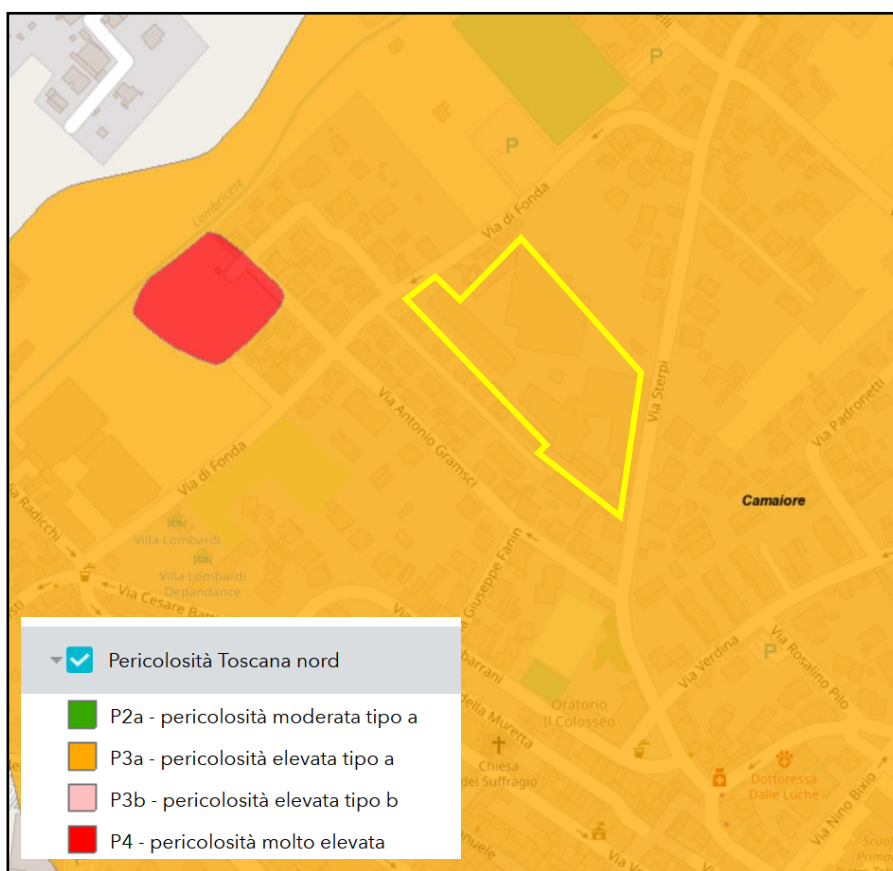




*Stralcio Pericolosità geomorfologica PS*

Per cui la trasformazione interessa un areale classificato nel P.S. per pericolosità da Sinkhole. L'attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali nelle aree definite nel P.S. "G.4 – S.4 per pericolosità geomorfologica molto elevata da Sinkhole" è subordinata alla verifica di condizioni di insufficiente sicurezza, sulla base di studi e dati da attività di monitoraggio, mentre per le aree cartografate con G.3-S.3 sono condizionate; non è ammissibile la previsione di nuovi edifici pubblici strategici e rilevanti.

Va sottolineato che il Sinkhole non è solo un fenomeno d'interesse scientifico; è soprattutto un problema di protezione civile connesso sia con il rischio per la pubblica incolumità degli abitanti, sia con l'entità dei danni per le strutture e infrastrutture che insistono sulle aree colpite o ritenute fragili, con evidenti implicazioni sulla programmazione territoriale.



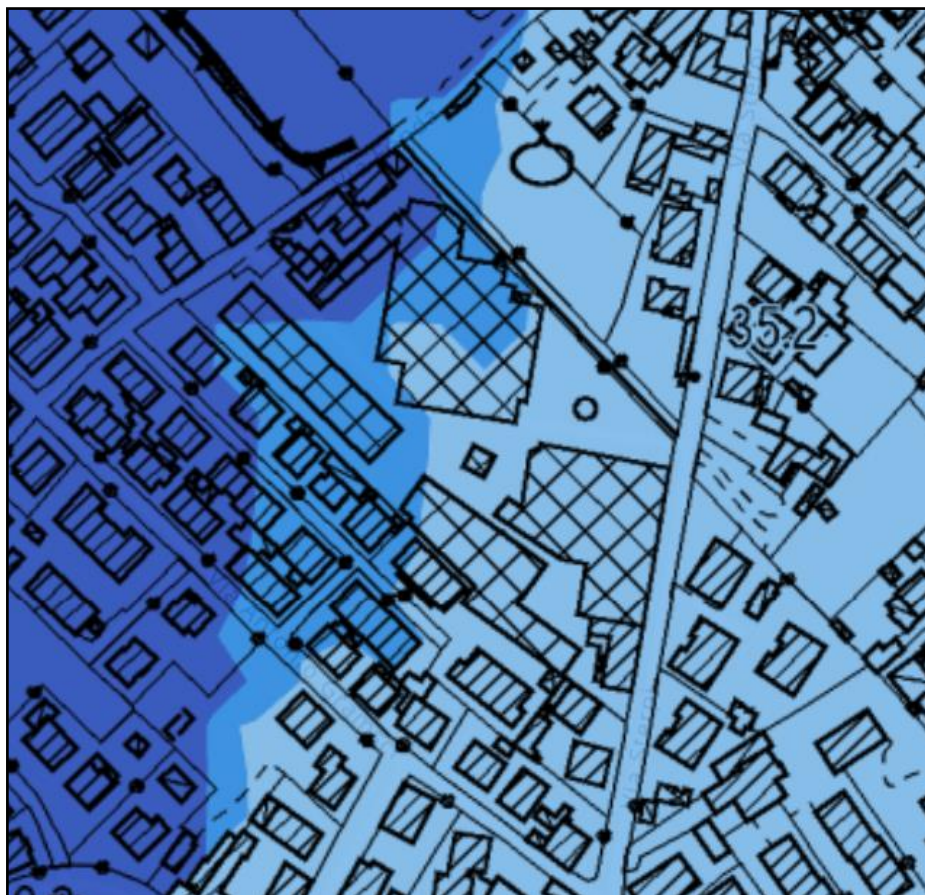
*Stralcio Carta Pericolosità Distretto PAI*

Come si osserva dalle carte di Assetto Idrogeologico del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica, l'area ricade in P3a: *aree potenzialmente instabili interessate da dissesti di natura geomorfologica*.

**Per quanto sopra come specificato precedentemente nel paragrafo Rischio Sinkhole , l'area è stata indagata con le specifiche indagini microgravimetriche (oltre 60 stazioni di controllo aumentano la densità di punti) avvalorate da sondaggi geognostici e sismici ed è risultato che sull'area si esclude la presenza di un Rischio Sinkhole, in quanto non sono stati rilevati vuoti o terreni di basso addensamento sia in roccia che nel deposito alluvionale.**

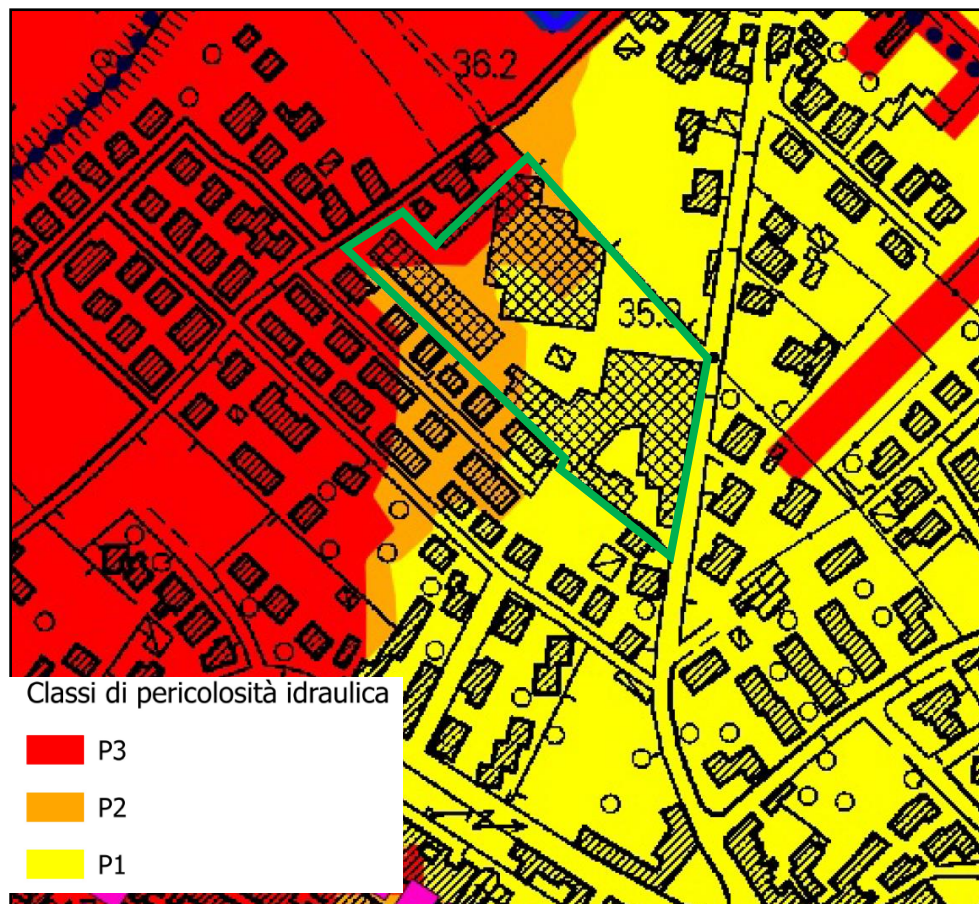
### 3.2 Pericolosità Idraulica

Per le carte della Pericolosità idraulica l'area ricade in perimetrazione con Pericolosità Idraulica **P1, P2, P3**, derivanti dal non idoneità delle sezioni del Torrente Lombricese. Anche per le carte del PGRA , l'area conferma lo stesso grado di pericolosità per alluvioni.



Estratto carta del PGRA dell'Appennino Settentrionale



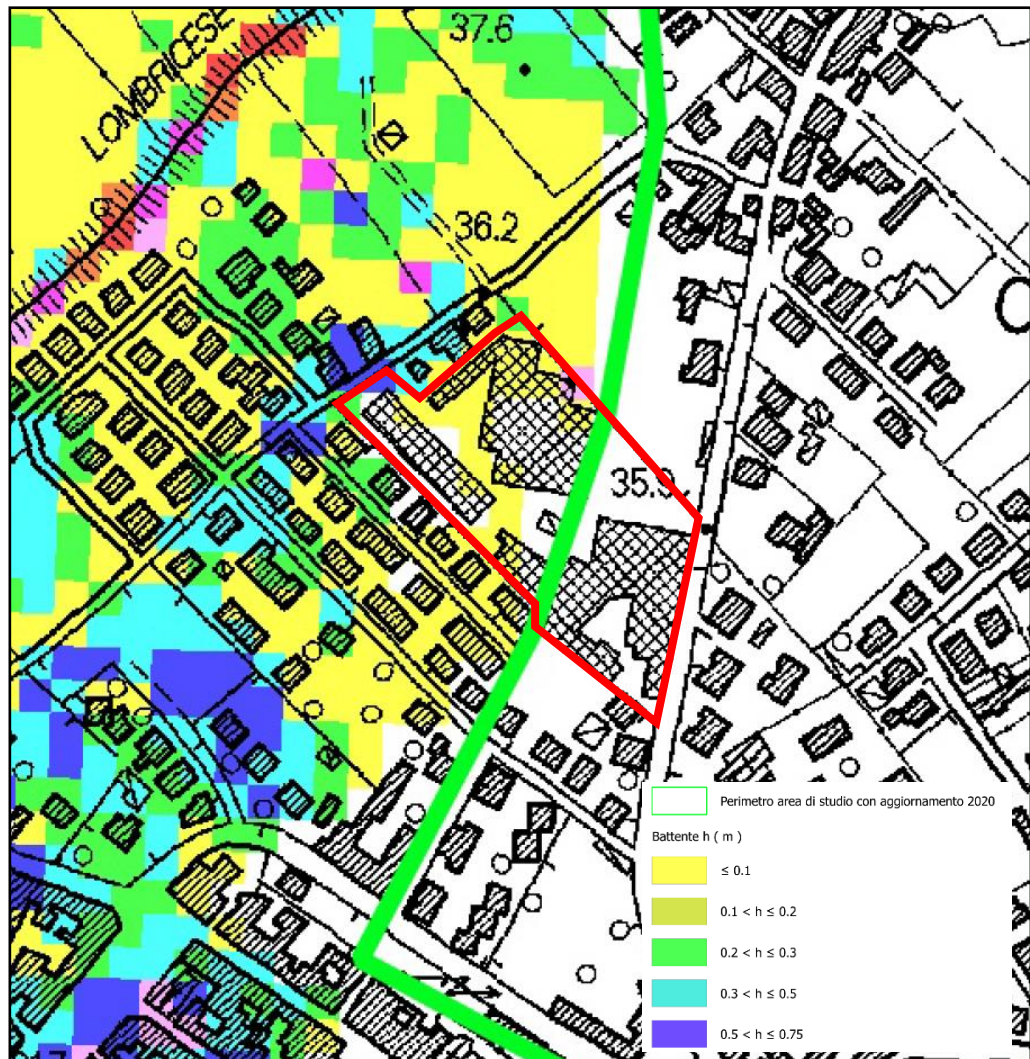


Per cui in merito agli aspetti idraulici, le valutazioni e gli studi di supporto al Piano Operativo evidenziano le seguenti condizioni:

- l'area non rientra nella perimetrazione delle aree presidiate da sistemi arginali come definite dalla L.R. 41/2018, articolo 2, comma 1, lettera s).

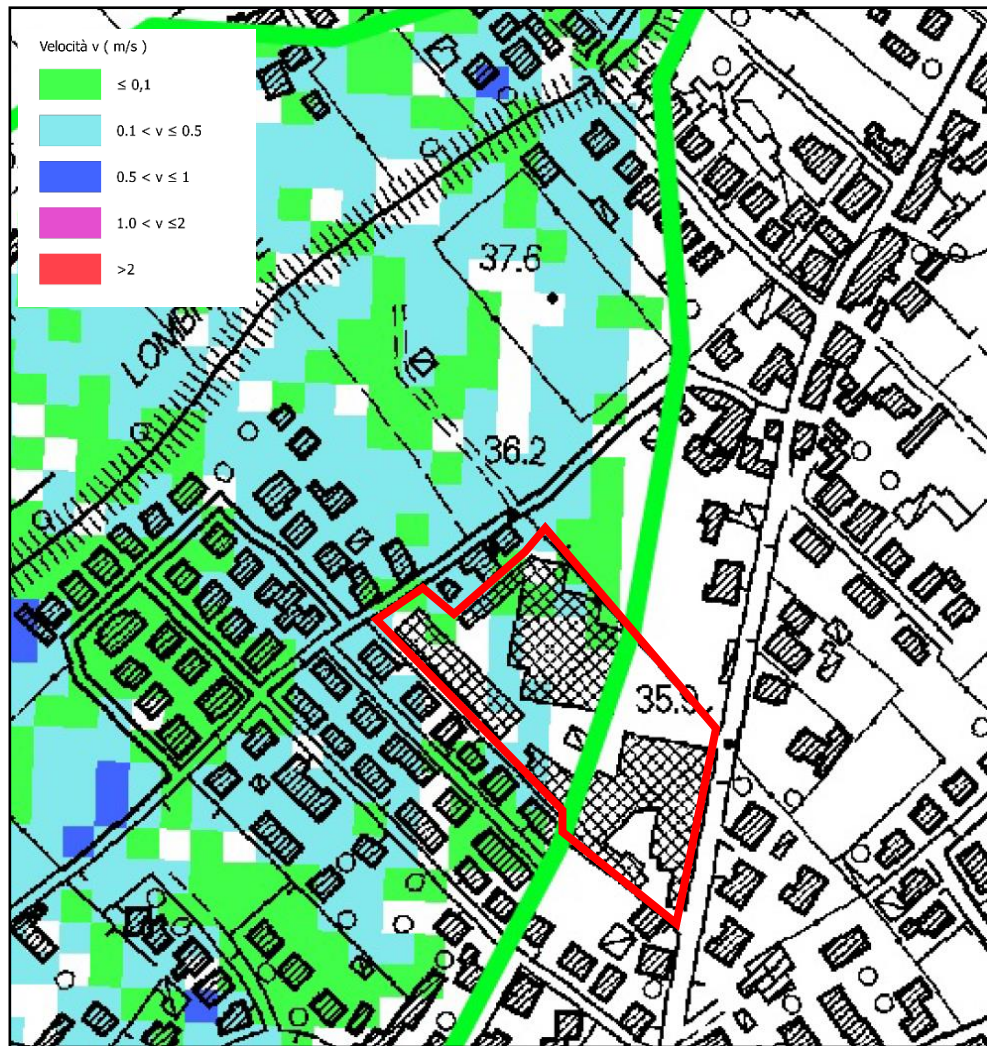
- l'area rientra nel perimetro dello studio idraulico Pagliara con aggiornamento 2020, solo una porzione lato via Fonda risulta fuori.

- in base alla Carta di inviluppo delle altezze d'acqua per  $T_r = 200$  anni, tavola E1 del Quadro Conoscitivo e del Quadro Progettuale del Piano Operativo, l'area è potenzialmente vulnerato da battenti massimi  $h \leq 0,1$



- in base alla Carta di inviluppo delle velocità d'acqua per  $Tr = 200$ , tavola E3 del Quadro Conoscitivo e del Quadro Progettuale del Piano Operativo, il fabbricato è potenzialmente vulnerato da velocità della corrente  $\leq 0.1$  m/s e tra 0.1 e 0.5 m/sec

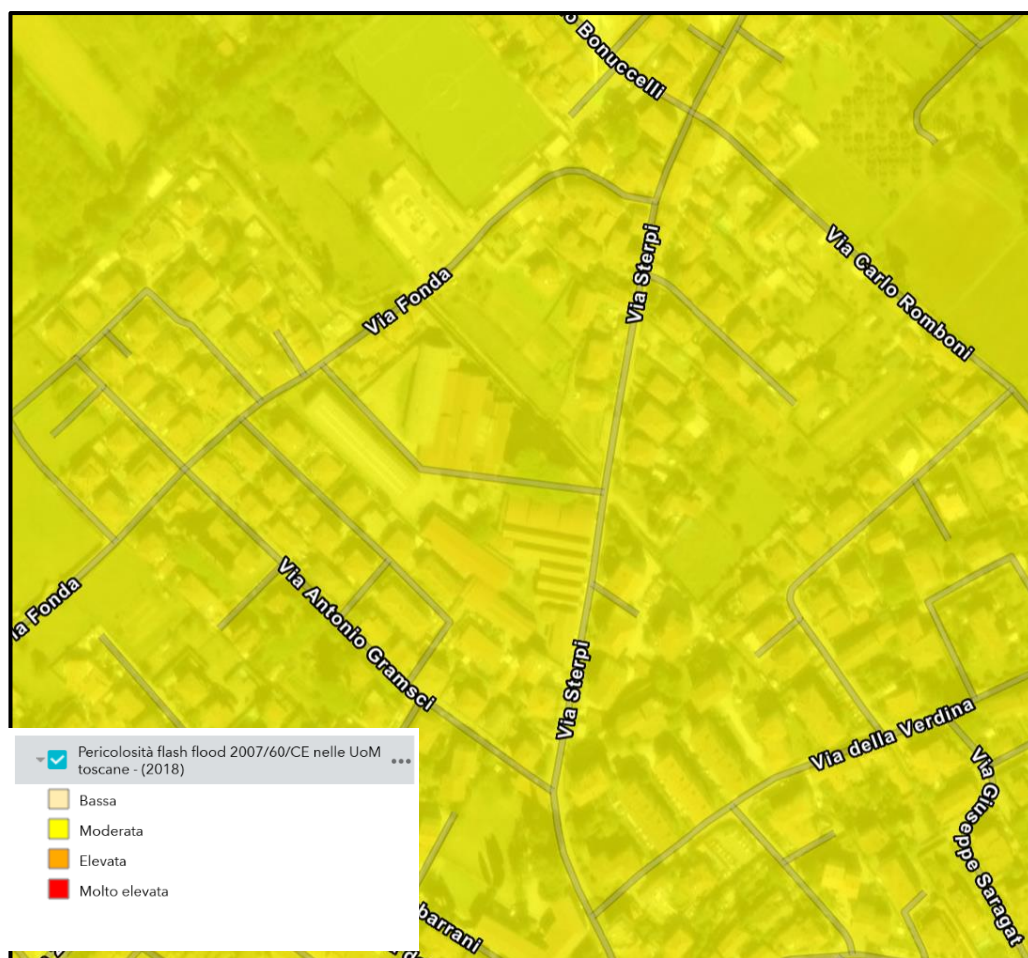




- in base alla Cartografia della magnitudo idraulica relativa allo scenario di esondazione del P.O. la magnitudo idraulica dell'area è moderata.

Per quanto riguarda il fenomeno dei Flash Food", l'area in oggetto può essere interessata da classe di pericolosità moderata "2", pertanto nella formazione della variante/piano attuativo si deve rispettare gli indirizzi di cui all'art. 19 delle norme del citato PGRA.

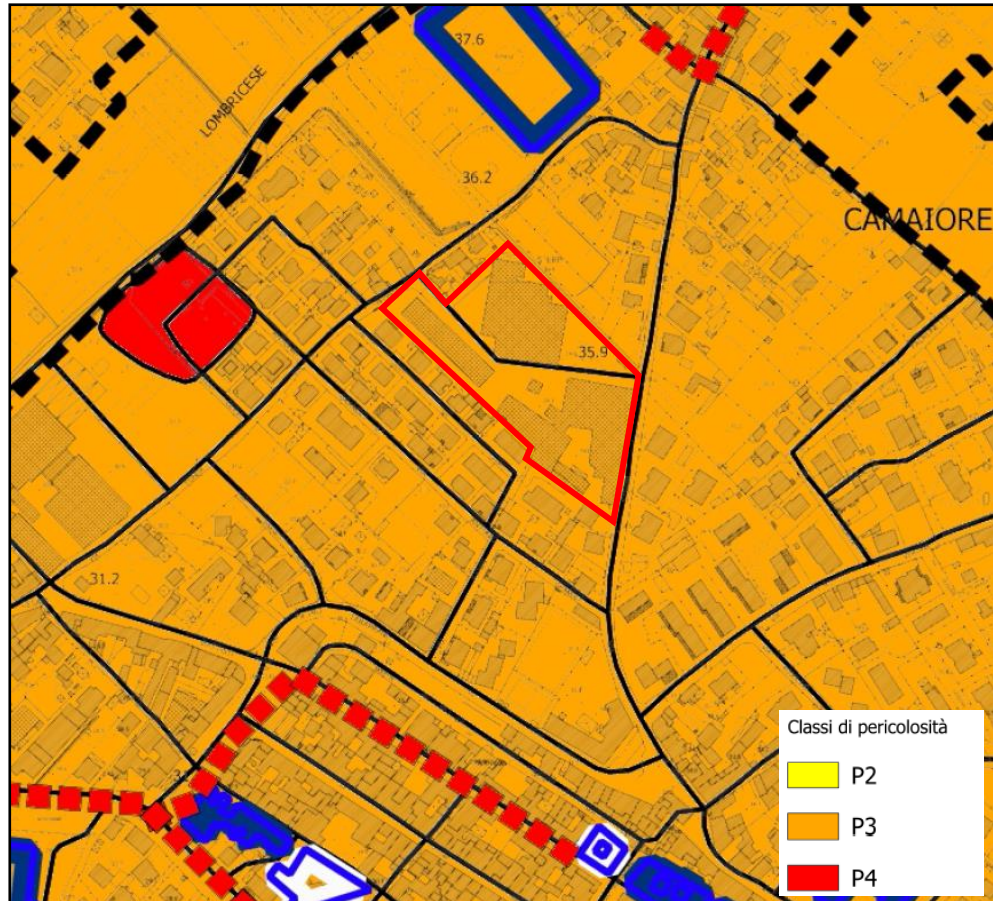




### 3.3 Pericolosità Sismica

Secondo il DPGR 5R/20 e le relative direttive la fattibilità in relazione agli aspetti sismici viene affrontata con la preventiva definizione della: pericolosità sismica di Livello 2 del territorio urbanizzato, da combinare con vulnerabilità sismica e esposizione sismica.

Dall'analisi e dalla valutazione integrata di quanto emerge dalle conoscenze di tipo geologico e dalle risultanze delle indagini geofisiche e geognostiche, dato che il terreno di fondazione dell'intervento oggetto del presente P.A. è rappresentato da terreni potenzialmente suscettibili a fenomeni di Sinkhole all'area è assegnata una pericolosità sismica **P3**.



*Stralcio carta Vulnerabilità Sismica, Esposizione sismica e Rischio Sismico*

#### 4. FENOMENO SINKHOLE

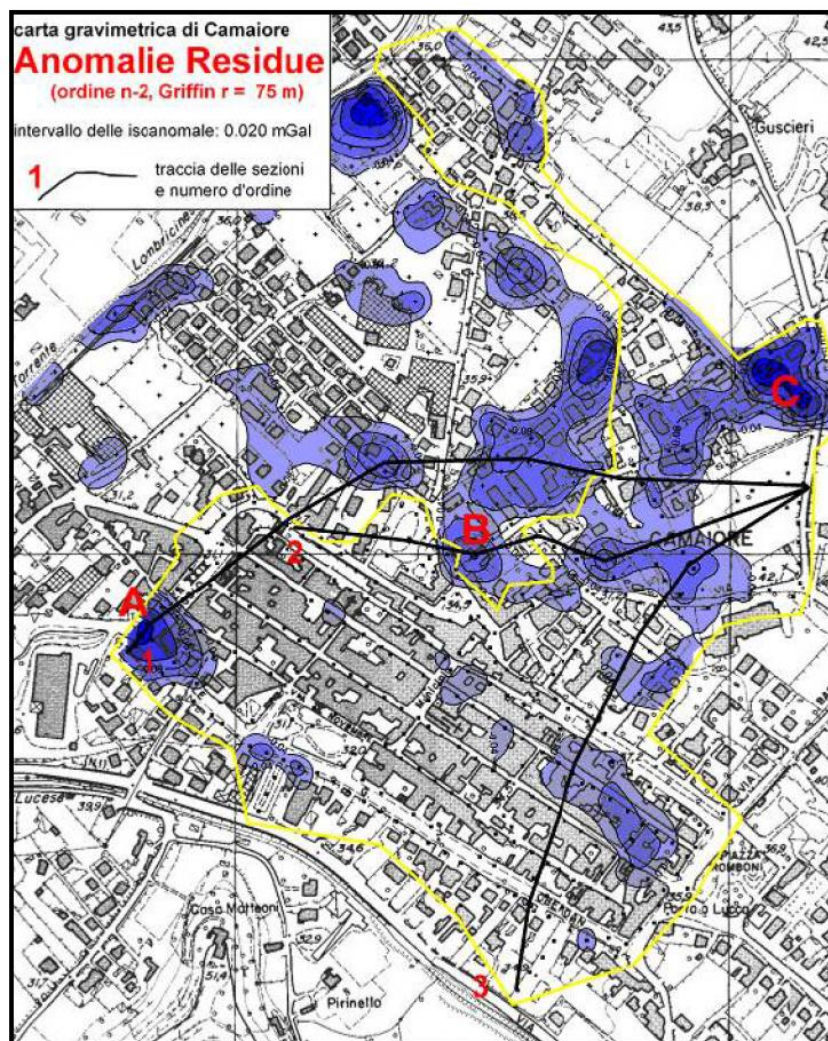
La predisposizione della conca camaiorese al fenomeno Sinkhole emerse in seguito all'evento accaduto nella notte tra il 14 ed il 15 ottobre 1995, in località "Le Funi, ad una distanza di circa 170 m dal fabbricato oggetto degli interventi, in direzione sud-sudest. Lo sprofondamento determinò l'apertura di una voragine del diametro di circa 35 metri interessando un'area urbanizzata.

Successivamente ad una prima fase di indagini concentrate nell'area di sprofondamento, sull'intero territorio della conca camaiorese sono state intraprese, in più fasi, indagini mediante prospezioni geofisiche (micro-gravimetria, geoelettrica, sismica) e geochemiche (analisi dei gas endogeni) che hanno consentito di raccogliere una notevole



mole di dati nonché di esaminare una serie di misure relative ai punti di controllo dislocati sul territorio finalizzati alla comprensione del fenomeno e alla mappatura delle aree potenzialmente soggette a sprofondamento.

Le indagini consentirono di elaborare una cartografia nella quale sono evidenziate zone di rapido ribassamento del substrato e di carenze di massa nella copertura alluvionale e zone con tenori anomali di gas endogeni.



*Carta gravimetrica dell'abitato di Camaione (Di Filippo, Toro 1989)*

L'analisi integrata dei dati strutturali, geognostici, sismici, idrogeologici, geochimici, geoelettrici e gravimetrici raccolti nel corso delle varie fasi di indagine condotte nel sottosuolo

di Camaiore dall'ottobre 1995 ad oggi, fa osservare una convergenza di indizi relativi ad anomalie più o meno profonde.

Si è avvalorata l'ipotesi riguardo alla presenza di zone nel substrato roccioso con anomalie elettriche evidenti, attribuibili ad una maggiore percentuale di indice dei vuoti nel complesso carbonatico, verosimilmente connesse con cavità o grosse fratture riempite con materiale fine, sature. La loro sovrapposizione con le anomalie microgravimetriche, vista la distribuzione in zona urbanizzata, fa osservare una situazione a rischio per quanto concerne la possibilità d'innescare di sinkhole più o meno profondi.

La sintesi dei dati acquisiti, confrontata con il quadro dei controlli meteorologici e idrogeologici, mette in evidenza che anche la piezometria gioca un ruolo fondamentale nell'equilibrio della zona di per sé fisiologicamente fragile per motivi litologici e tettonico-strutturali. In particolare, nelle zone di intersezione delle principali lineazioni, in corrispondenza delle quali potrebbero peraltro svilupparsi cavità, avvengono le restituzioni più importanti di acqua in pressione durante la ricarica (Buchignani V., Dalle Luche G., Gianecchini R., Palli V., Vagli R., 2015).

Per mitigare il rischio di crolli nel sottosuolo, a partire dal febbraio 2007 la piana camaiorese è stata oggetto di monitoraggio delle micro deformazioni del suolo, nell'ottica di porre sotto controllo tali precursori, mediante un interferometro radar da terra, posizionato in località Greppolungo, conosciuto come sistema GBInSARLisALab, sviluppato e gestito dalla società Ellegi s.r.l. Il sistema, che ha funzionato fino al 30/04/2018 acquisendo giornalmente un'immagine SAR con una frequenza di 12 minuti circa, ha permesso di rilevare l'esistenza di una correlazione tra le forti precipitazioni atmosferiche con alcune anomalie negli spostamenti superficiali del terreno.

Successivamente il monitoraggio dei movimenti del terreno è stato affidato alla società Nhazca s.r.l., spin off dell'Università "La Sapienza" di Roma, tramite l'analisi dei dati interferometrici che sono raccolti nell'ambito dell'accordo stipulato, ai sensi dell'art. 15 della

legge 7 agosto 1990, n. 241, e dell'art. 6 della legge 24 febbraio 1992, n. 225, con il Dipartimento della Protezione civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri e la Regione Toscana, il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze (DST-UNIFI, Centro di Competenza del Servizio Nazionale di Protezione Civile) allo scopo di fornire informazioni utili alla formulazione di un quadro sinottico dei fenomeni di deformazione del suolo sull'intero territorio regionale. In tale ottica è stata creata una banca dati contenente le misure dei movimenti del terreno ottenute mediante interferometria SAR (Synthetic Aperture Radar) satellitare, fruibile attraverso il Geoportale del Consorzio LAMMA. Il sistema fornisce l'osservazione diretta, quantitativa e continua, delle deformazioni del terreno tramite bersagli permanenti di cui sono conosciuti i movimenti dal 2015 e la cui posizione viene aggiornata ogni 6 giorni.

La tecnica di misura si basa sull'osservazione di un piccolo sottoinsieme di bersagli radar, o diffusori permanenti (Permanent Scatterers, PS), i quali, per le loro caratteristiche intrinseche, non introducono effetti sulla misura al variare della geometria di acquisizione e delle condizioni climatiche.

I PS corrispondono a elementi già presenti al suolo quali strutture di origine antropica oppure elementi naturali come affioramenti rocciosi e aree detritiche. Ogni punto è caratterizzato da un valore di velocità media annua (espressa in mm/anno) misurata lungo la linea di vista dal satellite e da una serie temporale di spostamento (grafico degli spostamenti in mm contro la data di acquisizione).

I punti di misura sono classificati secondo la velocità media annua di deformazione secondo la seguente convenzione:

- il colore verde corrisponde a quei punti la cui velocità di deformazione è molto bassa, compresa tra -2,0 e +2,0 mm/anno, ovvero all'interno dell'intervallo di sensibilità della tecnica interferometrica e definito sulla base della deviazione standard dei dati utilizzati;

- con i colori da giallo a rosso sono classificati quei punti di misura con velocità di deformazione negativa, che corrisponde a movimenti in allontanamento dal satellite lungo la linea di vista sensore-bersaglio;

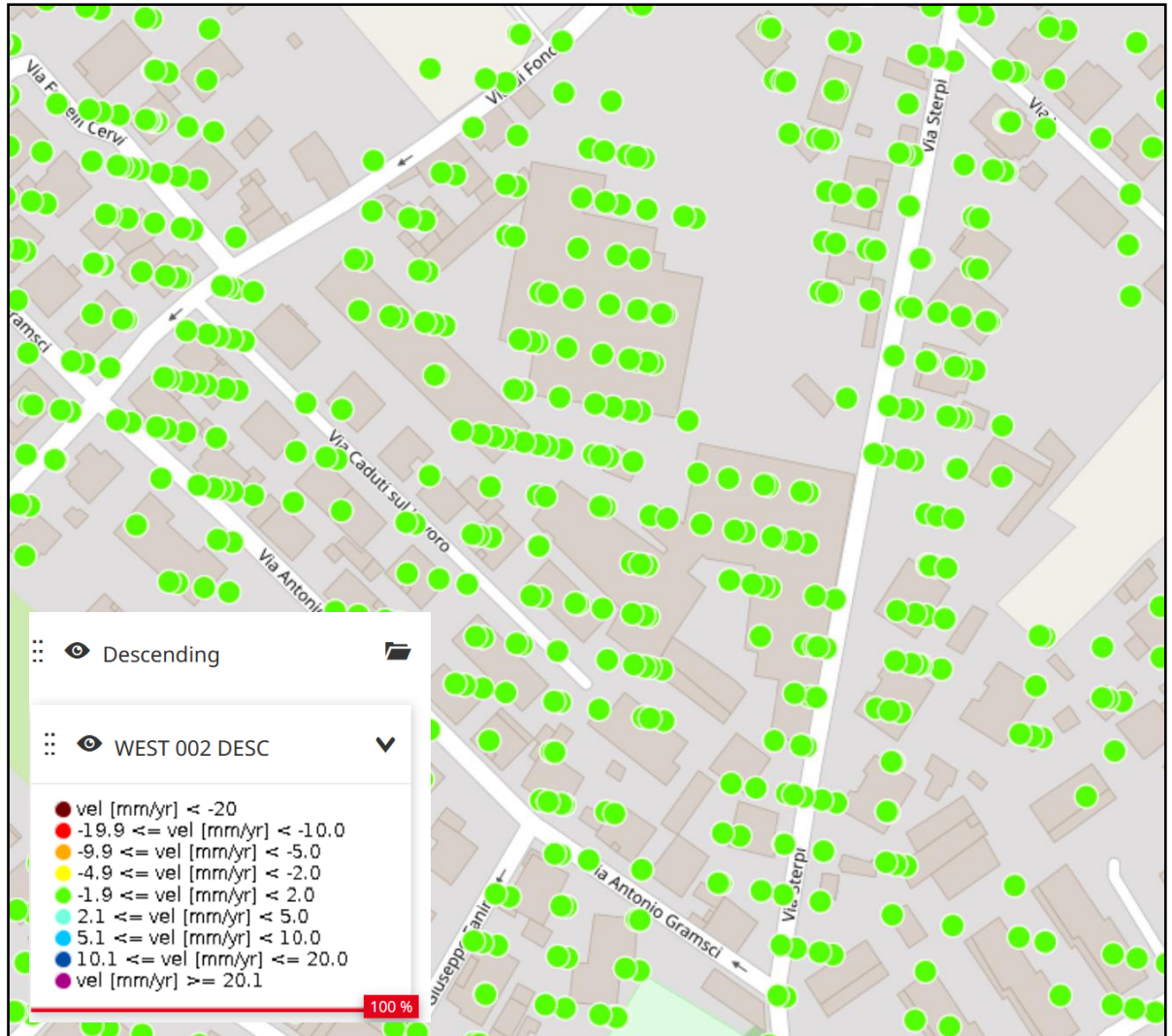
- con i colori da azzurro a blu sono classificati quei punti di misura con velocità di deformazione positiva, che corrisponde a movimenti in avvicinamento al satellite lungo la linea di vista sensore-bersaglio.

La geometria di acquisizione (risultante dalla combinazione tra il moto del satellite e il movimento di rotazione della Terra stessa) comporta che la stessa area geografica sia rilevata secondo due differenti modalità:

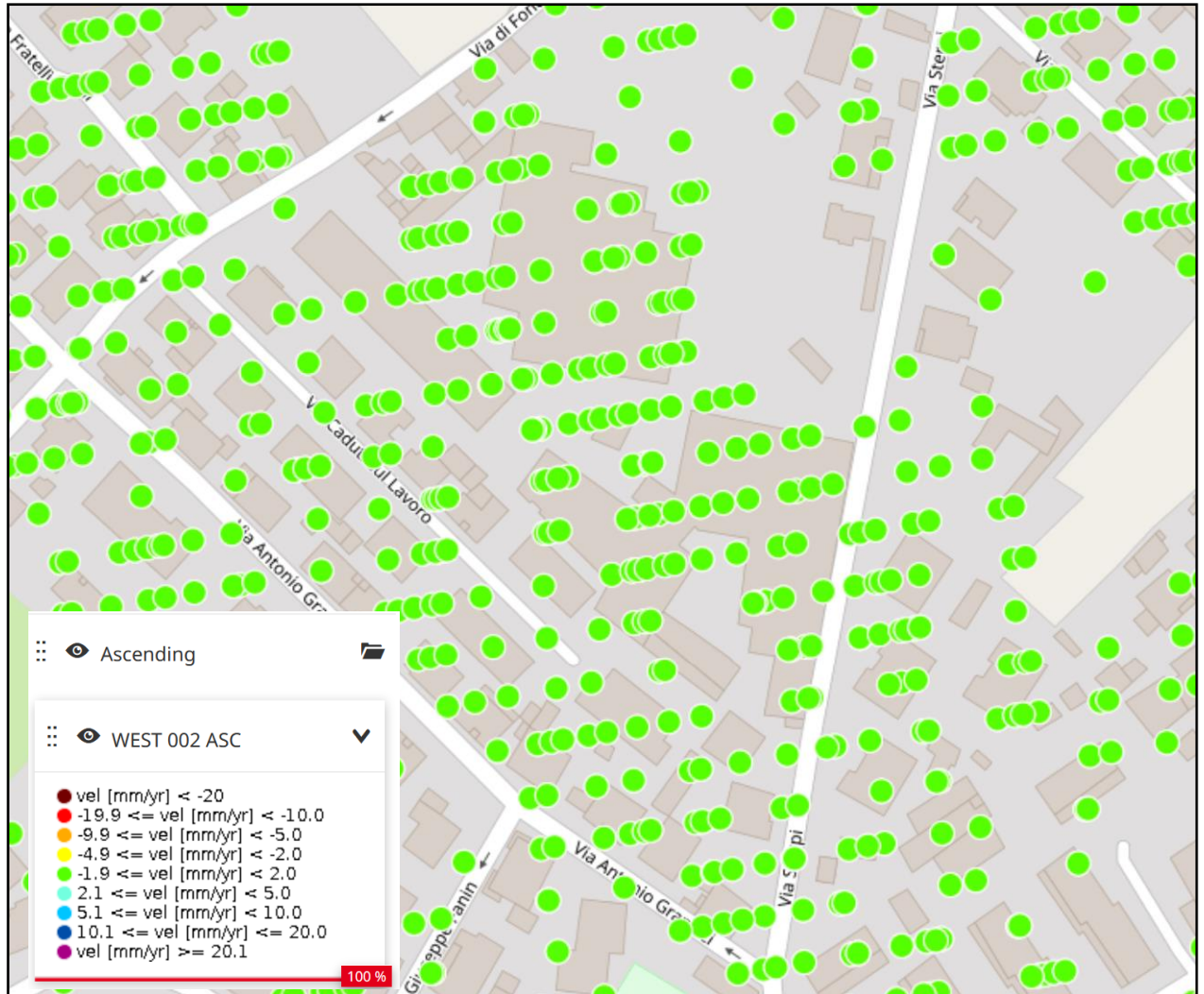
- ascendente, quando il satellite percorre l'orbita da sud verso nord e illumina l'area da ovest verso est;

- discendente, quando il satellite percorre l'orbita da nord verso sud e illumina l'area da est verso ovest.





*Velocità di movimento (mm/anno) relative all'orbita discendente.*



*Velocità di movimento (mm/anno) relative all'orbita ascendente.*

Ad oggi, con aggiornamento al 15/09/2024, dai dati reperiti dalGeoportaleConsorzio Lamma, con monitoraggio continuo degli spostamenti superficiali tramite interferometria, con particolari analisi e valutazione per le strutture strategiche, definite dal comune, tra cui anche l'area in oggetto di variante (P9-P10-P12), non sono stati rilevati spostamenti apprezzabili.

#### **4- INDAGINI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SINKHOLE**

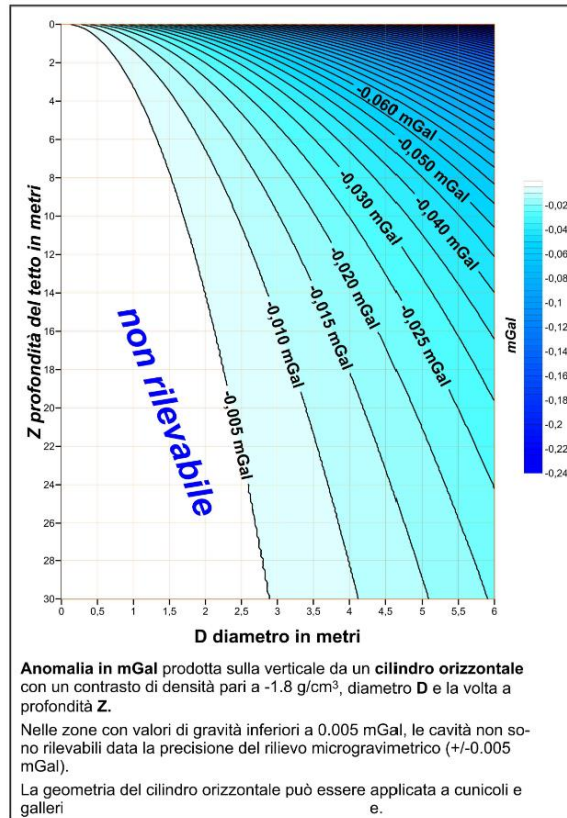
Ai fini della verifica delle condizioni di sicurezza dell'area, in ottemperanza al POC, sono state eseguite le seguenti indagini:

- 1) Indagine Microgravimetrica
- 2) Sondaggio a carotaggio continuo,
- 3) Prove penetrometriche DPSH
- 4) Simica a Riflessione
- 5) N.2 prove Masw
- 6) Prova Down Hole

##### **4.1 Indagine Microgravimetrica**

L'indagine microgravimetrica è stata fatta con maglia a base quadrata (compatibilmente alla presenza di strutture preesistenti) di stazioni microgravimetriche avente lato di circa 15 m; il numero di stazioni microgravimetriche occorrenti per la copertura dell'area da indagare è stato di 61 stazioni.

L'estensione delle aree indagate ed il passo delle stazioni microgravimetriche permetteranno di evidenziare la presenza di volumi di terreno caratterizzati da deficit di massa e potenzialmente a rischio Sinkhole.



*Normo gramma per valutazione del segnale di anomalia gravimetrica in funzione della profondità e della dimensione della cavità*

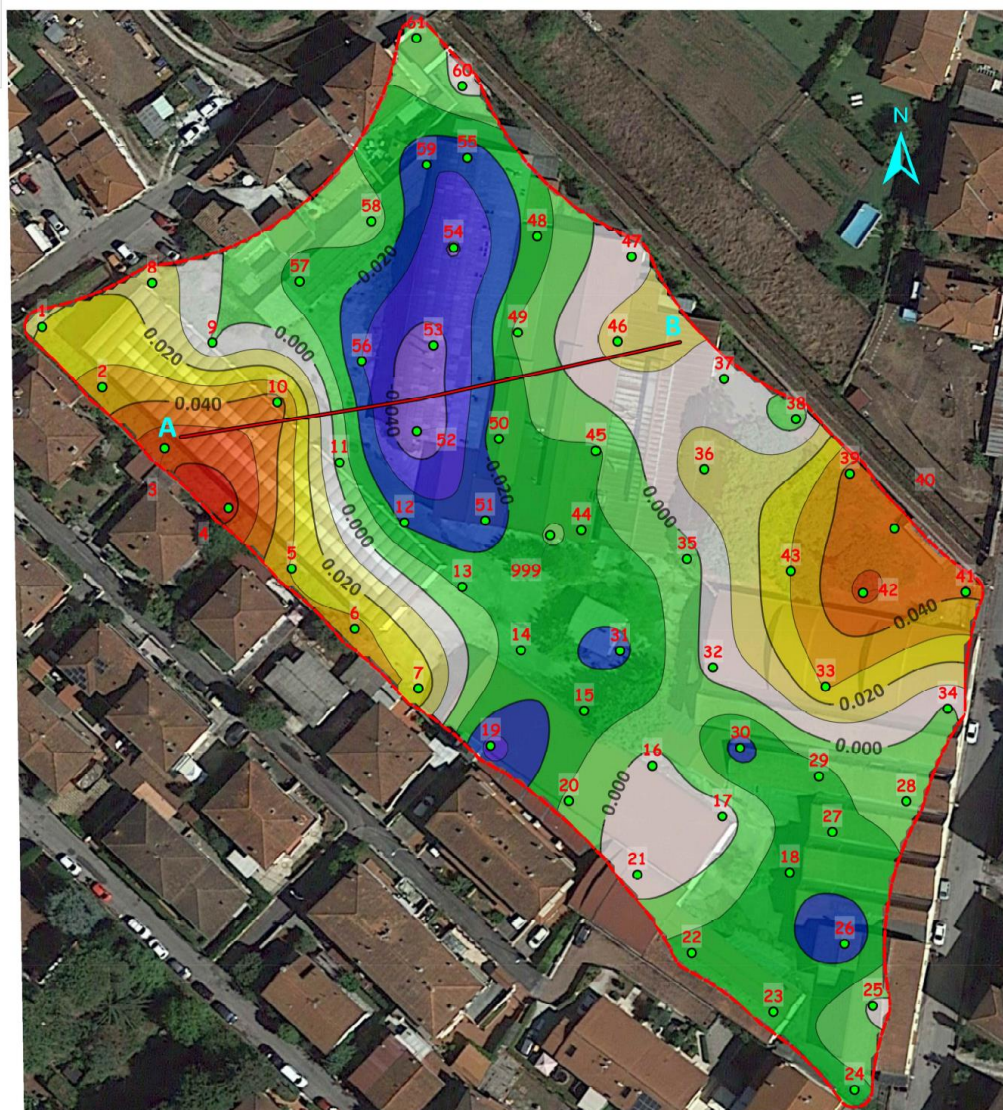
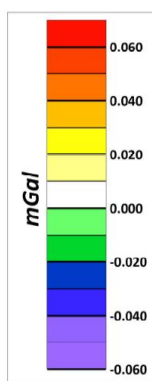
Per quanto riguarda le procedure di acquisizione, ogni punto, materializzato a terra, è stato posizionato topograficamente con tolleranze di  $\pm 1 \text{ cm}$  per le quote e  $\pm 2 \text{ cm}$  per la posizione planimetrica. Per maggiori dettagli e specifiche tecniche dell'acquisizione si rimanda alla relazione specialistica in allegato.





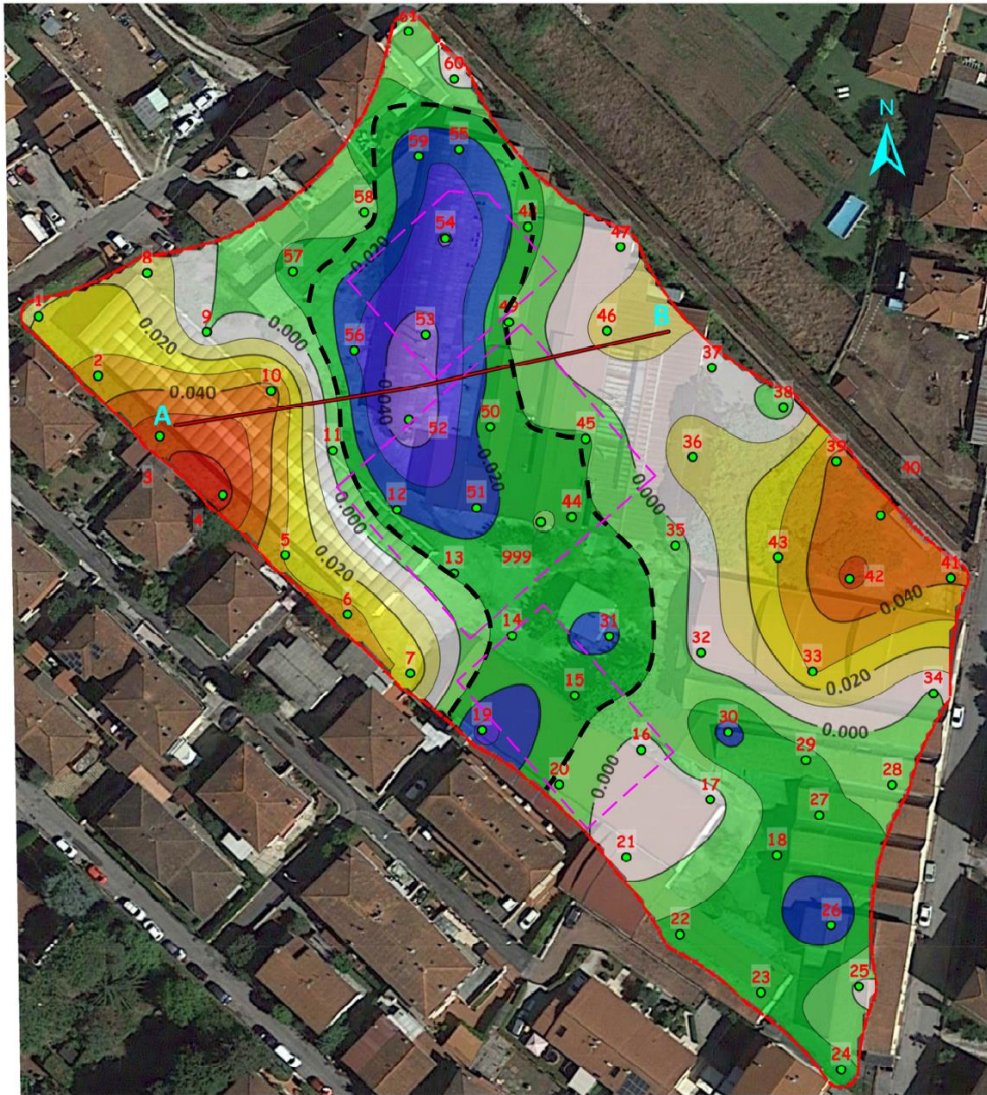
È stata elaborata la mappa delle Anomalie Residue da cui appare evidente la presenza di un sinuoso minimo gravimetrico orientato circa NNW-SSE la cui forma, gradienti ed intensità delle anomalie fanno pensare alla presenza di un paleoalveo colmato da terreni scarsamente addensati o comunque ad una morfologia sepolta legata alla dinamica fluviale.





Si osservi la mappa sottostante in cui si evidenzia l'estensione e l'andamento del probabile paleoalveo, confinato sulla parte Est e Ovest da anomalie positive (in tratteggio in giallo le due nuove strutture oggetto di intervento).

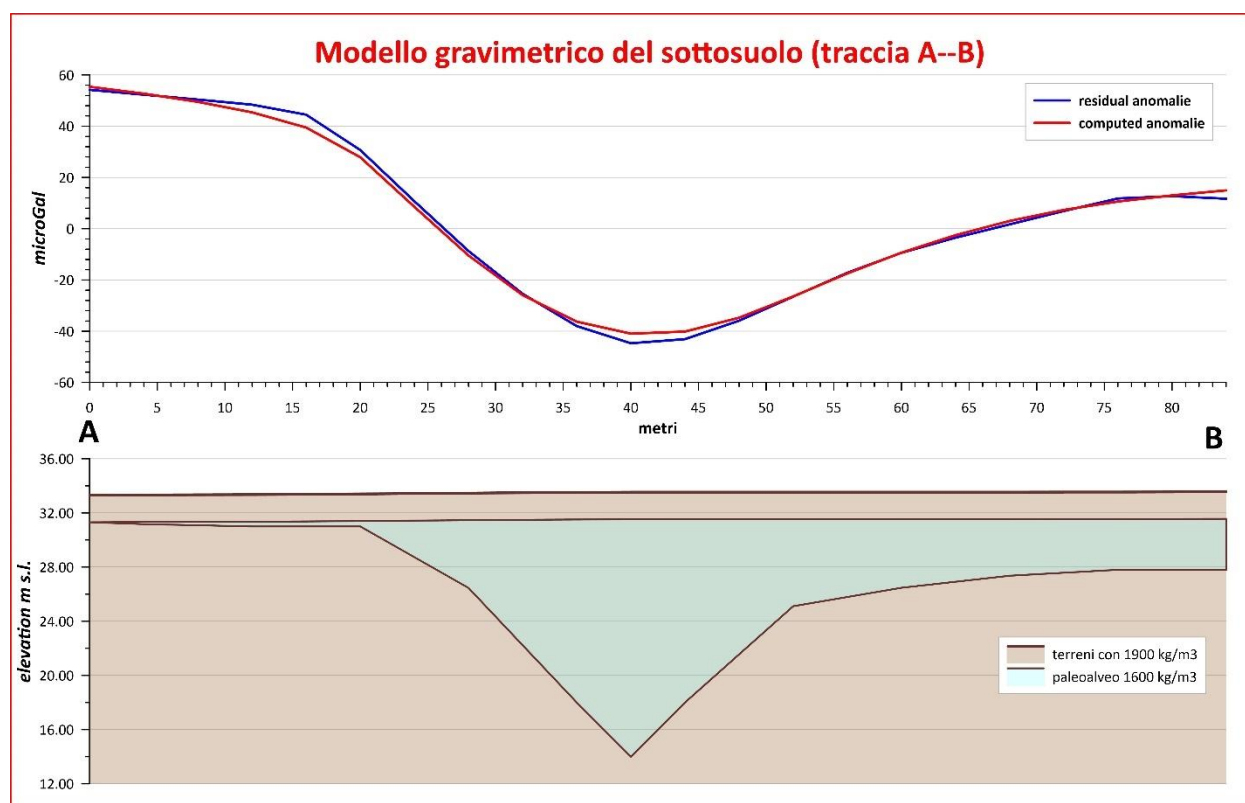




È stato ricavato anche un modello bidimensionale, vedi sezione, in cui viene ricostruito il possibile paleoalveo, in cui si evidenziano il contrasto di densità dei terreni, con un delta gravimetrico di circa 300 kg/mc; la massima profondità di questa anomalia gravimetrica si rileva a circa 18 -20 metri.

Per quanto sopra la zona di anomalia gravimetrica negativa (con valori piuttosto bassi di anomalia residua 40mGal) è riconducibile alla presenza di variazioni laterali di depositi sedimentari dovuti alla dinamica fluviale, con volumi di terreno a densità minore rispetto al contesto.

Al fine di verificare se questa area di anomalia gravimetrica presenta dei vuoti o comunque dei terreni inconsistenti soggetti a rischio Sinkhole, sono state fatte delle indagini dirette mediante sondaggio a carotaggio continuo e prove penetrometriche.



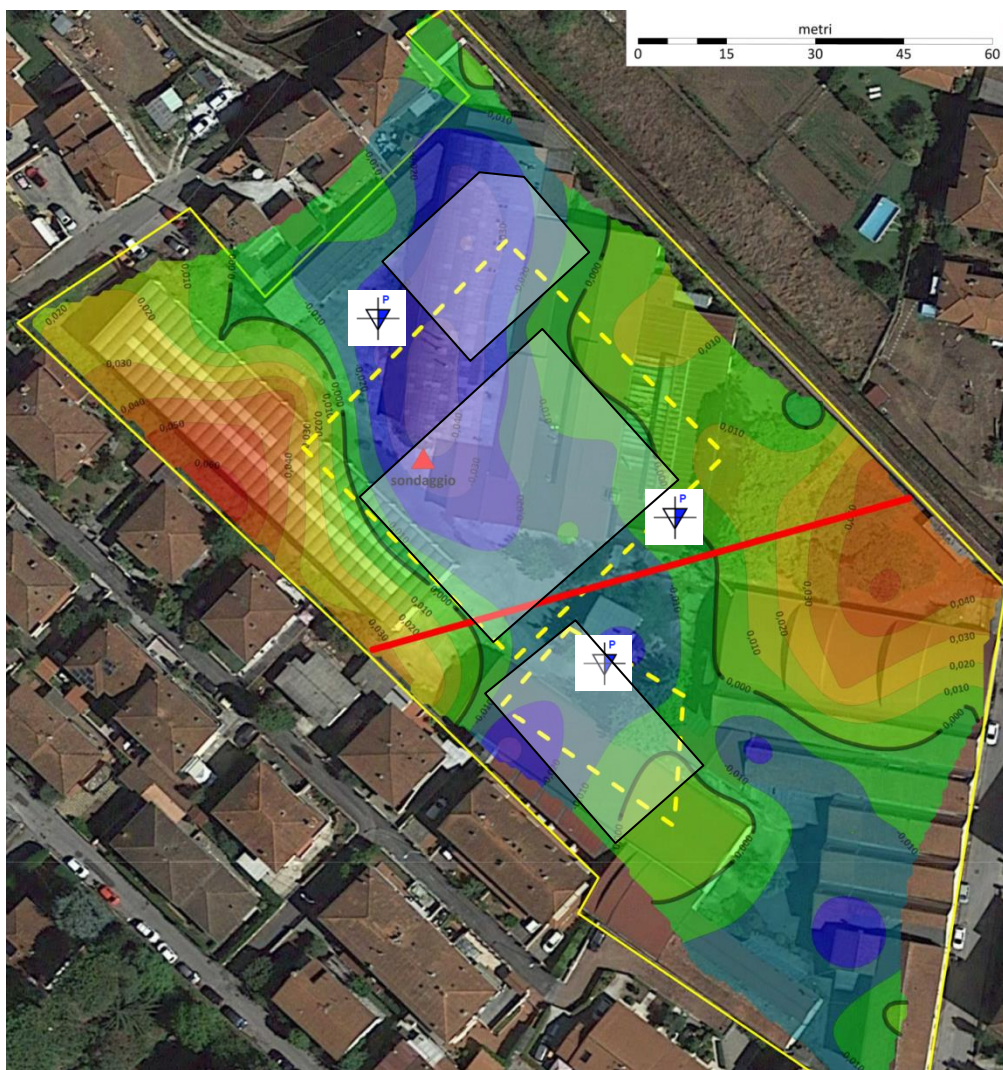
Tale modello gravimetrico, come riportato nella relazione allegata, esclude il rischio Sinkhole, ma evidenzia una semplicemente una variazione laterale dei depositi alluvionali, per cui da porre attenzione per l'aspetto geotecnico e relative scelte progettuali.

Si specifica che le anomalie gravimetriche nel caso di una zona a rischio Sinkhole sono molto più forti; generalmente l'anomalia negativa sono di circa 200/250  $\mu\text{Gal}$ , così come la forma ed i gradienti di anomalia sono totalmente diversi, infatti le aree a rischio Sinkhole tendono ad avere delle forme circolari/sub circolari e gradienti di anomalia molto ripidi.



#### 4.2 Sondaggi geognostici

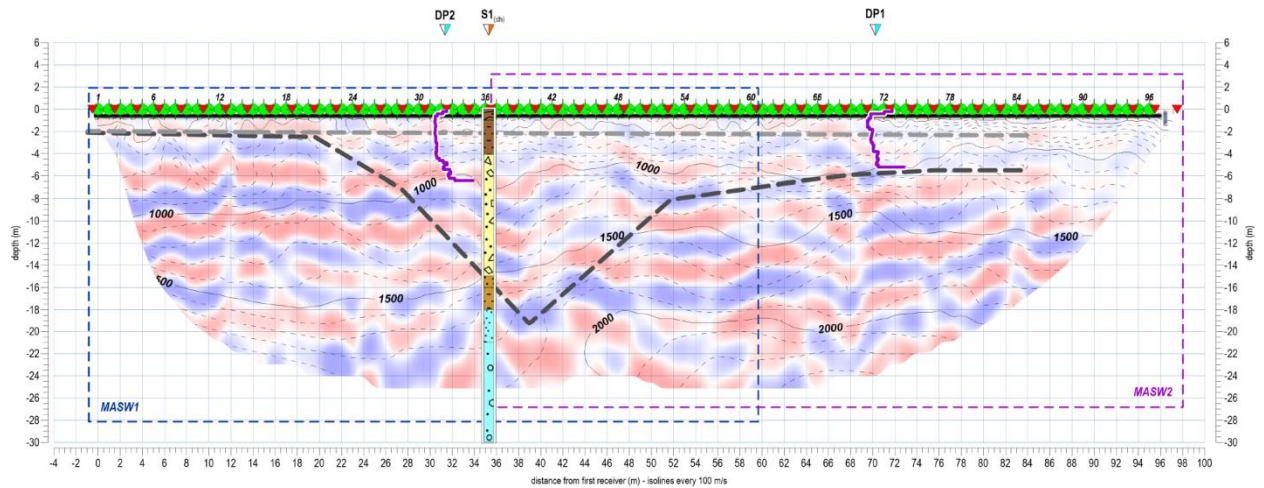
Allo scopo di verificare l'anomalia negativa riscontrata dalla Microgravimetria è stato fatto un sondaggio a carotaggio continuo la cui ubicazione è riportata in figura.



Lo studio dettagliato della stratigrafia del sondaggio ha consentito di individuare, oltre il primo metro di materiale eterogeneo di riporto, fino alla profondità di 18 metri un deposito di ghiaie, mediamente addensate (Nspt 28) in matrice limo argillosa con importanti intercalazioni di Limo Argilloso meno consistenti (Nspt 10), ascrivibili alla minore densità riscontrata nella microgravimetria; oltre fino alla profondità indagata di 30 metri un deposito



di Ghiaie poligeniche in matrice limo sabbioso più addensato, in riscontro della resistenza all'avanzamento della sonda.



Unitamente sono state eseguite delle prove penetrometriche, vedi ubicazione, uno all'interno della anomalia negativa l'altra in corrispondenza delle anomalie positive, si conferma quanto riscontrato della variazione laterale, infatti la prova penetrometrica eseguita all'interno della anomalia negativa (DP2) conferma fino alla profondità di metri 4.40 un deposito limo argilloso poco compatto ( $N_{spt} 5$ ) oltre ghiaia con rifiuto a circa 7 metri, mentre per la prova DP1 realizzata sulla anomalia positiva lo spessore del deposito limo argilloso si riduce a 80 cm (da 1 metro a 1.80) con valore di  $N_{spt}$  maggiori (8) per cui mediamente compatta, oltre ghiaia con rifiuto dello strumento a circa 5 metri.

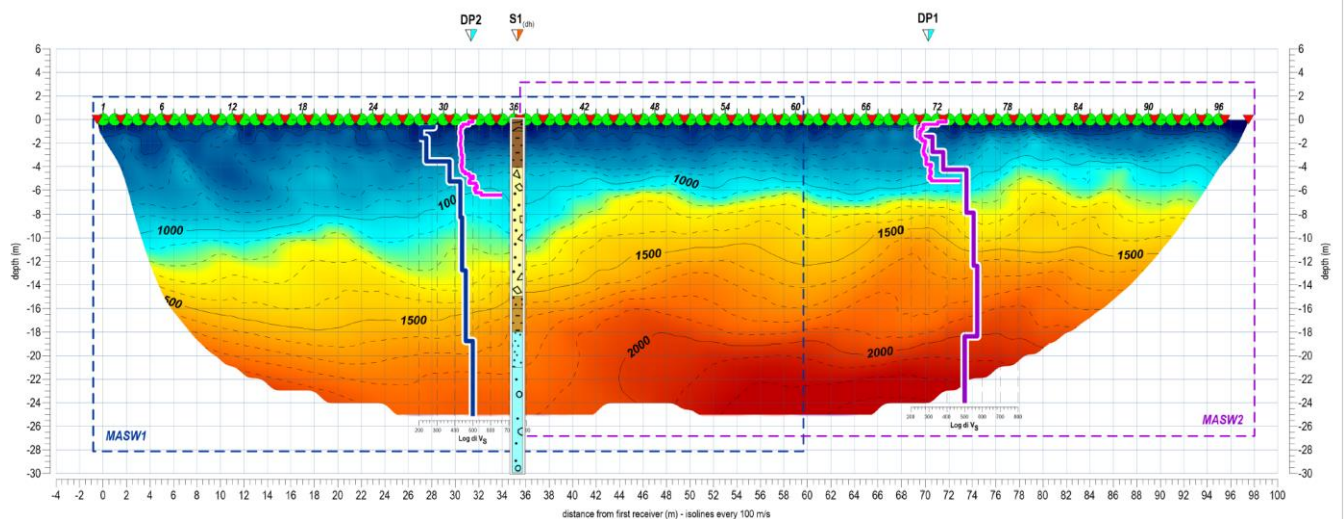
#### 4.3 Tomografie sismiche

Come osservato sono state effettuate delle indagini sismiche in corrispondenza di una linea che taglia l'intera area e attraversa l'anomalia negativa e l'anomalia positiva.

L'indagine sismica a riflessione ha permesso di individuare il substrato del Calcare Cavernoso posto a profondità variabili da circa 95 metri ad un massimo di meno 145 metri, si ipotizza un substrato fratturato, con probabili discontinuità ad alto angolo sui terreni alluvionali sovrastanti che terminano molto prima di arrivare in superficie (circa 50 metri)

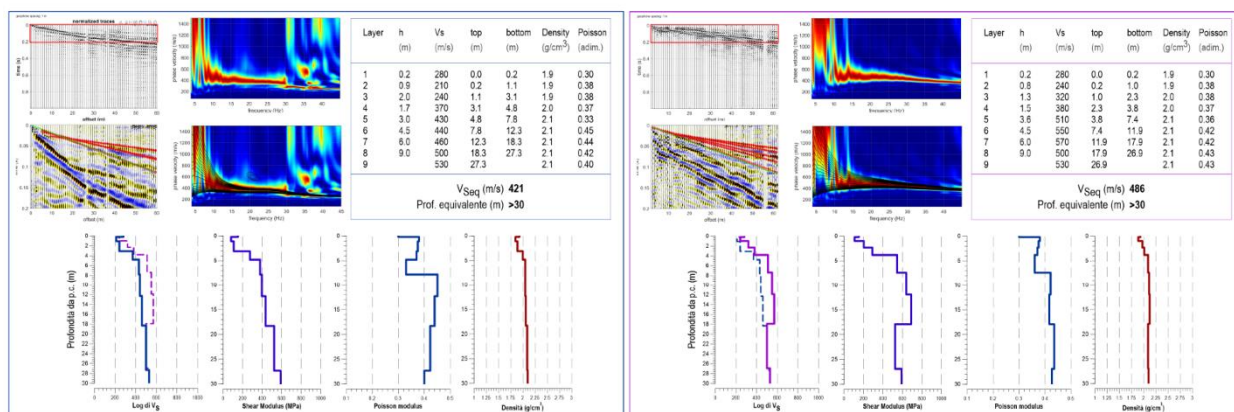
senza una correlazione con le aree di anomalia negativa. La velocità rilevata del substrato è da 2500 m/sec a 3500 m/sec.

Dalla Tomografia sismica nei primi trenta metri di profondità si osserva che nella zona NE, in corrispondenza dell'anomalia gravimetrica positiva, è presente un deposito alluvionale fino alla profondità di circa 10 metri con velocità 1600 m/sec , oltre la velocità aumenta fino a 2000 m/sec alla profondità di circa 20 mt, mentre in corrispondenza dell'area dove si è rilevata l'anomalia negativa il rifrattore di 1600 m/sec è posto a circa 18 metri e non si rileva il valore di 2000 m/sec nei primi 30 mt, il che conferma la variazione laterale di densità come evidenziato dall'analisi microgravimetrica, che ha interpretato come la presenza di un paleoalveo.



Sempre nei primi trenta metri sono state elaborate due prove Masw, in corrispondenza delle due anomalie gravimetriche residue (Masw1 Area anomalie negative, Masw2 area anomalia positiva)

Il risultato conferma la variazione laterale del deposito alluvionale con un terreno fino alla profondità di 18 metri con un valore di Vs variabile da 240 a 440 m/sec, mentre per la Masw 2 in corrispondenza della anomalia positiva , già oltre i 7 metri si hanno velocità maggiori di 500 m/sec.



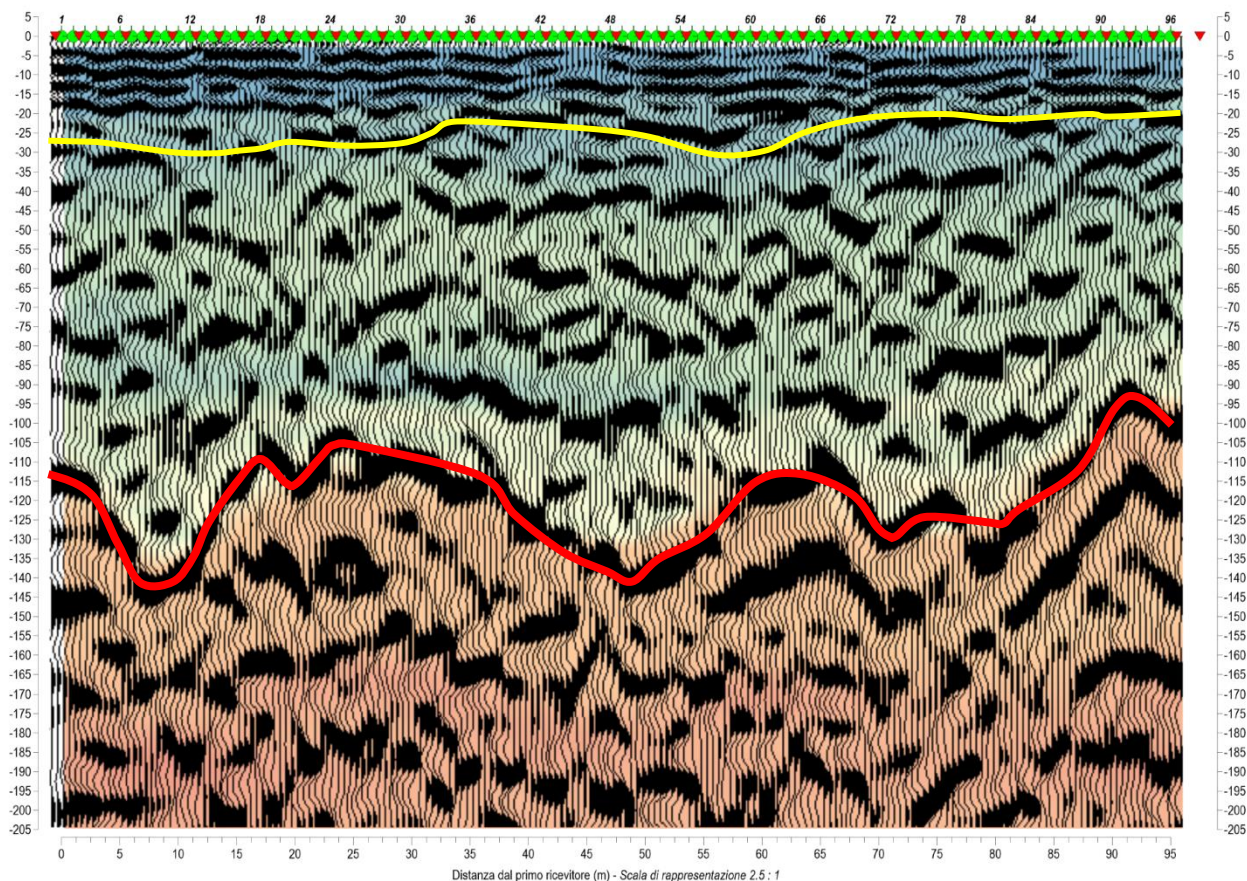
Anche la prova DH eseguita in corrispondenza del sondaggio ha permesso di valutare le velocità delle onde sismiche di taglio  $V_s$  che in relazione alla velocità delle onde sismiche longitudinali ( $V_p$ ) ha permesso di ricavare il rapporto  $V_p/V_s$  così come il modulo di Young e il modulo di Taglio ed il coefficiente di poisson riscontrando un terreno da Rigido a moderatamente Rigido (valori di  $V_p/V_s$  da 1.9 a 3.1).

Tipo di terreno	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	$V_p/V_s$
Roccia dura e massiccia	6000÷4200	4000÷2700	1,45÷1,50
Suolo molto rigido	4200÷3000	2700÷1500	1,5÷2,0
Suolo rigido	3000÷2000	1500÷700	2÷3
Suolo moderatamente rigido o alterato	2000÷1500	700÷400	3÷4
Suolo sciolto e soffice	1500÷600	400÷100	4÷6
Suolo soffice e saturo	> 1300	> 100	5÷8

Depth (m)	Tempi (ms)				Vel (m/s)				Vp/Vs	Poisson n	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Shear M. G (Mpa)	Young M. E (Mpa)	Bulk M. k (Mpa)
	Tp	Ts	Tp_corr	Ts_corr	Vp_p. int	Vs_p. int	Vp_layer	Vs_layer						
0	9.41	2.01	0.0	0.0	288	103	411	219	1.9	0.302	1.69	81	211	177
1	2.51	10.58	1.0	4.1	288	103	411	219	1.9	0.302	1.69	81	211	177
2	5.09	13.63	3.3	8.7	436	215	411	219	1.9	0.302	1.69	81	211	177
3	7.48	16.93	5.8	13.2	388	222	411	219	1.9	0.302	1.69	81	211	177
4	9.00	18.96	7.7	16.3	533	329	669	351	1.9	0.310	1.90	234	613	538
5	9.79	20.99	8.8	18.9	899	375	669	351	1.9	0.310	1.90	234	613	538
6	11.51	23.02	10.7	21.4	537	408	820	436	1.9	0.303	2.00	381	993	840
7	12.44	25.05	11.8	23.7	929	431	820	436	1.9	0.303	2.00	381	993	840
8	13.36	27.08	12.8	25.9	967	446	820	436	1.9	0.303	2.00	381	993	840
9	14.36	29.11	13.9	28.1	933	457	820	436	1.9	0.303	2.00	381	993	840
10	14.92	30.80	14.5	29.9	1560	548	1600	562	2.8	0.430	2.14	675	1929	4569
11	15.49	32.49	15.1	31.7	1600	556	1600	562	2.8	0.430	2.14	675	1929	4569
12	16.06	34.19	15.7	33.5	1631	563	1600	562	2.8	0.430	2.14	675	1929	4569
13	16.63	35.88	16.4	35.3	1653	568	1600	562	2.8	0.430	2.14	675	1929	4569
14	17.27	37.57	17.0	37.0	1508	572	1600	562	2.8	0.430	2.14	675	1929	4569
15	17.78	39.21	17.6	38.7	1842	595	1821	601	3.0	0.439	2.17	785	2258	6158
16	18.30	40.84	18.1	40.4	1855	598	1821	601	3.0	0.439	2.17	785	2258	6158
17	18.82	42.47	18.6	42.1	1866	600	1821	601	3.0	0.439	2.17	785	2258	6158
18	19.34	44.10	19.2	43.7	1876	602	1821	601	3.0	0.439	2.17	785	2258	6158
19	19.86	45.73	19.7	45.4	1883	603	1821	601	3.0	0.439	2.17	785	2258	6158
20	20.51	47.36	20.4	47.0	1513	604	1821	601	3.0	0.439	2.17	785	2258	6158
21	21.02	49.15	20.9	48.8	1912	554	1919	628	3.1	0.440	2.20	866	2495	6934
22	21.53	50.67	21.4	50.4	1916	649	1919	628	3.1	0.440	2.20	866	2495	6934
23	22.04	52.19	21.9	51.9	1923	650	1919	628	3.1	0.440	2.20	866	2495	6934
24	22.56	53.71	22.4	53.4	1923	651	1919	628	3.1	0.440	2.20	866	2495	6934
25	23.03	55.25	22.9	55.0	2070	646	2076	758	2.7	0.423	2.30	1323	3765	8159
26	23.51	56.52	23.4	56.3	2075	778	2076	758	2.7	0.423	2.30	1323	3765	8159
27	23.99	57.79	23.9	57.6	2075	780	2076	758	2.7	0.423	2.30	1323	3765	8159
28	24.46	59.06	24.4	58.8	2079	781	2076	758	2.7	0.423	2.30	1323	3765	8159
29	24.94	60.33	24.9	60.1	2079	781	2076	758	2.7	0.423	2.30	1323	3765	8159
30	25.42	61.60	25.3	61.4	2075	779	2076	758	2.7	0.423	2.30	1323	3765	8159

Oltre i trenta metri, sempre nel deposito alluvionale si riscontra nello stile di riflessione, una sostanziale omogeneità, a meno di leggeri disturbi (diffrazione) nell'intervallo 60-80 metri con una leggera inversione di velocità, dovuta probabilmente alla presenza di sedimenti con una densità inferiore, sempre però assimilabili a depositi di una certa relativa consistenza (1800-1900 m/sec) dovuti alla diversificata dinamica fluviale, per cui si tratta di terreni che non subiscono aumenti o diminuzioni di densità sensibili.





*In conclusione, dall'analisi delle indagini svolte è possibile effettuare le seguenti considerazioni: i settori di anomalia negativa rilevati, considerando i valori di anomalia, i gradienti gravimetrici la forma e la distribuzione areale, sono riconducibili a strutture geologiche caratterizzate da densità minore rispetto al contesto, correlate a dinamiche di tipo fluviale.*

*L'anomalia residua stretta ed allungata, circa diagonale, che, dallo spigolo nord dell'area d'indagine, attraversa sinuosamente il sito fino al suo limite sud e sud-est, e probabilmente ascrivibile alla presenza di un paleoalveo fluviale, colmato, che in passato attraversava la zona.*

*Le indagini geognostiche realizzate nell'area di prospezione confermano il modello stratigrafico ipotizzato attraverso il risultato dell'indagine microgravimetrica, il tutto viene confermato anche dall'indagine di simica a riflessione che estende l'analisi fino al substrato calcareo, rilevando una sostanziale omogeneità dei sismostrati, dove non si rilevano vuoti o terreni con densità bassa o con caratteristiche geotecniche molto scadenti.*

*Per quanto sopra in base a tali evidenze e considerazioni, si può escludere la presenza di aree a rischio Sinkhole all'interno dell'area investigata.*

## 5- MODELLO GEOTECNICO

Per la valutazione stratigrafica dei terreni, come osservato precedentemente al fine di valutare il rischio Sinkhole, sono state fatte diverse indagini sismiche, prove penetrometriche e sondaggi a carotaggio continuo con SPT e prelievo campione per analisi di Laboratorio.

Per cui rappresentano tutte indagini propedeutiche al modello geotecnico, in linea alla tipologia di intervento considerando una nuova struttura ricadente in classe 4 della 1R/2022.

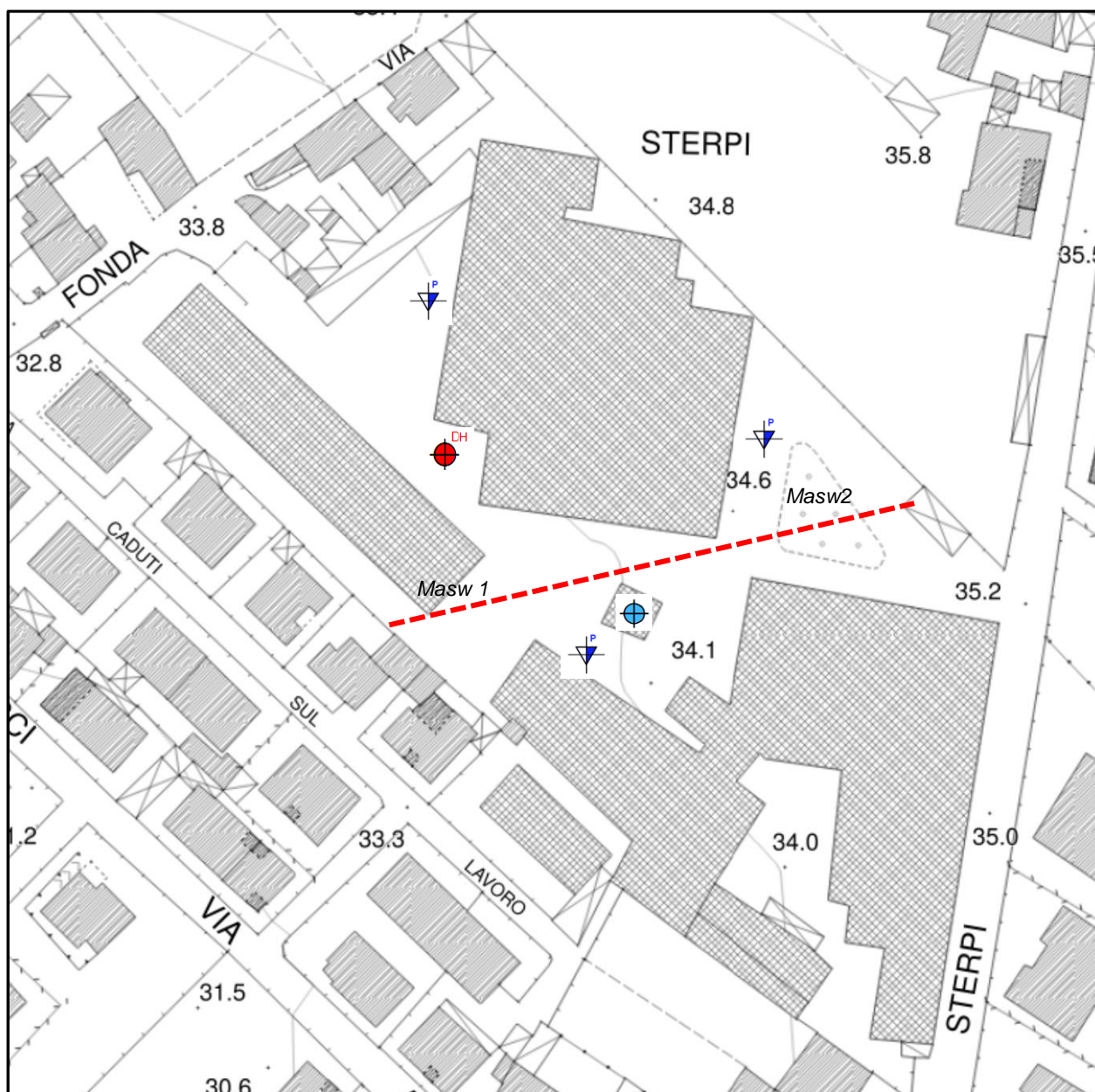
L'analisi delle indagini ha evidenziato la seguente stratigrafia (per maggiori dettagli si osservi il logs stratigrafico):

- da m 0.00 a m 1.00 Terreno di riporto eterogeneo di ghiaia e ciottoli e laterizi in matrice limosa;
- da m 1.00 a m 4.20 limi argillosi, di media consistenza; (Nspt 10)
- da m 4.20 a m 15.00 ghiaia in matrice limo argillosa di buona consistenza; (Nspt 28)
- da m 15.00 a m 16.00 Sabbia debolmente limosa
- da m 16.00 a m 18.00 limi argillosi debolmente ghiaioso
- da m 18.00 a m 30.00 Ghiaia e ciottoli addensati (Nspt > 30)

Livello di Falda a metri 7.20.


Dalle indagini sismiche, sono stati rilevati mediamente i seguenti sismostrati, con una velocità media delle  $V_{s30}$ , che riconduce ad un terreno di categoria B

Strato	Prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	<b><math>V_{s30} = 486 \text{ m/s}</math></b>
1	0 - 3	411	219	
2	3 - 5	669	351	
3	5 - 9	820	436	
4	9 - 14	1600	562	
5	14 - 20	1821	601	
6	20 - 24	1919	628	
7	24 - 30	2076	758	



 Sondaggio con Down Hole

 Stesa simica a Riflessione con Indagine Masw

 Pozzo a stratigrafia nota

 Prove Penetrometriche



## 5.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato.

I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni, al momento, sono stati dedotti dalla bibliografia in relazione alle prove realizzate, in attesa di una completa analisi delle prove di laboratorio eseguite.

Per le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, relativamente ai parametri geotecnici, prescrivono di calcolare i valori caratteristici e di progetto partendo da quelli medi rilevati in situ:

*Valori medi ( $V_m$ )  $\Rightarrow$  Valori Caratteristici ( $V_k$ )  $\Rightarrow$  Valori di Progetto ( $V_p$ ).*

Nelle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche", predisposte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, viene ricordato che il Progettista, nelle valutazioni che deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici dei singoli strati individuati, può fare riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Di seguito i valori caratteristici di resistenza dei terreni di fondazione verranno presi uguali a quelli medi ricavati con l'elaborazione delle indagini geognostiche. Dai valori caratteristici per ricavare i valori di resistenza di progetto, è necessario dividerli per un coefficiente riduttivo parziale  $\gamma_M$ , secondo quanto indicato nella Tabella 6.2. Il colonna M2 delle Norme Tecniche.

**Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Come osservato è stato prelevato un campione sul terreno limo argilloso al fine di eseguire delle prove di laboratorio ad avere dati caratteristici del terreno in oggetto (oltre alle prove SPT), non è stato possibile prelevare campioni nel terreno ghiaioso in quanto grano sostenuto e di scarsa matrice (per questo materiale sono state eseguite prove SPT in foro).

TABELLA RIEPILOGATIVA PARAMETRI GEOTECNICI - AREA VIA STERPI VIA FONDA

In riferimento alle indagini eseguite, Sondaggio a carotaggio continuo con prove SPT in foro, Down Hole, prove DPSH superpesanti e Prospezioni sismiche

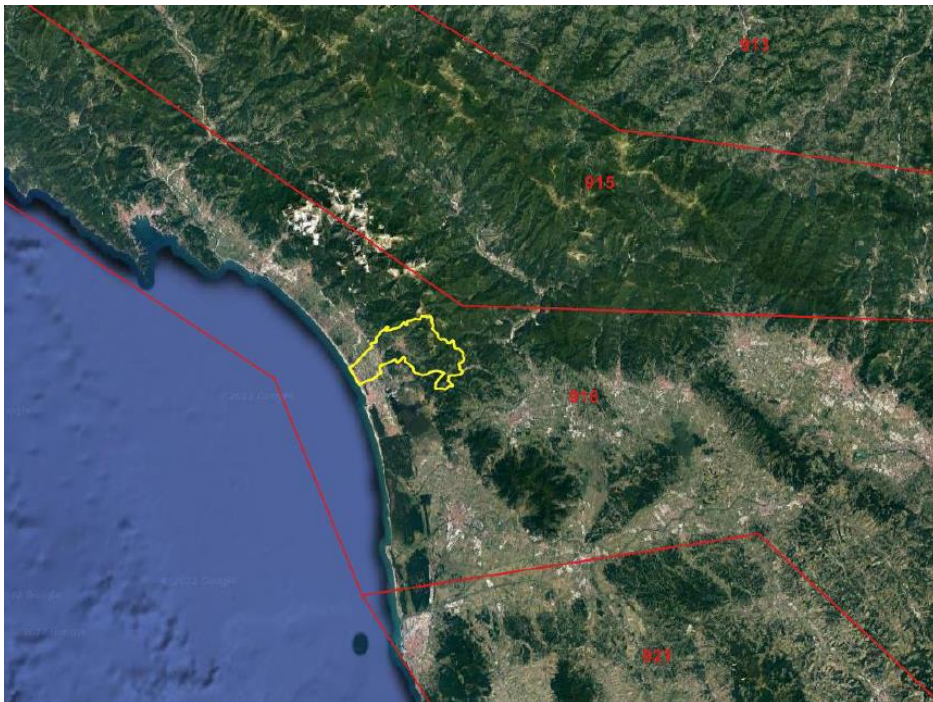
LIVELLI STRATIGRAFICI	Prof. da p.c. (mt)	Nspt (prove in foro)	Nspt DPSH	Gamma (t/m3)	Gamma Saturo (t/m3)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Coesione drenata (kg/cm2)	Angolo di attrito (°)	Modulo Edometrico (kg/cm2)	Modulo Elastico Young (Mpa)	Modulo Taglio G (Mpa)	Coeff poisson	Vs (m/sec)	Vp (m/sec)
Terreno di riporto con ghiaia e ciottoli laterizi in matrice limosa	0.00-1.00		43	1.8	1.9	1.5		34	120				220	411
Limo Argilloso con sporadici clasti di media consistenza (prelievo campione tra 2.5 a 3.00)	1.00-4.20	3.0 m: N <sub>spt</sub> 10	5-8	1.85	2.00	0.5		28	40	200	80	0.3	240/340	669
Ghiaia e ciottoli: alternanza di livelli ghiaiosi grossolani a livelli ghiaiosi a granulometria più fine, natura prevalentemente calcarea dolomitica, da densa a compatta	4.20-15.00	7.5 m: N <sub>spt</sub> 28 10.50 m: N <sub>spt</sub> 30	30	2.10	2.20	2.5		35	250	600-1900	380	0.43	510	1600
Livello sabbioso debolmente limoso a granulometria media grossa	15.00-16.00			2.00	2.20			30	100	2200	785	0.44	600	1821
Limo Argilloso ghiaioso consistente	16.00-18.00			1.90	2.20			28	100	2300	866	0.44	600	1821
Ghiaia e ciottoli di natura prevalentemente calcarea in matrice da limosa a sabbiosa da densa a compatta (di maggiore resistenza avanzamento della sonda)	18.00-30.00	21 m: N <sub>spt</sub> 41		2.10	2.20			35-40	350	3765	1323	0.42	628/758	2076

## 6- LOCALIZZAZIONE SISMICA E CALCOLO AZIONI SISMICHE

### 6.1- Sismicità a Scala Regionale

La classificazione sismica regionale, approvata con D.G.R.T. n 421 del 26 maggio 2014, inserisce il comune di Camaiore in zona a rischio sismico 3. Si tratta, tuttavia, di una classificazione la cui utilità è rimasta solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti in quanto gli attuali criteri nazionali di stima della pericolosità sismica sono effettuati mediante un approccio "sito-dipendente".

Con il prevalente scopo di servire da input per valutazioni di pericolosità sismica, il territorio italiano è attualmente suddiviso in zone sismogenetiche secondo la zonazione ZS9 che rappresenta lo stato ultimo delle conoscenze in tema di sismicità contenute nel rapporto "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20/03/2003, n° 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile" (INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici). Il comune di Camaiore ricade all'interno della zona sismogenetica 916.





### Zona sismogenetica ZS9

La zona 916, insieme alla contigua zona 920, coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismo tettonico di Meletti et al (2000) in cui la sismicità è connessa a bassa energia con sporadici eventi caratterizzati da valori di magnitudo relativamente elevati.

In base ai criteri utilizzati nello studio per la parametrizzazione della sismicità, relativamente all'adozione della classe di magnitudo sono stati definiti due insiemi di magnitudo  $M_{max}$ : uno calibrato, in modo cautelativo, su dati sismologici e geologici definito  $M_{max1}$ ; uno di tipo maggiormente cautelativo definito  $M_{max2}$ . Per la zona 916 si ha:

$$M_{max1} = 5,68$$

$$M_{max2} = 6,14$$

Il Database delle sorgenti sismogenetiche italiane (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS versione 3.3.0), in cui sono individuate le sorgenti sismogenetiche ritenute in grado di generare terremoti di magnitudo 5,5 e superiore, mostra che le sorgenti più prossime al territorio comunale di Camaiore sono collocate a nord di esso (figura 9). Si tratta di due sorgenti composite corrispondenti a:

ITCS083 - Garfagnana

ITCS026 - Lunigiana



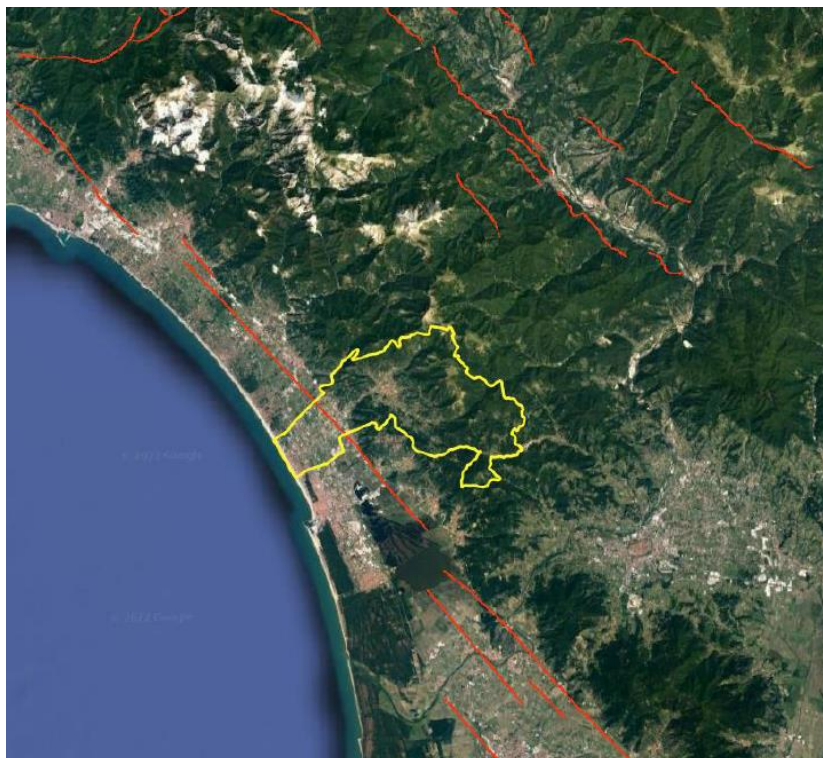
La sorgente composta ITCS083 – Garfagnana è associata ad una fascia caratterizzata da dinamica estensionale che attraversa la zona in prossimità della valle del Serchio.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una densa sismicità con magnitudo comprese tra  $4,5 < M_w < 5,0$  all'interno dell'area oltre al terremoto dell'11 aprile 1837 ( $M_w$  5,6, Alpi Apuane) e all'evento distruttivo del 7 settembre 1920 ( $M_w$  6,5). Questa sorgente comprende un insieme di faglie che probabilmente riproducono le strutture ereditate che delimitano i bacini estensionali e che sono state in parte riattivate cosismicamente. Alcune di queste faglie sono state associate ai terremoti più intensi di quest'area. In particolare, la faglia più settentrionale è associata al forte terremoto distruttivo del 7 settembre 1920 per la quale è ipotizzata una geometria normale con inclinazione verso nordest e direzione nordovest. La faglia più meridionale non è invece associata ad alcun forte terremoto storico. I dati geologici e geomorfologici portano ad

indicare una geometria normale con immersione verso nordest e direzione nordovest-sudest.

Anche la sorgente composita ITCS026 – Lunigiana corrisponde ad un meccanismo estensionale che interessa l'area vicino alla valle del Taro. I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una consistente sismicità con valori di magnitudo compresi tra  $4,5 < M_w < 5,0$  oltre ai terremoti di maggiore intensità occorsi il 14 febbraio 1834 ( $M_w$  5,6, Alta Lunigiana) e del 7 maggio 1481 ( $M_w$  5,8, Lunigiana). Analogamente alla sorgente sismica Garfagnana, questa sorgente comprende un insieme di faglie che probabilmente riproducono le strutture precedenti che delimitano i bacini estensionali e che sono state in parte riattivate cosismicamente. Le osservazioni geologiche e geomorfologiche del bacino della Lunigiana indicano che le faglie hanno geometria normale con direzione nordovest-sudest ed immersione verso nordest.

Il catalogo delle faglie capaci ITHACA (ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITalyHAzard from CAPablefaulting), A database of activecapable faults of the Italianterritory. Version December 2019. ISPRA Geological Survey of Italy) indica che la pianura costiera versiliese e il suo limite interno, in prossimità del piede dei rilievi, è contrassegnato da fagliazione superficiale relativa al sistema Viareggio-Pisa. Si tratta di faglie singole aventi direzione media di  $140^\circ$  ed immersione verso sudovest, la cui ultima attività è avvenuta all'inizio del Pleistocene (figura 10). La pianura interna di Camaiore risulta percorsa da una dislocazione appartenente a tale sistema che, orientativamente, attraversa il territorio ad est del sito in studio. Riguardo al database va, tuttavia, considerato che le faglie capaci sono mappate e caratterizzate in ITHACA sulla base dei dati disponibili in letteratura, dopo una attenta revisione critica e che esso è in continuo aggiornamento. Pertanto il database non rappresenta la totalità delle faglie capaci potenzialmente presenti sul territorio nazionale ma solo quelle per le quali esiste uno studio, anche di livello minimo, e quindi un riferimento bibliografico. Esso, inoltre, non ha una copertura omogenea a livello nazionale.



*Stralcio Mappa delle Faglie Capaci del catalogo ITHACA*

## **6.2- Caratterizzazione sismica del sito**

Per il generico sito in esame la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene infatti effettuata utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella Tabella dell'Allegato B del D.M.). Le forme spettrali sono definite in funzione dei seguenti tre parametri:



**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,047	2,474	0,236
50	0,058	2,502	0,253
72	0,068	2,490	0,263
101	0,078	2,493	0,269
140	0,088	2,484	0,275
201	0,104	2,440	0,279
475	0,142	2,410	0,292
975	0,183	2,374	0,299
2475	0,243	2,394	0,317

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

- $a_g$  = *accelerazione orizzontale massima al sito*
- $F_o$  = *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*
- $T_c^*$  = *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*

Relativamente all'area in esame nella seguente tabella sono riportati i parametri suddetti con i relativi periodi di ritorno, ricavati tramite media pesata rispetto ai quattro vertici del reticolo di riferimento all'interno del quale si trovano i siti.

Dato che le condizioni del sito di riferimento non corrispondono a quelle presenti nell'area, è necessario, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito in oggetto, in quanto entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa sul sito rigido di riferimento con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale. La "risposta sismica locale" esprime quindi l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite nel percorso dal substrato rigido al sito in oggetto.

In assenza di analisi più dettagliate, per quanto riguarda l'effetto delle condizioni stratigrafiche, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione della categoria di sottosuolo del sito in oggetto.

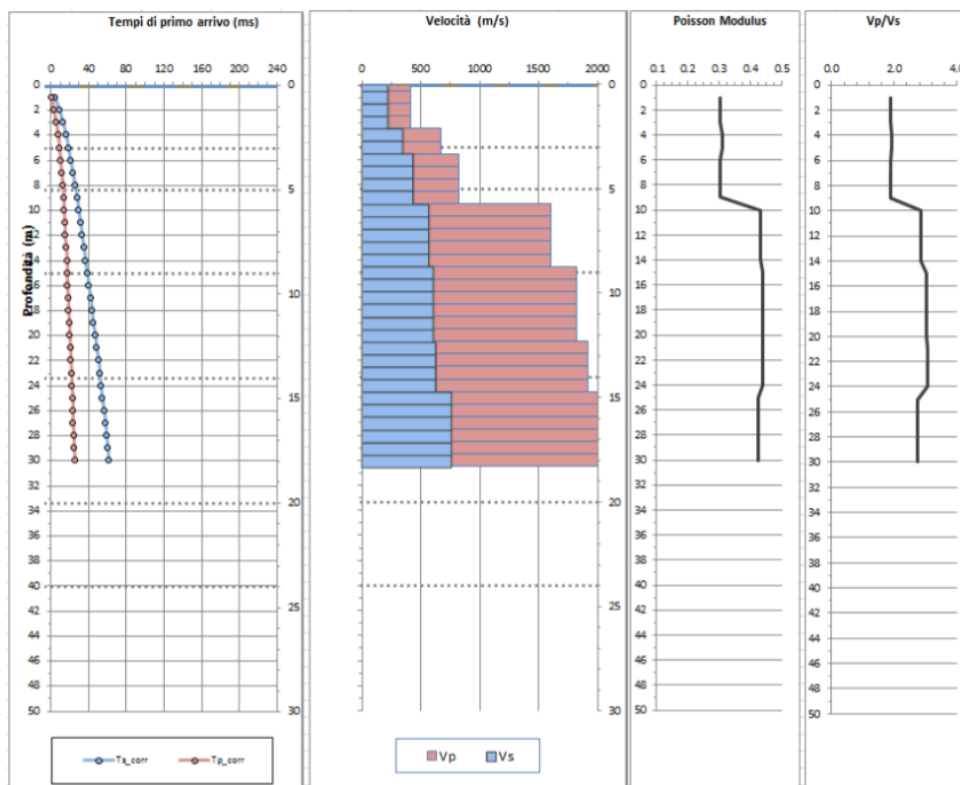
Le NT prevedono le seguenti categorie di sottosuolo di riferimento:

**Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina 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.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

L'identificazione di questa categoria va di norma eseguita in base ai valori della Vs30, cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, per questo, in prima analisi si è fatto riferimento a delle indagini simiche realizzate nell'intorno dell'area, dove indicano tutte una categoria di suolo di fondazione di tipo B, con velocità media di 486 m/sec.

Strato	Prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	<b>V<sub>S30</sub> = 486 m/s</b>
1	0 - 3	411	219	
2	3 - 5	669	351	
3	5 - 9	820	436	
4	9 - 14	1600	562	
5	14 - 20	1821	601	
6	20 - 24	1919	628	
7	24 - 30	2076	758	



Al fine della valutazione della zona sismica di progetto oltre alla categoria di suolo precedentemente individuata occorre definire le condizioni topografiche del sito e di conseguenza l'amplificazione topografica  $S_T$ .

Nel nostro caso siamo su area pianeggiante per cui consideriamo l'opera in categoria topografica **T1** (Tabella 3.2.IV delle NTC).

A questo punto osservando la tabella 3.2.VI delle NTC, il coefficiente topografico  $S_T$ , in funzione della categoria topografica e dell'ubicazione dell'opera avrà valore 1.0.

Come si può osservare dal calcolo dei parametri sismici il valore dei Coefficienti  $C_c$  in funzione del suolo e degli stati limiti, ha valore che varia da 1.45 a 1.40, mentre il valore di  $S_s$ , amplificazione stratigrafica è di 1.2.

## Stati limite



Classe Edificio

III. Affollamento significativo...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

**CU = 1.5**

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> <sup>*</sup> [s]
Operatività (SLO)	45	0.054	2.511	0.249
Danno (SLD)	75	0.066	2.512	0.264
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.160	2.385	0.294
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.202	2.379	0.304
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

## Coefficienti sismici



Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)



1



0.1



Cat. Sottosuolo

B



Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,45	1,44	1,40	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]



0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.046	0.068
kv	0.006	0.008	0.023	0.034
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.633	0.781	1.883	2.379
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280



## 7. FATTIBILITA' DEL PIANO ATTUATIVO

I criteri di fattibilità rappresentano gli elementi di sintesi finale con i quali viene espresso, in termini di regolamentazione, il grado di fattibilità, sia geologica, sia idraulica, sia sismica degli interventi previsti nella pianificazione. Tali criteri sono stati ottenuti da una valutazione dell'intervento previsto del PA in rapporto alle indicazioni fornite dalle carte di Pericolosità geologica, Pericolosità idraulica e Pericolosità sismica.

Per l'assegnazione della Fattibilità occorre inoltre tenere conto delle eventuali situazioni, non ricomprese nelle carte della pericolosità di cui sopra, connesse a problematiche idrogeologiche e criticità ambientali.

Va inoltre osservato il grado di esposizione degli interventi: in particolare per i beni in previsione, limitatamente ai fabbricati, si considera un grado di esposizione **"alto"**, per le aree a verde, di parcheggio e di transito si considera un grado di esposizione **"basso"** e se ne traslascia la classificazione, da intendersi sempre nella classe più bassa rispetto a tutti gli aspetti di fattibilità esaminati (geologico, sismico, idraulico, Sinkhole)

Come osservato l'intervento prevede una **Ristrutturazione Urbanistica concambio di destinazione d'uso**, per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica urbanistica.

La fattibilità degli interventi (opportunamente riportata in allegato) è stata definita tenendo conto delle previsioni urbanistiche proposte, secondo l'approccio matriciale, e tenendo conto delle indicazioni fornite dalle NTG del POC, in relazione al tipo d'intervento.

Essa rappresenta la finalità di tutto il presente lavoro ed indica la compatibilità della Variante con le caratteristiche naturali dell'area. Associando al grado di esposizione dei beni



	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA					PERICOLOSITÀ IDRAULICA					PERICOLOSITÀ SISMICA			
INTERVENTI AMMESSI Art. 134-135-136 L.R. 65/2014	G1	G2	G3	G4		I1	I2	I3	I4		S1	S2	S3	S4
Nuova edificazione (art.134 c.1 a)	F2	F2	F3	F4		F2	F2	F3	F4		F2	F2	F3	F4
Installazione di manufatti, anche prefabbricati e di strutture di qualsiasi genere, quali roulotte, camper, case mobili, imbarcazioni, che siano utilizzati come abitazioni, ambienti di lavoro, depositi, magazzini e simili, che non siano diretti a soddisfare esigenze meramente temporanee ecc. (art.134 c.1 b)	F2	F2	F3	F4		F2	F2	F3	F4		F2	F2	F3	F4
La realizzazione di opere di urbanizzazione primaria e secondaria da parte di soggetti diversi dal comune (art.134 c.1 c)	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
Realizzazione d'infrastrutture e d'impianti, anche per pubblici servizi, che comporti la trasformazione in via permanente di suolo inedificato (art.134 c.1 d)	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
Realizzazione di depositi di merci o di materiali e la realizzazione d'impianti per attività produttive all'aperto, che comporti l'esecuzione di lavori a cui consegua la trasformazione permanente del suolo inedificato (art.134 c.1 e)	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
La realizzazione degli interventi di ristrutturazione urbanistica (art.134 c.1 f)	F2	F2	F3	F4		F2	F2	F3	F4		F2	F2	F3	F4
Addizioni volumetriche (art.134 c.1 g)	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
Interventi di ristrutturazione edilizia ricostruttiva (art.134 c.1 h1,h2,h3)	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
Ripristino di edifici o parti di esso (art.134 c.1 h4, c1 i)	F1	F2	F3	F3		F1	F2	F3	F3		F1	F2	F3	F3
Sostituzione edilizia (art.134 c.1 l)	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4

## 6.1 Fattibilità geologica

In relazione alla Pericolosità geologica G3-G4 in base agli interventi previsti nello specifico di ristrutturazione edilizia con cambio d'uso, si ha una classe di fattibilità: **Fattibilità Geologica Limitata (F4) e una Fattibilità Geologica Condizionata (F3).**

**Fattibilità Geologica Limitata (F4):** si riferisce ad eventuali previsioni urbanistiche e infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione preliminare di interventi di messa in sicurezza e/o di gestione del rischio. La trasformazione interessa un areale classificato nel P.S. per pericolosità da Sinkhole.

L'attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali nelle aree definite nel P.S. "G.4 – S.4 per pericolosità geomorfologica molto elevata da Sinkhole" è subordinata alla verifica di condizioni di sufficiente sicurezza, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio.

La valutazione di fattibilità nelle trasformazioni dell'esistente dovrà basarsi sulla riduzione del rischio, anche attraverso la programmazione di protezione civile. Nelle aree ricadenti in questa classe le previsioni di nuove edificazioni pubbliche o private sono fortemente condizionate; non è ammissibile la previsione di nuovi edifici pubblici strategici e rilevanti, sempre che non siano diversamente localizzabili.

La fattibilità delle nuove previsioni dovrà essere preventivamente studiata mediante specifiche indagini che consentano la valutazione del rischio effettivo. Nuove destinazioni comunque possibili sono quelle a verde, pubblico e privato, e tutte le altre destinazioni che non prevedano incrementi di esposizione.



Anche per il Regolamento Regionale 5/R., (vedi paragrafo 3.2.1) nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.

In particolare per il comma b) per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente: la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Di conseguenza, per gli interventi di ricostruzione che ricadono nella casistica della lettera b), di effettuarli, preferibilmente, nella porzione del comparto che ricade in GS3; se risultasse necessario ricostruire in aree GS4 è obbligatoria la valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità o un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità, anche in relazione alle tipologie edilizie ed al loro comportamento strutturale rispetto al collasso.

Inoltre, in considerazione dell'elaborato QC8 Indagini Geologiche-Tecniche rispetto ai requisiti richiesti dal citato Allegato A del Regolamento 5/R, per la pericolosità da sinkhole

segnala che la scheda Tr.4.2 in questione prevede:

- "Sulla base dei dati attualmente disponibili, si valuta opportuno che gli atti di pianificazione urbanistica con incremento di esposizione, i quali ricadano in aree a bassa densità di punti di controllo micro-gravimetrica, siano integrati con tale tecnica; qualora non emergano condizioni ostative, così come nelle aree già investigate con densità di misure microgravimetriche adeguata, i piani attuativi o, in loro assenza, i progetti edilizi, dovranno includere una idonea valutazione del rischio che si basi su specifiche indagini profonde ad integrazione dei dati esistenti"

• "Nel caso in cui le indagini individuino situazioni di vuoti o stati di addensamento bassi nell'ambito della roccia e/o della porzione alluvionale, non saranno possibili nuovi interventi edificatori. La valutazione di fattibilità nelle trasformazioni dell'esistente dovrà basarsi sulla riduzione del rischio, anche attraverso la programmazione di protezione civile".

• Tutte le trasformazioni in aree con pericolosità da sinkhole GS3 (elevata) o GS4 (molto elevata) dovranno riportare i dati pertinenti relativi ai monitoraggi aggiornati, effettuati dal Comune di Camaiore con tecnica interferometrica, reperibili presso gli uffici comunali.

***Per cui In relazione alla Fattibilità 4, e le relative limitazioni, è stato eseguito integralmente quanto richiesto dalle specifiche del POC, da questo è risultato che non emergono condizioni ostative per l'intervento di trasformazione urbanistica, in quanto l'area non presenta condizioni di rischio Sinkhole.***

***E' tuttavia consigliabile presidiare l'area mediante l'osservazione dell'attuale monitoraggio da parte della Regione Toscana Geoportale del Consorzio LAMMA ([https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa\\_suolo/#/viewer/326](https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/326)), il quale aggiorna il movimento del suolo con periodicità settimanale , e nel caso in cui ci siano delle anomalie, procedere con una gestione del Rischio in accordo con la programmazione di protezione civile del Comune di Camaiore.***

#### **6.1.1 Normativa geologica in riferimento al PGA**

L'area in esame come osservato, in riferimento al PGA, ricade in aree a pericolosità elevata, P3a pertanto, nella formazione della variante/piano attuativo deve rispettare le norme (art 9) e gli indirizzi di cui all'art. 11 del citato Piano.

Si riporta per completezza i sopra citati articoli.

*Art. 9 – Aree a pericolosità elevata (P3a) – Norme*

*1. Nelle aree P3a, per le finalità di cui all'art. 1, sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini.*

*2. Nelle aree P3a l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità con conseguente riesame del quadro conoscitivo e dei suoi effetti sulle mappe del PAI dissesti.*

*3. Nel rispetto delle finalità di cui all'art. 1, le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica nelle aree P3a emanando a tal fine le disposizioni concernenti l'attuazione del Piano nelle materie di propria competenza, con la possibilità di adottare, ove necessario, disposizioni più restrittive rispetto a quanto previsto dal presente articolo ai sensi del disposto dell'art. 3- quinquies, c.2 del decreto legislativo n. 152/2006*

*Art. 11 – Aree a pericolosità elevata (P3) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio*

*1. Fermo restando quanto previsto agli artt. 9 e 10, nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Città metropolitane, le Province e i Comuni nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:*

*a) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero e al mantenimento della naturale evoluzione morfo dinamica dei rilievi, del paesaggio e del reticolo idrografico;*

*b) sono da privilegiare le trasformazioni dell'uso del suolo volte a ridurre le condizioni propedeutiche al dissesto e a favorire il contenimento dell'erosione;*

*c) sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica le previsioni e realizzazioni di interventi di trasformazione urbanistica.*

## 6.2 Fattibilità Idraulica

In relazione alla porzione del lotto ricadente in diverse fasce di pericolosità idraulica, si ha diverse classi di Fattibilità dalla **fattibilità con normali vincoli (Fi2)** alla **condizionata (Fi3) e alla fattibilità limitata (Fi4)**.

Come osservato l'area è compresa tra quelle dello studio del Prof. Pagliara a supporto del P.S., come aggiornato nel 2020, al quale viene attualmente fatto riferimento per quantificare il battente e la velocità da cui consegue la magnitudo idraulica per eventi frequenti e poco frequenti.

In applicazione di tale studio, Le aree **Fi4** sono dovute alla presenza, nell'area di trasformazione, di una porzione marginale lungo Via Fonda, classificato nel P.S. a pericolosità idraulica molto elevata I.4, in conseguenza degli effetti, valutati nello studio idrologico-idraulico, del Torrente Lombricese e comporta l'inserimento tra le "Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3)", come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) e dall'articolo 18 comma 1, lettera a) della L.R.41/2018.

Nello specifico, per la parte ricadente in P3 e di conseguenza in F4, l'intervento prevede solo viabilità e un piazzale di manovra per mezzi di carico e scarico per cui opere ammissibili purché sia assicurato il rischio medio R2 (battente presente inferiore a 10 cm).

Le aree **Fi3** conseguono alla presenza, in parte dell'area di trasformazione, di un areale classificato nel P.S. a pericolosità idraulica elevata I.3. Ciò dipende dagli effetti, valutati nello studio idrologico idraulico, del Torrente Lombricese e comporta l'inserimento tra le "Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2)", come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) e dall'articolo 18 comma 1, lettera b) della L.R.41/2018.



Le aree **Fi2** sono dovute alla presenza, in parte dell'area di trasformazione, di un areale classificato nel P.S. a pericolosità idraulica media I.2. Ciò dipende dagli effetti, valutati nello studio idrologico idraulico, del Torrente Lombricese e comporta l'inserimento tra le "Aree a pericolosità per alluvioni rari  $Tr > 200$  anni (P1)" **non oggetto della L.R.41/2018, .**

Come osservato la magnitudo idraulica per eventi frequenti (P3) o poco frequenti (P2) su tutta l'area risulta moderata, (battente inferiore a 10 cm)

***Per quanto sopra, per l'attuazione degli interventi, per ciò che riguarda gli aspetti idraulici, la normativa comporta che la fattibilità degli interventi sia perseguita secondo quanto disposto dalla L.R. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.***

Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sul patrimonio edilizio esistente sono consentiti tutti gli interventi edilizi fatto salvo quanto disposto all'art. 12 ai commi 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 della L.R.41/2018.

Si specifica inoltre che in ottemperanza al POC (QG1) quando l'attuazione della previsione sia condizionata dalla realizzazione di opere di sopraelevazione, di cui all'art. 8 della L.R.41/2018, conseguendo la classe di rischio medio R2, sia in conseguenza delle analisi validate (principalmente l'aggiornamento degli studi idraulici Pagliara 2020) o a seguito dell'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla L.R. 41/2018, la quota di riferimento per la sopraelevazione risulta quella del battente individuato nello studio idraulico per alluvioni poco frequenti, più un opportuno franco, dove i valori minimi sono stabiliti:

- di cm.20 per il piano di calpestio;

- di cm.50 a tutela degli eventuali volumi interrati;

Si riporta di seguito i commi di interesse, dell'art 12 LR 41/2018, relativamente all'intervento edilizio: Demolizione ricostruzione con cambio di destinazione d'uso da residenziale a commerciale.

### **Articolo 12 LR 41/2018**

*Interventi sul patrimonio edilizio esistente in aree a pericolosità per alluvioni frequenti  
o poco frequenti*

.....

*2. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione di interventi edilizi che comportano incrementi volumetrici, anche attraverso demolizioni con parziale o totale ricostruzione, è realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c). 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.*

*4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione degli interventi edilizi di demolizione, con parziale o totale ricostruzione senza incrementi volumetrici, sono contestualmente realizzati gli interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettera d).*

.....

*7. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, 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).*

### **6.2.1 Fattibilità in riferimento al PGRA**

L'area in esame come osservato, in riferimento al PGRA, ricade in aree a pericolosità da alluvione P3, P2; P1 pertanto, nella formazione della variante/piano attuativo deve rispettare le norme (art 7 e 9) e gli indirizzi di cui all'art. 8 10 e 11 del citato PGRA.

Si riporta per completezza i sopra citati articoli.

#### *Art. 7. Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme*

- 1. Nelle aree P3, per le finalità di cui all'art. 1, sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio, fatto salvo quanto previsto al seguente comma 2 e al successivo art. 8.*
- 2. Nelle aree P3 da alluvioni fluviali l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle opere idrauliche in merito all'aggiornamento del quadro conoscitivo con conseguente riesame delle mappe di pericolosità.*
- 3. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio per la realizzazione degli interventi nelle aree P3.*

#### *Art. 8 – Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio*

- 1. Fermo quanto previsto all'art. 7 e all'art. 14 comma 9, nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province, le Città Metropolitane e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio, si attengono ai seguenti indirizzi:*

*a) sono da evitare le previsioni di:*

- *nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali;*

- *nuovi impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo 152/2006;*
  - *sottopassi e volumi interrati*
- b) sono da subordinare, se non diversamente localizzabili, al rispetto delle condizioni di gestione del rischio, le previsioni di*
- *nuove infrastrutture e opere pubbliche o di interesse pubblico;*
  - *interventi di ampliamento della rete infrastrutturale primaria, delle opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali e degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo 152/2006;*
  - *nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione;*
  - *nuove edificazioni*
- c) sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio le previsioni di interventi di ristrutturazione urbanistica;*
- d) sono da privilegiare le previsioni di trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica, alla riqualificazione e allo sviluppo degli ecosistemi fluviali esistenti, nonché le destinazioni ad uso agricolo, a parco e ricreativo – sportive.*

*Art. 9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Norme*

- 1. Nelle aree P2, per le finalità di cui all'art. 1, sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio, fatto salvo quanto previsto al seguente comma 2 e al successivo art. 10.*
- 2. Nelle aree P2 da alluvioni fluviali l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle opere idrauliche in merito all'aggiornamento del quadro conoscitivo con conseguente riesame delle mappe di pericolosità.*
- 3. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.*



*Art. 10 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Indirizzi per gli strumenti  
governo del territorio*

*1. Fermo quanto previsto all'art. 9 e all'art. 14 comma 9, nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province, le Città Metropolitane e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:*

*a) sono da subordinare, se non diversamente localizzabili, al rispetto delle condizioni di gestione del rischio, le previsioni di:*

- nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali;*
- nuovi impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo 152/2006;*
- sottopassi e volumi interrati*

*b) sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio le previsioni di:*

- nuove infrastrutture e opere pubbliche o di interesse pubblico;*
- interventi di ampliamento della rete infrastrutturale primaria, delle opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali e degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo 152/2006;*
- nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione;*
- nuove edificazioni*

*c) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica alla riqualificazione e allo sviluppo degli ecosistemi fluviali esistenti, nonché le destinazioni ad uso agricolo, a parco e ricreativo – sportive.*

*Art. 11 – Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Norme e indirizzi per gli  
strumenti di governo del territorio*

*1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di gestione del rischio.*

*2. Nelle aree P1 da alluvioni fluviali l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle opere idrauliche in merito all'aggiornamento del quadro conoscitivo con conseguente riesame delle mappe di pericolosità.*

*3. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio per la realizzazione degli interventi nelle aree P1.*

Per quanto riguarda il fenomeno dei Flash Flood", l'area in oggetto può essere interessata da classe di pericolosità moderata "2", pertanto nella formazione della variante/piano attuativo si deve rispettare gli indirizzi di cui all'art. 19 delle norme del citato PGRA.

Nello specifico, osservando articolo 19, in fase di attuazione per le nuove previsioni sono da indicare criteri diretti a mitigare gli effetti intensi e concentrati, in particolare azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera.

Quanto sopra sarà preso in esame nella relazione tecnica idraulica per il rilascio del nulla osta per la pericolosità idraulica.

### **6.3 Fattibilità Sismica**

#### **Fattibilità Sismica Limitata F4 e Condizionata (F3) :**

Confermate, anche sotto il profilo sismico, le prescrizioni sulle porzioni classificate nel P.S. come "G.4 – S.4 per pericolosità geomorfologica molto elevata da Sinkhole" e "G.3 – S.3 per pericolosità geomorfologica elevata da Sinkhole", nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata S.3, in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati anche i seguenti aspetti:

- sono realizzate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI);

- sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;

- in presenza di zone suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è 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 che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del(o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse.

- Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata S.3, in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti, sulla base di quanto prescritto per gli aspetti geologici/geomorfolologici:

per la presenza di zone suscettibili di potenziali instabilità di versante e relativa zona di evoluzione, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismicamente indotte", recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali. Tali indagini sono in

ogni caso da rapportare al tipo di verifica, all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso.

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, 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.



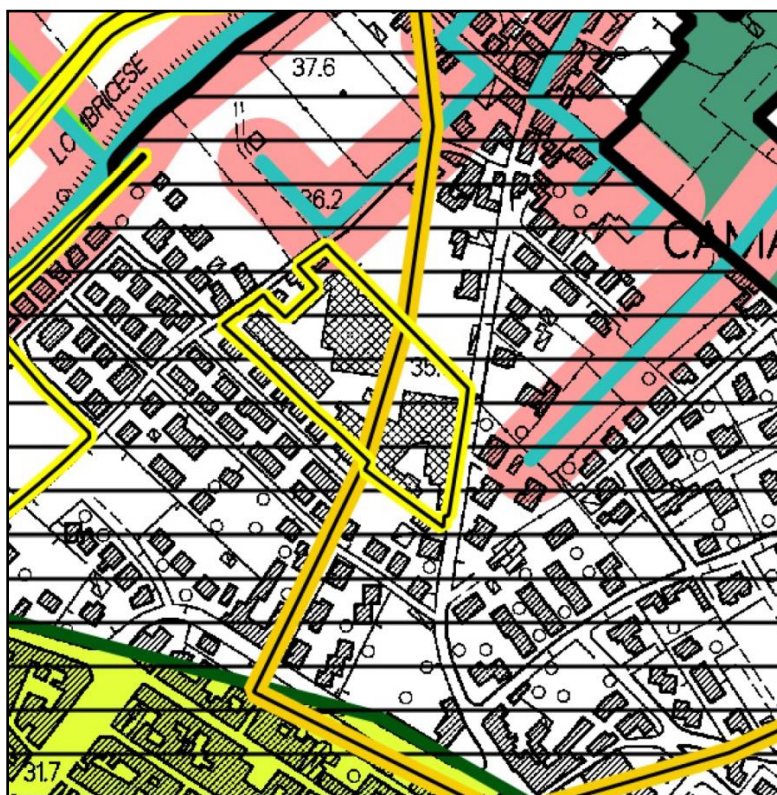
## 7. VALUTAZIONI AMBIENTALI E TUTELA IDROGEOLOGICA

### 7.1 –Tutela delle risorse idriche superficiali

La legge regionale 41/2018 fa riferimento alle disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.

Il reticolo idrografico cui vengono applicate le limitazioni e salvaguardie dell'art. 3 della L.R. 41/2018, è definito dalla Regione Toscana con DCRT 57/2013 e modificato con la DCRT n. 9/2015.

L'area interessata dalla presente Variante non risulta interessata dalla presenza di elementi di tale reticolo.





*Stralcio Carta del Reticolo Idrografico LR 79/2012*

## **7.2 Disposizioni in materia di permeabilità dei suoli e del deflusso sotterraneo**

### **7.2.1 Invarianza Idraulica**

L'articolo 25 del PTC provinciale ("Disposizioni generali volte a contenere gli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli in attuazione dell' art. 78 del P.I.T."), dispone che:

1. Ogni trasformazione di nuova edificazione deve garantire il mantenimento di una superfici scoperta permeabile, cioè tale da consentire l'assorbimento anche parziale delle

acque meteoriche, pari ad almeno il 25 per cento della superficie fondiaria di pertinenza del nuovo edificio.

2. I piani attuativi, nonché i progetti delle trasformazioni comportanti la realizzazione di superfici non permeabili, o parzialmente permeabili, superiori a 3 mila metri quadrati, devono prevedere il totale smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai manti di copertura degli edifici e dalle altre superfici totalmente impermeabilizzate o semipermeabili, ove queste ultime non siano suscettibili, in ragione delle utilizzazioni in atto o previste, di contaminare tali acque, nel suolo degli spazi scoperti, pertinenziali o autonomi, dell'area interessata, ovvero, in subordine, nel reticolo idrografico superficiale, comunque contenendo l'entità delle portate scaricate nel reticolo idrografico superficiale, se del caso con la previsione e la realizzazione di vasche volano, o di altri idonei accorgimenti, entro un limite massimo indicativo di 50 litri al secondo per ogni ettaro di superficie scolante dell'intervento, valutati tenendo conto di una pioggia oraria con tempo di ritorno ventennale.

Soltanto nei casi di comprovata impossibilità di rispettare le predette disposizioni può essere previsto lo smaltimento tramite fognature di acque meteoriche, comunque contenendo il loro contributo, se del caso con la previsione e la realizzazione di vasche volano, entro un limite massimo indicativo di 50 litri al secondo per ogni ettaro di superficie scolante, e comunque entro limiti da concordare con il soggetto gestore della rete fognaria, e tali da non porre la necessità di ampliamenti dei collettori fognari principali.

3. In occasione di ogni trasformazione di realizzazione, o di adeguamento, di piazzali, parcheggi, elementi di viabilità pedonale o meccanizzata, devono essere adottate modalità costruttive che consentano l'infiltrazione, oppure la ritenzione, anche temporanea, delle acque meteoriche. Può essere fatta eccezione soltanto per dimostrati motivi di sicurezza ovvero di tutela storico-ambientale. Le previsioni progettuali modificano la permeabilità del suolo del lotto.

Pertanto, in ossequio al principio di invarianza idraulica, si forniscono di seguito alcune indicazioni a corredo della realizzazione delle opere in progetto. I dati di superficie, sui quali sono stati effettuati i calcoli, sono stati forniti dai Progettisti. La superficie totale interessata dal progetto (sup. territoriale) è pari a circa 13720 mq. Le caratteristiche areali e tipologiche delle superfici scolanti, che risultano modificate dall'intervento in progetto, sono sintetizzate nella seguente tabella:

	STATO ATTUALE	STATO PROGETTO	
TIPOLOGIA AREA SCOLANTE	<i>Sup m<sup>2</sup></i>	<i>Sup m<sup>2</sup></i>	<i>Coefficienti di deflusso <math>\phi</math></i>
<i>Superfici impermeabili (coperture, marciapiedi, asfalto, area di carico e scarico ecc..)</i>	13157	7984	<b>1</b>
<i>Superfici drenanti: parcheggio drenate tipo erba block</i>		2046	<b>0.3</b>
<i>Viabilità con asfalto drenate</i>		1599	<b>0.7</b>
<i>Area a verde</i>	563	2104	<b>0.2</b>

Si osserva che allo stato attuale l'intera superficie del lotto risulta impermeabilizzata per la presenza di coperture e di manto asfaltato. Pertanto, lo stato di progetto rappresenta un incremento dei rapporti di permeabilità del lotto, con un sostanziale miglioramento rispetto allo stato attuale.

I volumi d'acqua raccolti dalle coperture e dalle aree pavimentate di progetto dovranno essere stoccati temporaneamente in apposite vasche (vasche volano) da collocare a seconda delle esigenze del progetto. All'interno dell'area i volumi possono essere gestiti con un numero qualsiasi di vasche volano, purché il sistema risulti efficiente da un punto di vista idraulico, rispetti la volumetria complessiva e la portata massima di scarico o rilascio.



Dalle vasche volano l'acqua sarà smaltita sul terreno fondiario o, in subordine, verso la rete idrica acque bianche presente lungo il lotto di proprietà (entro i limiti non superiori a 50 l/sec per ettaro di superficie scolante, nello specifico circa 70 l/sec ), eventualmente mediante l'uso di pompe di sollevamento dalla portata non superiore al deflusso allo stato attuale calcolato per la pioggia critica oraria con tempo di ritorno ventennale, così da non sovraccaricare il reticolo recettore esistente.

Inoltre, il ritardo sull'immissione delle acque, così stoccate, nel reticolo minore o fognario, agisce sfasando i picchi di piena all'interno dei recettori, che in questo modo non vengono sovraccaricati contemporaneamente con il rischio di andare in pressione o di rigurgitare.

Occorre nuovamente notare che, in ogni caso, i volumi di acqua meteorica defluenti dall'area verso la fognatura bianca verranno sensibilmente ridotti rispetto a quanto avviene allo stato attuale. Ciò a seguito della diminuzione di area impermeabile prevista dal progetto, oltre che dalla realizzazione di un sistema di smaltimento sul terreno. Per le soluzioni tecniche progettuali di dettaglio e le modalità di convogliamento in fognatura bianca, si rimanda comunque al relativo progetto delle opere di urbanizzazione dell'area in fase di progetto esecutivo.

Della sussistenza delle condizioni di invarianza idraulica di cui sopra deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.

### **7.2.2 –Tutela delle risorse idriche sotterranee**

Considerando la vulnerabilità dell'acquifero sotterraneo che, nelle aree di piano presenta un grado di protezione alta, risultano necessari, accorgimenti atti ad evitare il rischio di inquinamento: le reti, specie quelle per la gestione delle acque reflue domestiche, che dovranno essere realizzate, implementate o migliorate con tutte le

garanzie di sicurezza per scongiurare sversamenti accidentali o dispersione in falda di eventuali sostanze inquinanti; le tecniche di realizzazione dovranno essere esplicitamente documentate in fase progettuale.

Ai fini della tutela e salvaguardia delle risorse idriche si dovrà fare riferimento a quanto contenuto nel D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. nonché al Piano di Tutela delle Acque approvato dalla Regione Toscana ai sensi della Direttiva 2000/60/CEE e alla L.R. 20/2006. Gli scarichi liberi nel suolo e nel sottosuolo, in qualsiasi condizione di vulnerabilità idrogeologica potenziale intrinseca, sono ammessi con le limitazioni di cui al Capo III del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

### **7.2.3 - Piano di Gestione delle Acque del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (PGA).**

Per l'area in esame il Piano di Gestione delle Acque individua la presenza di:

- c.i. superficiale Torrente Lombricese con stato di qualità ecologico "sufficiente" e stato di qualità chimico "buono", con l'obiettivo per entrambi del mantenimento di tale stato al 2027.
- c.i. sotterraneo della Versilia e Riviera Apuana con stato di qualità quantitativo e chimico "buono" con l'obiettivo per entrambi del mantenimento di tale stato al 2027;

Si specifica che l'intervento non necessita del rilascio di concessione di derivazioni acque pubbliche sotterranee, inoltre la ristrutturazione urbanistica oggetto di variante non determina impatti negativi sui corpi idrici superficiali e sotterranei potenzialmente interessati, in quanto tutti gli impianti saranno collegati alla pubblica fognatura.

### 7.3 –Terre e rocce da scavo

Per ciò che concerne la gestione delle “terre e rocce da scavo”, sulla base di quanto contenuto nel D.P.R. n. 120 del 13.06.2017 (“Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”), se il materiale eventualmente estratto per la realizzazione dell'intervento dovesse essere riutilizzato come sottoprodotto all'interno del sito di cantiere per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, sarà necessario operare secondo quanto prescritto dall'art. 184-bis del D.L.G.S. 152/06.

Si ricorda che in seguito al materiale scavato per le opere di fondazione, Dovrà essere cura del produttore di tali materiali di scavo fornire idonea dimostrazione che il materiale si trova allo stato naturale non contaminato, secondo quanto previsto dall’art. 21 del D.P.R. 120/17.

Lo stesso dovrà predisporre idonea attestazione attraverso una dichiarazione (Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi del D.P.R. 445/2000). In alternativa si potrà conferire in pubblica discarica tutti i terreni estratti, e quindi gestirli nell’ambito delle procedure dei rifiuti mediante appositi formulari.

Ottobre 2025

Dott. Geol. Luca Niccoli

## ALLEGATI



## CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

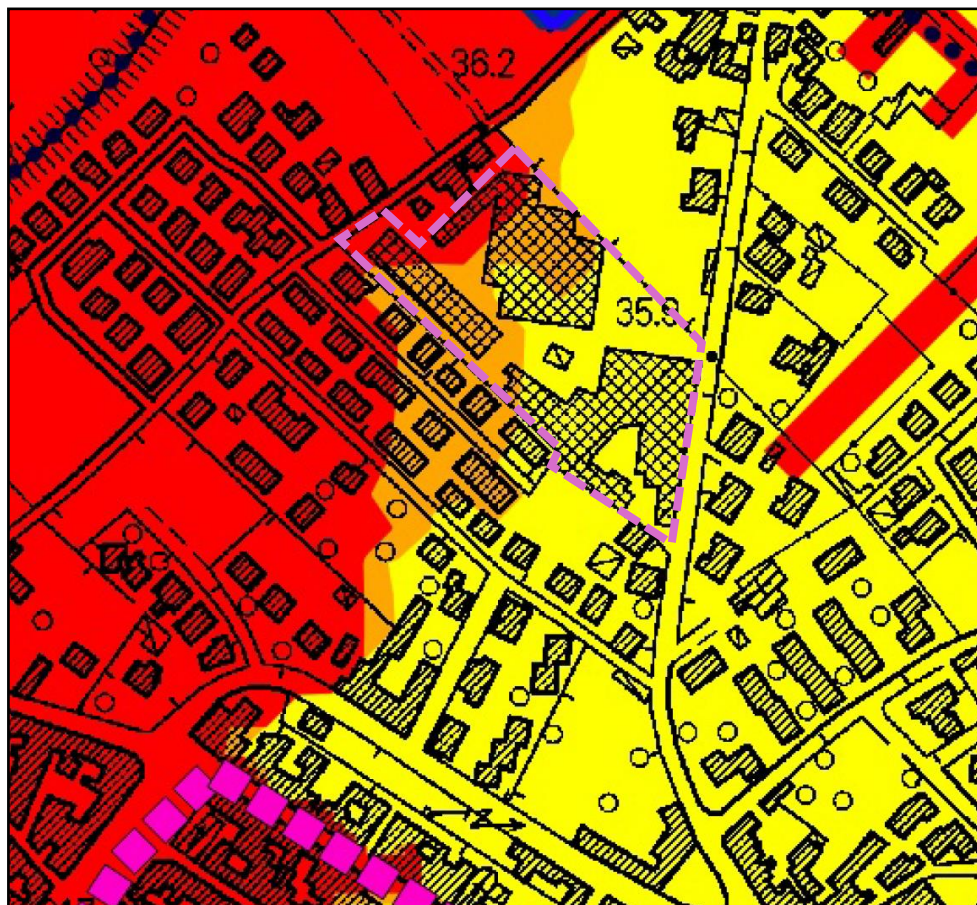


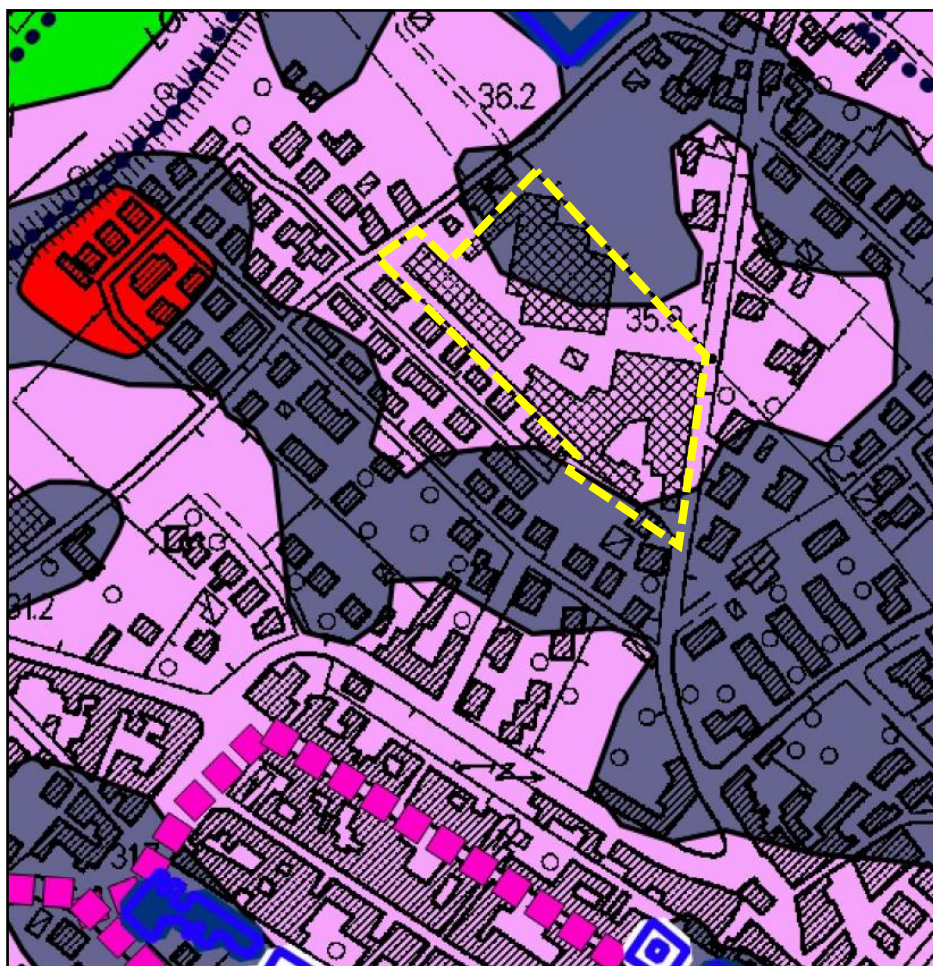
Fig. n°1

Classi di pericolosità idraulica

- P3
- P2
- P1



## CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA



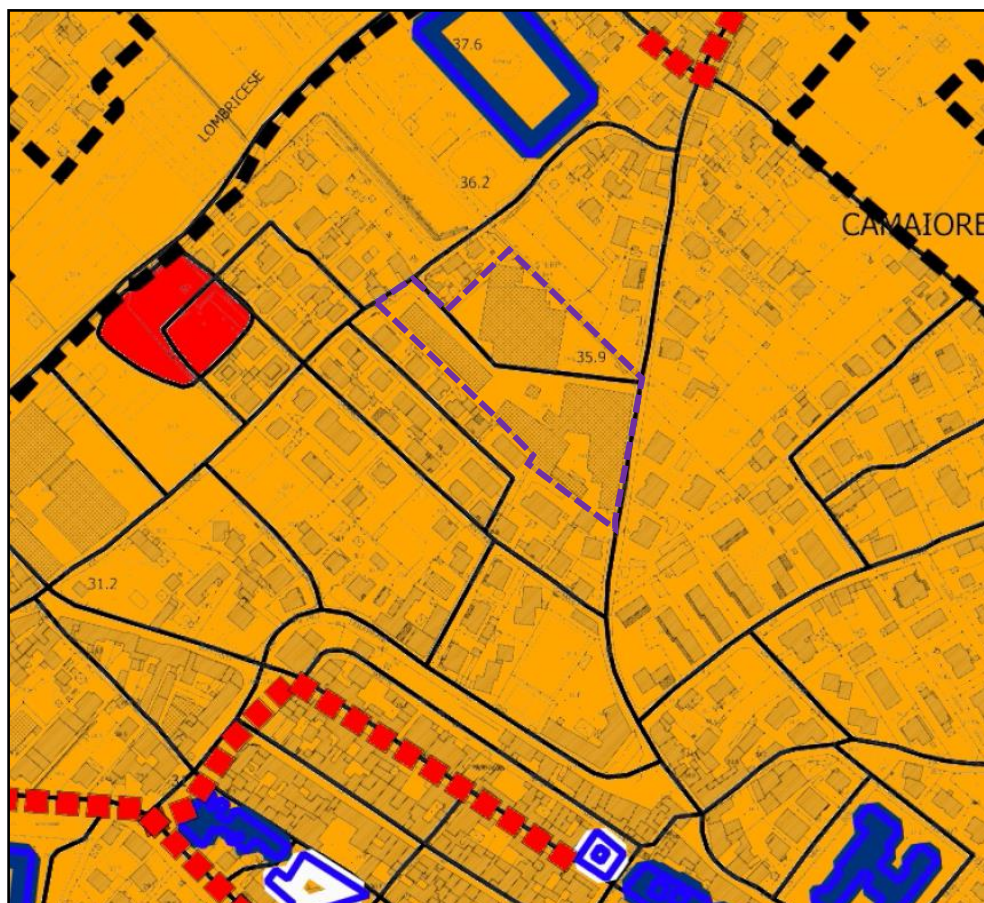
- G4 Pericolosità da sinkhole molto elevata
- G3 Pericolosità da sinkhole elevata

**Fig. n°2**





## CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

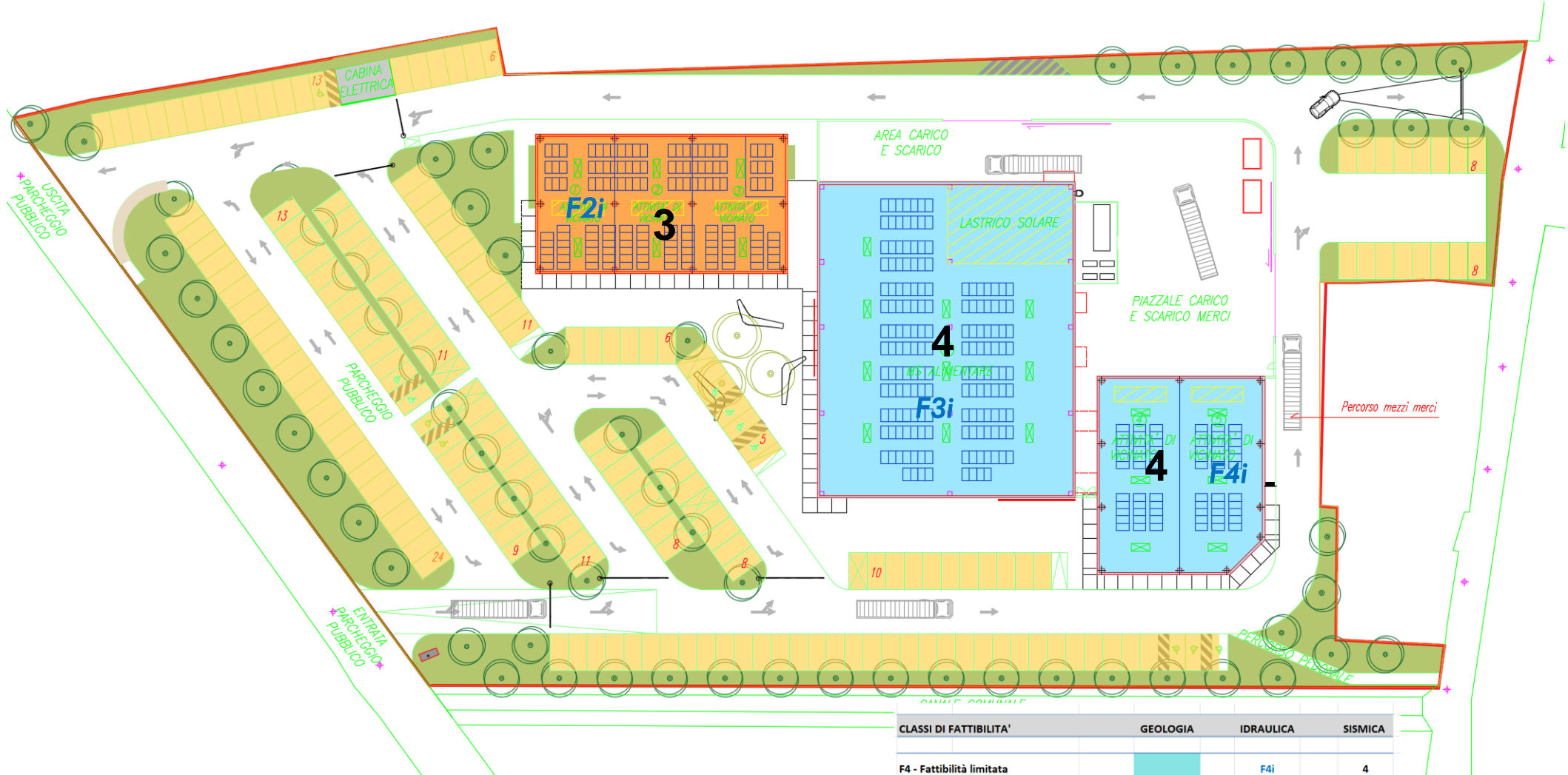


Classi di pericolosità

-  P2
-  P3
-  P4

Fig. n°3





## SCHEDA GRAFICA DI FATTIBILITA'

CLASSI DI FATTIBILITA'	GEOLOGIA	IDRAULICA	SISMICA
F4 - Fattibilità limitata		F4i	4
F3 - Fattibilità condizionata		F3i	3
F2 - Fattibilità normali vincoli		F2i	2
F4 - Fattibilità senza particolari limiti		F1i	1

## SCHEMA NORMA DELLA FATTIBILITA'

### Problematiche geologiche, idrauliche e sismiche

#### Pericolosità geologica

**Classe G.4-S4 (\*)**: Pericolosità da Sinkhole molto elevata.

**Classe G.3-S3**: Pericolosità da Sinkhole elevata.

(\*) le condizioni di fattibilità per gli interventi in tipologia G4 sono da distinguere all'interno della Fattibilità F4 geomorfologica in caso di fenomeni attivi, da quelli non attivi come nello specifico caso della pericolosità da Sinkhole.

#### Pericolosità idraulica

**Classe P.3**: Area soggetto a fenomeni di esondazione per alluvioni frequenti ( $Tr \leq 30$  anni);

**Classe P.2**: Area soggetto a fenomeni di esondazione per alluvioni poco frequenti 30 anni  $> Tr < 200$  anni;

**Classe P.1**: Area soggetto a fenomeni di esondazione per alluvioni rari ( $Tr > 200$  anni);

#### Pericolosità sismica

**Classe P.3**: in relazione alla vulnerabilità e all'esposizione sismica i terreni sono potenzialmente suscettibili a fenomeni di Sinkhole per cui si ha una pericolosità elevata.

### Condizioni e prescrizioni per le realizzazioni

#### **Fattibilità geologica F4-F3 (da Sinkhole):**

L'attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali nelle aree definite in G.4-S.4 e G3-S3, per pericolosità geomorfologica da molto elevata a elevata da Sinkhole, è subordinata alla verifica di condizioni di sufficiente sicurezza, sulla base di studi e dati da attività di monitoraggio.

La valutazione di fattibilità nelle trasformazioni dell'esistente dovrà basarsi sulla riduzione del rischio, anche attraverso la programmazione di protezione civile.



La fattibilità delle nuove previsioni dovrà essere preventivamente studiata mediante specifiche indagini che consentano la valutazione del rischio effettivo.

Nuove destinazioni comunque possibili sono quelle a verde, pubblico e privato, e tutte le altre destinazioni che non prevedano incrementi di esposizione.

Per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Per quanto riguarda le indagini e il monitoraggio, sulla base dei dati attualmente disponibili, è opportuno che gli atti di pianificazione urbanistica con incremento di esposizione, i quali ricadano in aree a bassa densità di punti di controllo micro-gravimetrica, siano integrati con tale tecnica; qualora non emergano condizioni ostative, così come nelle aree già investigate con densità di misure microgravimetriche adeguata, i piani attuativi o, in loro assenza, i progetti edilizi, dovranno includere una idonea valutazione del rischio che si basi su specifiche indagini profonde – sismiche a riflessione ecc. ad integrazione dei dati esistenti.

La densità di punti di indagine geognostica e la tipologia delle indagini sarà conseguenza dell'importanza degli interventi previsti, nonché del grado di esposizione esistente. Nel caso in cui le indagini individuino situazioni di vuoti o stati di addensamento bassi nell'ambito della roccia e/o della porzione alluvionale, non saranno possibili nuovi interventi edificatori.

**La presente relazione riporta tutte le indagini e le specifiche richieste, da cui è risultato che non emergono condizioni ostative per l'intervento di trasformazione urbanistica, in quanto l'area non presenta condizioni di rischio Sinkhole.**

***E' tuttavia consigliabile presidiare l'area mediante l'osservazione dell'attuale monitoraggio da parte della Regione Toscana Geoportale del Consorzio LAMMA ([https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa\\_suolo/#/viewer/326](https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/326)), il quale aggiorna il movimento del suolo con periodicità settimanale , e nel caso in cui ci***

***siano delle anomalie, procedere con una gestione del Rischio in accordo con la programmazione di protezione civile del Comune di Camaiore.***

Per gli altri aspetti geologici geotecnici, le indagini saranno commisurate a quanto stabilito dal D.M. 14.01.2008 -NTC Norme Tecniche per le costruzioni e dal D.P.G.R. Della Toscana 19 gennaio 2022, n. 1/R.

### **Fattibilità idraulica F4-F3**

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti (P3) e poco frequenti (P2) la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla L.R. 41/2018, in particolare Art 12 (Interventi sul patrimonio edilizio esistente) oltre a quanto previsto nelle norme di Piano (art 7-8-9-10).

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della L.R.41/2018. Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla L.R.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda 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, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento.

Si specifica che la quota di riferimento per la sopraelevazione risulta quella del battente individuato nello studio idraulico per alluvioni poco frequenti, più un opportuno franco, dove i valori minimi

sono stabiliti: di cm.20 per il piano di calpestio; e di di cm.50 a tutela degli eventuali volumi interrati.

### **Fattibilità idraulica F2 (senza particolari limiti) :**

Per quanto riguarda l'aspetto del rischio da alluvioni, eventi rari (P1), si applicano i soli vincoli posti per tutti gli interventi, si dovrà quindi dare atto di possibili interferenze con il reticolo idraulico nella versione più aggiornata, stabilito dalla Regione Toscana (attualmente con Delibera di Consiglio 28/2020), attraverso un vincolo ricognitivo che impone di verificare quali siano gli elementi del reticolo più prossimi e, di conseguenza, verificare topograficamente e certificare l'eventuale interferenza geometrica con il reticolo, come definito dalla LR 41/2018.

Per quanto riguarda il fenomeno dei Flash Food", l'area in oggetto può essere interessata da classe di pericolosità moderata "2", pertanto nella formazione della variante/piano attuativo si deve rispettare gli indirizzi di cui all'art. 19 delle norme del citato PGRA.

### **Fattibilità Sismica F4-F3 :**

La fattibilità degli interventi sotto il profilo sismico, ricadenti in G.4 – S.4 per pericolosità geomorfologica molto elevata da Sinkhole" e "G.3 – S.3 per pericolosità geomorfologica elevata da Sinkhole", dovranno essere valutati i seguenti aspetti:

- sono realizzate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione (LPI);
- sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;

- in presenza di zone suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è 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 che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse.

- Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata S.3, in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti, sulla base di quanto prescritto per gli aspetti geologici/geomorfologici:

per la presenza di zone suscettibili di potenziali instabilità di versante e relativa zona di evoluzione, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismo indotte", recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali. Tali indagini sono in ogni caso da rapportare al tipo di verifica, all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso.

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, 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.



## **INDAGINI DI RIFERIMENTO**