



COMUNE DI LUCCA

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA' PER LA REALIZZAZIONE DI PARCHEGGIO PRESSO LA SCUOLA PRIMARIA MONSIGNOR GUIDI ANTRACCOLI

Relazione Tecnica

Aprile 2020

INDICE

1. - <i>PREMESSA</i>	3
2. - <i>OGGETTO DELLA VARIANTE</i>	4
3. - <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO</i>	5
3.1 – Inquadramento geologico	5
3.2 – Inquadramento idrogeologico	6
3.3 – Indagini di riferimento e parametrizzazione geotecnica dei terreni.....	7
4. - <i>MICROZONAZIONE SISMICA</i>	8
4.1 – Classificazione sismica del territorio comunale	8
4.2 – Prospezioni sismiche e caratterizzazione sismiche dei terreni.....	10
4.3 – Carta delle MOPS.....	11
5. - <i>QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA</i>	13
6. - <i>FATTIBILITÀ DELLA VARIANTE</i>	15

FIGURE

Fig. 1 – <i>COROGRAFIA</i>	<i>Scala 1:10.000</i>
Fig. 2 – <i>CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO</i>	<i>Scala 1:2.000</i>
Fig. 3 – <i>PLANIMETRIA DI DETTAGLIO</i>	<i>Scala 1:2.000</i>
Fig. 4 – <i>CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA</i>	<i>Fuori scala</i>
Fig. 5 – <i>CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA</i>	<i>Fuori scala</i>
Fig. 6 – <i>CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA</i>	<i>Fuori scala</i>

1. - PREMESSA

La presente relazione geologico-tecnica di fattibilità viene redatta a supporto della variante necessaria alla realizzazione del parcheggio e parco giochi a servizio dell'adiacente scuola con accesso da Via dei Paladini, il tutto ubicato nella frazione di Antraccoli, Comune di Lucca.

In dettaglio tale relazione viene redatta in ottemperanza delle seguenti discipline pianificatorie sovracomunali e normativa regionale e nazionale:

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Delibera del Consiglio della Regione Toscana n. 20 del 1° febbraio 2005 – approvazione del “Piano di Bacino del Fiume Serchio, Stralcio Assetto Idrogeologico”;
- PAI Fiume Serchio – I Aggiornamento – Piano approvato con D.P.C.M. 26.07.2013;
- “Variante al PAI Fiume Serchio – II Aggiornamento – Progetto di piano adottato con D.C.Ist. n. 180 del 17.12.2015;
- Piano di Gestione del rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico del Fiume Serchio – Piano approvato con D.P.C.M. 27.10.2016;
- PAI Fiume Serchio – Variante generale funzionale all'adeguamento del PAI del Fiume Serchio al Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale – Progetto di piano adottato con Decreto S.G. n. 39 del 12.06.2018;
- D.G.R. n. 431 del 19/06/2006 – Riclassificazione sismica del territorio regionale;
- D.C.R. n. 37 del 27/03/2015 – Approvazione dell'integrazione del piano di indirizzo territoriale (PIT) con valenza di piano paesaggistico;
- Decreto 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- DPGR 09/07/2009 n. 36/R “Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio)”;
- Legge Regionale 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). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014 e succ. modifiche e integrazioni;
- L.R. 10 novembre 2014, n. 65 (Norme di Governo del Territorio);
- DPGR 30/01/2020 n. 5/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche, pubblicato sul BURT Parte Prima n. 6 del 05/02/2020”;

- Delibera di Giunta della Regione Toscana n. 31 del 20/01/2020 "Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche".

Nella presente relazione tecnica sono stati analizzati gli atti di pianificazione comunale vigenti conformandoli ai criteri dettati dal DPRG del 30 gennaio 2020 n. 5/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 10 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche", sia in termini di pericolosità che di fattibilità.

In particolare per la definizione del quadro conoscitivo sono state analizzate le cartografie geologiche, idrogeologiche e sismiche degli strumenti urbanistici comunali.

2. - OGGETTO DELLA VARIANTE

L'intervento in esame prevede la realizzazione di un parcheggio ed di un'area a verde a servizio della scuola Monsignor Guidi di Antraccoli. In particolare la variante in oggetto (variante mediante approvazione del progetto di un'opera pubblica o di pubblica utilità, art. 34 della L.R. 65/2014) si prefigge di:

- migliorare la dotazione di parcheggi per la zona che risulta carente, soprattutto durante i periodi di ingresso ed uscita dalle lezioni degli alunni dell'adiacente Scuola Primaria Mons. P. Guidi;
- creare un piccolo parco giochi attrezzato di aggregazione con sistemazioni a verde, che sarà anche a servizio della scuola.

L'area in oggetto si ubica a circa 3,5 km ad est rispetto al centro storico di Lucca, in corrispondenza dell'abitato di Antraccoli, tra la Via Vecchia Romana e la Via dei Paladini (vedi Fig. 1 - COROFRAFIA).

La presente variante al R.U. approvato con D.C.C. n. 19 del 15 marzo 2012 si rende necessaria al fine di attribuire alle aree in oggetto di intervento la corretta destinazione urbanistica, poiché attualmente l'area è classificata come "Aree agricole infraurbane" normate dall'art. 27.1 del suddetto strumento urbanistico. In dettaglio alle aree interessate dalla presente variante saranno attribuite le seguenti destinazioni urbanistiche:

- A porzione di area identificata nel catasto terreni del Comune di Lucca nel foglio 136, mappale 180 – Aree a parco, per il gioco e lo sport (art. 128 delle NTA del RU vigente);
- A porzione di area identificata nel catasto terreni del Comune di Lucca nel foglio 136, mappale 180 – Aree per parcheggi pubblici o di uso privato (art. 129 delle NTA del RU vigente).

I contenuti della proposta progettuale, così come indicato negli specifici elaborati che costituiscono il progetto ai quali si rimanda per maggiori dettagli, sono i seguenti:

- Allargamento stradale della via di collegamento tra via Paladini e via Vecchia Romana, portando la carreggiata a 6,00 metri di larghezza, anche in vista di un eventuale completamento futuro nel tratto adiacente alla scuola;
- Realizzazione di stalli di sosta in linea lungo la viabilità suddetta;
- Realizzazione di nuovo parcheggio nella porzione nord dell'area con due accessi separati dalla viabilità in asfalto drenante;
- Marciapiedi in autobloccanti;
- Vialetti interni al parco in terra battuta posti alla stessa quota dei marciapiedi in modo da poter essere utilizzabili anche in caso di presenza di acque nello stesso parco;
- Sistemazione della rimanente porzione di area con attrezzature ed essenze arboree;
- Opere edili necessarie alla successiva installazione dell'impianto di pubblica illuminazione.

3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 – Inquadramento geologico

L'area oggetto di variante è ubicata nella porzione centrale del territorio comunale di Lucca, a circa 3,5 Km ad est rispetto al centro storico della città, in un'area praticamente pianeggiante caratterizzata da una quota altimetrica di circa 18,0 metri sul livello del mare (vedi Fig. 1 - COROGRAFIA).

Dal punto di vista geologico-stratigrafico la Piana di Lucca è caratterizzata dalla presenza di un orizzonte di ciottoli, ghiaie e sabbie di considerevole spessore, sede di una ricca falda idrica, depositato dal Fiume Serchio al disopra di più antichi sedimenti lacustri prevalentemente argillosi e argilloso-sabbiosi (Depositi del Ciclo Lacustre di Montecarlo – Villafranchiano) che affiorano e costituiscono a Nord i rilievi collinari di Monte San Quirico. Al disopra del livello prevalentemente ciottoloso vi è, in tutta la piana, una copertura di depositi alluvionali fini (sabbie, limi, argille) di spessore variabile ma generalmente crescente da nord verso sud. La granulometrica di tali depositi decresce invece allontanandosi dall'asta del Serchio con aree prevalentemente limo sabbiose nella parte centro settentrionale della Piana (“Bellettone”) e limo argillose con depositi d'ambiente palustre (torbe) nella zona centro meridionale (area del Bientina).

Strutturalmente la Pianura di Lucca fa parte di uno dei bacini intermontani, corrispondenti ad ampie depressioni tettoniche, che cominciarono a delinearsi nell'Appennino Settentrionale a partire dal Miocene Superiore. Nello specifico l'orogenesi che ha interessato l'Appennino Settentrionale e quindi anche la zona di Lucca, sono iniziate fino dal Miocene sup. da una tettonica compressiva costituita da più fasi, che è collegabile alla chiusura della zona oceanica ligure piemontese. Alla fine di tali processi si instaura una

fase di tipo distensivo collegabile all'espansione del M. Tirreno, a cui è riconducibile la formazione di depressioni morfologiche interessate dalle sedimentazioni neogeniche di depositi fluvio-lacustri. Nella piana di Lucca tali sedimenti lacustri si ritrovano oggi dislocati ai margini settentrionali e orientali della pianura, mentre nella stessa pianura questi risultano coperti da sedimenti alluvionali più recenti depositati dal F. Serchio e dai suoi affluenti. In seguito a tali processi, la depressione formata è stata interessata da fenomeni di subsidenza, ed è stata quindi colmata da depositi lacustri principalmente di natura argillosa.

Dal punto di vista morfometrico la Pianura di Lucca è contraddistinta da un andamento pressoché pianeggiante (pendenza media pari allo 0.24%) con quote variabili fra 40 metri slm di Ponte a Moriano e i 10 metri delle aree più depresse.

In dettaglio nel lotto esaminato, così come evidenziato anche nella Fig. 2 – CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO, sono presenti i depositi alluvionali attuali e recenti costituiti da: ghiaie eterometriche, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica dei terrazzi fluviali recenti. Età: Olocene.

Per quanto attiene alle caratteristiche morfologiche l'area si presenta pressoché pianeggiante e non risulta interessata da fenomeni di instabilità gravitativa potenziali o in atto (frane attive e/o quiescenti).

Nell'area in oggetto la successione litostratigrafica media desunta sia sulla base di indagini geognostiche eseguite in area limitrofa a quella di intervento, che analizzando i dati ottenuti dagli studi relativi alla realizzazione del Piano Strutturale, risulta la seguente: presenza di un primo orizzonte di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi che raggiunge la profondità di circa 3,0 metri, cui segue un orizzonte prevalentemente sabbioso con presenza subordinata di ghiaie che si ritrova fino alla profondità di circa 4,0 metri, cui segue un orizzonte di ciottoli e ghiaie con livelli sabbiosi. Quest'ultimo livello, sulla base dei dati ricavati dal Piano Strutturale, può raggiungere nella zona una profondità massima di circa 30 metri, cui seguono sedimenti coesivi sovraconsolidati presenti sino a profondità massime di circa 100 metri.

3.2 – Inquadramento idrogeologico

Riguardo agli aspetti idrogeologici possono essere fatte le seguenti considerazioni di carattere generale: l'orizzonte ciottoloso ghiaioso presente a partire da circa 4,0 metri dal piano di campagna costituisce l'acquifero della piana lucchese, il quale viene sovrastato superiormente da depositi più fini limoso sabbiosi e limitato inferiormente dai depositi fluvio-lacustri.

In base a dati disponibili per l'area relativi a misure piezometriche effettuate si può osservare che il livello piezometrico oscilla mediamente intorno ad una profondità di circa 3,0-4,0 metri dal piano di campagna; tale escursione è da ricollegarsi al regime delle piogge con minimi stagionali che si registrano di norma nel periodo della tarda estate – inizio autunno.

3.3 – Indagini di riferimento e parametrizzazione geotecnica dei terreni

Sulla base dell'assetto geologico stratigrafico sopra descritto, al fine di fornire una parametrizzazione sintetica dei terreni, in relazione anche alla tipologia di variante, si è ritenuto adeguato fare riferimento a dati geognostici disponibili nonché a quelli realizzati e/o individuati nell'ambito della stesura del Nuovo Piano Strutturale.

In particolare si è fatto riferimento a n. 1 prova penetrometrica statica, e ad una misura di rumore HVSR (Tromino TR91 - dato contenuto nel Piano Strutturale).

Il risultato dell'indagine di riferimento sopra citata, raffrontata con le conoscenze generali della zona, ha consentito di ricostruire il seguente profilo stratigrafico/geotecnico, da considerare mediamente omogeneo alla scala dell'intervento. Pertanto viene proposto il seguente modello geologico/litotecnico del sottosuolo con indicati i principali parametri geomeccanici dei vari orizzonti individuati:

da metri 0,0 a 3,1 metri – ORIZZONTE 1 - Sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi moderatamente addensate e consistenti

$$R_p = 20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_k = 1,80 \text{ t/mc}$$

$$\phi'_k = 28^\circ$$

$$c'_k = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_{uk} = 0,70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$m_v = 0,022 \text{ cm}^2/\text{Kg}$$

da metri 3,1 a 4,0 metri – ORIZZONTE 2 – Sabbie prevalenti da mediamente addensate ad addensate, con ghiaie subordinate

$$R_p = 54 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_k = 1,85 \text{ t/mc}$$

$$\phi'_k = 32^\circ$$

$$c'_k = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_{uk} = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$m_v = 0,008 \text{ cm}^2/\text{Kg}$$

da metri 4,0 in poi – ORIZZONTE 3 – Ciottoli e ghiaie con livelli sabbiosi addensati

$$R_p = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_k = 1,90 \text{ t/mc}$$

$$\phi'_k = 38^\circ$$

$$c'_k = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_{uk} = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$m_v = 0,005 \text{ cm}^2/\text{Kg}$$

Dove R_p è la resistenza statica alla punta, mentre i parametri geotecnici indicati per i vari orizzonti sono di seguito specificati:

γ **peso di volume naturale**

mv coefficiente di compressibilità volumetrica

Parametri di resistenza al taglio a lungo termine (espressi in termini di tensioni efficaci):

ϕ' angolo di resistenza a taglio efficace

c' coesione consolidata drenata

Parametri di resistenza al taglio a breve termine (espressi in termini di tensioni totali):

C_u coesione non drenata

Riassumendo i terreni di sedime che caratterizzano l'area in oggetto sono costituiti da depositi prevalentemente incoerenti, i quali già a partire dalla profondità di circa 3,00 dal piano di campagna sono contraddistinti da buoni parametri geomeccanici e contenuti coefficienti di compressibilità volumetrica.

4. - MICROZONAZIONE SISMICA

4.1 – Classificazione sismica del territorio comunale

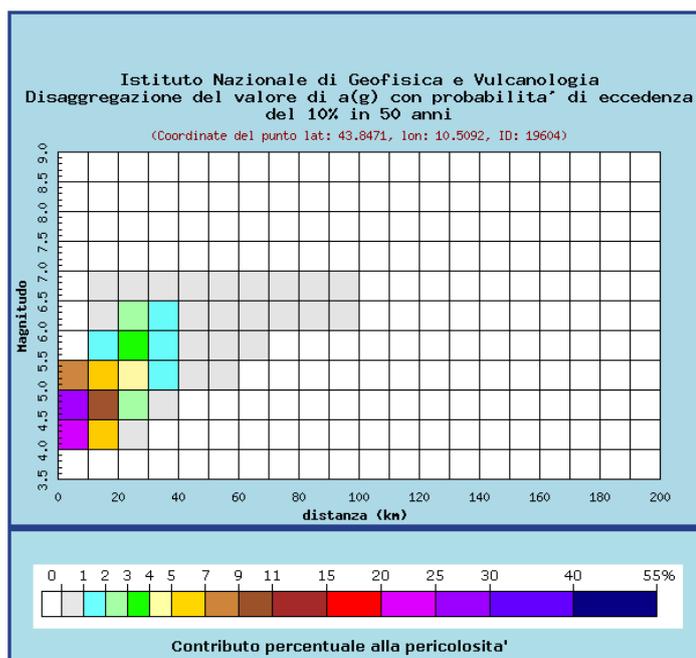
L'intero territorio comunale di Lucca, in ottemperanza della D.G.R. n. 421 del 2014 (Aggiornamento della classificazione sismica regionale), è stato confermato sismico e in “zona 3”, caratterizzato da un'accelerazione massima su suolo rigido ag/g pari a 0,15, in funzione di un tempo di ritorno di 475 anni.

In conformità con il D.M 17 gennaio 2018 le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base, la quale è correlata alle caratteristiche del terreno di fondazione (categoria di suolo / risposta sismica locale), dalla tipologia dell'intervento e dalla localizzazione del sito.

In dettaglio la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio “sito dipendente”: nello specifico, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra quattro punti della griglia di accelerazioni, e, tramite una media pesata, ad esso competerà uno specifico valore di accelerazione, il quale sarà funzione della tipologia della costruzione (vita di riferimento V_r) e dal tipo di verifica progettuale (Stati limite di Esercizio SLO (stato limite di operatività) e LSD (stato limite di danno) e Stati limite Ultimi SLV (stato limite di salvaguardia della vita) e SLC (stato limite di collasso)).

Analizzando nel dettaglio la *disaggregazione della pericolosità sismica* che consente di determinare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità del sito in oggetto, questa permette di individuare, attraverso i parametri M (magnitudo) e R (distanza dell'epicentro), il sisma che contribuisce maggiormente alla pericolosità del sito.

Dal sito dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - <http://www.ingv.it/it/>) si ottengono i seguenti dati relativi alla disaggregazione della pericolosità per il sito oggetto della presente variante:



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.8471, lon: 10.5092, ID: 19604)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	21.400	26.400	8.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.290	10.700	6.570	1.610	0.987	0.131	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.300	2.660	4.060	3.100	2.210	0.336	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.073	1.040	1.540	1.370	0.243	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.092	0.547	0.661	0.134	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.004	0.124	0.216	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.076	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.900	12.100	1.090

Dall'analisi del grafico si evidenzia che il contributo massimo alla pericolosità sismica per un tempo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza in 50 anni pari al 10%) deriva dall'accoppiamento magnitudo $M=4,5-5,0$ e distanza epicentrale $R=0,0-10,0$ Km, che corrisponde ad una percentuale del 26,4%. I valori medi indicano eventi con magnitudo $M=4,900$ e distanza epicentrale di 12,10 Km.

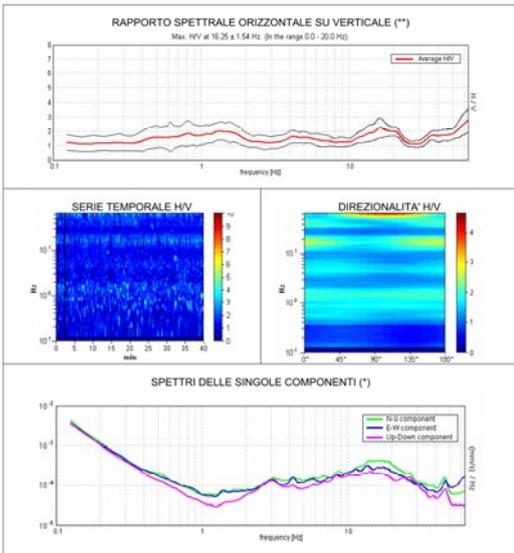
4.2 – Prospezioni sismiche e caratterizzazione sismiche dei terreni

Al fine di parametrizzare i terreni dell'area oggetto di variante sotto il profilo sismico, si è fatto riferimento ad indagini riportate negli specifici elaborati di cui al Piano Strutturale, la cui ubicazione è riportata nella Fig. 3 – PLANIMETRIA DI DETTAGLIO.

Le indagini che sono state utilizzate si riferiscono ad una misura di rumore HVSR, il cui elaborato grafico viene di seguito riportato:

Misura HVSR n. TR091

LUCCA COMUNE, ANTRACCOLI
 Coordinate (WGS84): N 43,84227°; E 10,54508°
TR091
 Strumento: TRZ-0101/01-10
 Inizio registrazione: 05/08/14 10:21:51
 Fine registrazione: 05/08/14 11:01:52
 Durata registrazione: 0h40'00"
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestra: 20 s
 Tipo di fasciamento: Triangular window
 Lasciamento: 5% (*) e 10% (**)
 Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)
 Condizioni meteo: sereno, brezza leggera
 Tipo di superficie: terreno naturale
 Disturbi: alcuni artefatti

CRITERI SESAME (2004) (1)

Picco HV a 16.25 ± 1.54 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz)

Criteri per una curva HV affidabile		Criteri per un picco HV chiaro	
[Criteri 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_1 > 10 / L_s$	16.25 > 0.50	OK	
$n_s(f_1) < 200$	30975.0 < 200	OK	
$n_H(f) < 2$ per $0.5f_1 < f < 2f_1$, se $f_1 > 0.5$ Hz	Superato: 0 volte su 781	OK	
$n_H(f) < 3$ per $0.5f_1 < f < 2f_1$, se $f_1 < 0.5$ Hz			
Criteri per un picco HV chiaro			
(Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti)			
Esiste f in $[f/4, f/2] \cap [A_{HV}(f) < A_s / 2$	25.844 Hz	OK	NO
Esiste f in $[f_1, f_2] \cap [A_{HV}(f) > A_s / 2$	2.23 > 2	OK	
$A_s > 2$	0.047611 > 0.05	OK	
$f_{max} [A_{HV}(f) \pm n_H(f)] = f_s \pm 5%$	0.77361 < 0.8125	OK	
$n_H(f) < n_s(f)$	0.348 < 1.58	OK	
$n_H(f) < n_H(f)$			

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $n_H \leq n_s(f)$			
$n_H(f)$ [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0
$n_H(f)$ per $n_s(f)$	0.25	0.2	0.15	0.10
$n_H(f)$ per $n_{max}(f)$	3.0	2.5	2.0	1.75
$n_H(f)$ per $n_{max}(f)$	0.48	0.40	0.30	0.25

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV (2) (3)

CLASSE TIPO	B	I

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)
 1) La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2) le variazioni acumulate di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3) assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4) i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5) i primi 3 criteri SESAME per una curva HV affidabile sono verificati; 6) durata della misura di almeno 15/20 minuti.
 Eccezioni: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, a nota).

Classe B (HV da "interpretare" va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)
 Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata).

Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)
 1) Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (derivata) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2) misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:
Tipo 1 (HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza))
Tipo 2 (HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanze))

NOTE
 Possibilità di debole risonanza del sottosuolo alla frequenza di circa 1.3 Hz

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurement processing and interpretation. WP12, deliverable no. 003.12
 (2) - Abareño D., Cesi C., Eullí V. et al (2011) The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Bull. Geol. Soc. Appl., 12 (1): 513-536
 (3) - Abareño D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

Si evidenzia altresì che dall'analisi del rapporto spettrale orizzontale su verticale, la misura di rumore HVSR (misura passiva del rumore ambientale mediante stazione singola, che si basa sul calcolo dei rapporti spettrali tra la componente verticale V e quella orizzontale H) non presenta alcuna frequenza di risonanza significativa.

4.3 – Carta delle MOPS

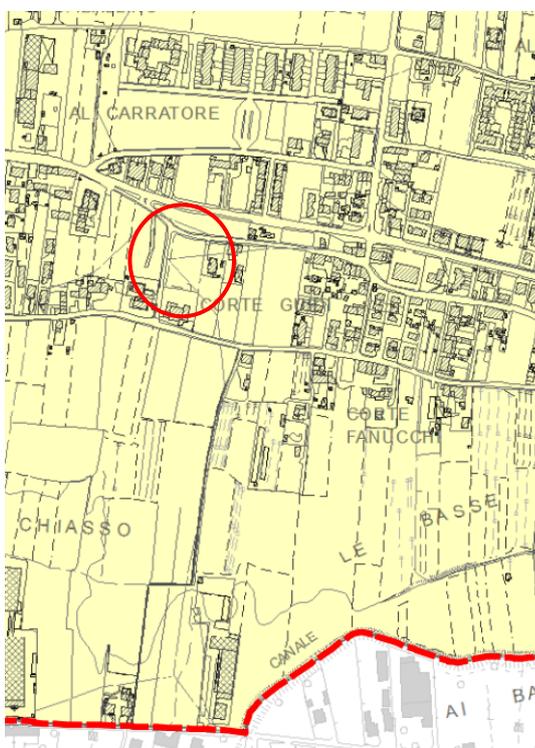
In ottemperanza del Regolamento Regionale sulle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, le varianti al regolamento urbanistico devono essere dotate di studi di microzonazione sismica di Livello 1, che prevede la realizzazione di una specifica carta delle "Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica" (MOPS), necessaria a definire il grado di pericolosità ed il relativo grado di fattibilità dell'intervento.

In dettaglio tale carta deve differenziare il territorio nelle seguenti zone:

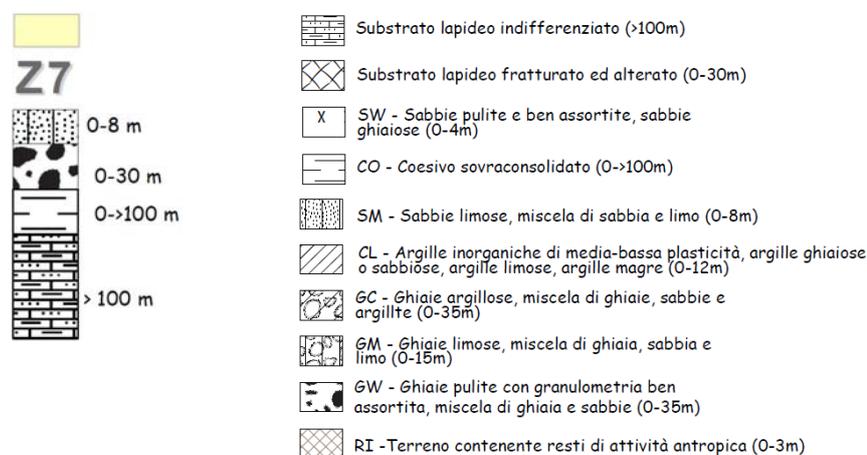
- Le zone stabili: zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;

- Le zone suscettibili di amplificazione sismica: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- Le zone suscettibili di instabilità: zone suscettibili di attivazione di fenomeni di deformazione permanente de territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

Tale cartografia è parte integrante degli elaborati costituente il Piano Strutturale. In dettaglio l'area oggetto di variante si colloca in una porzione di territorio classificato come “**zone stabili suscettibili di amplificazione stratigrafica**”. Di seguito si riporta un estratto della suddetta cartografia.



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA



Carta delle MOPS (Estratto PS) – fuori scala

5. - QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA

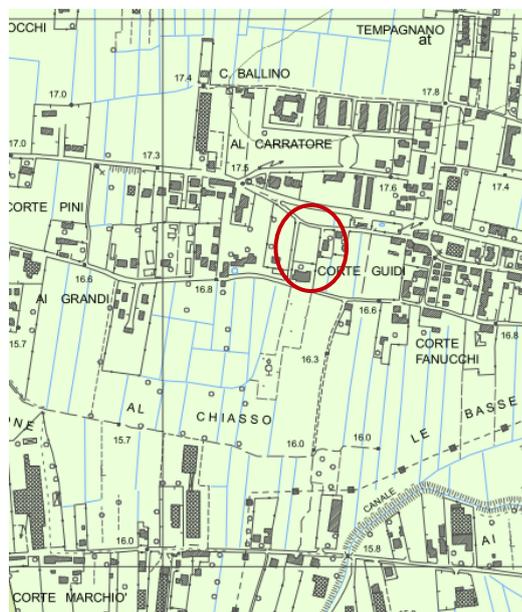
Il quadro di pericolosità geologica, sismica, idraulica ed idrogeologica esistente viene determinato sulla base delle cartografie del Nuovo Piano Strutturale approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 39 del 24/04/2017.

Si fa presente con riferimento agli aspetti idraulici, che la **Conferenza Istituzionale Programmatica** presieduta dai Presidenti delle Regioni e delle Province, Ministero dell'Ambiente, Ministero dell'Infrastrutture e dei Trasporti e dal Dipartimento della Protezione Civile, con Delibera n. 14 del 18/11/2019 ha adottato la “Variante Generale Funzionale all'adeguamento del PAI Fiume Serchio al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale” con le relative misure di salvaguardia (mappe di pericolosità e relativa disciplina di piano), per la parte relativa al solo rischio idraulico. In dettaglio dalla data di adozione della suddetta variante decadono le misure di salvaguardia adottate dalla CIP a dicembre 2018 relative alla pericolosità idraulica e contenute nelle disposizioni di cui agli articoli 9, 23, 25, 25 bis, 46, la direttiva n. 10 e la direttiva n. 13 nonché le perimetrazioni delle aree di pericolosità idraulica.

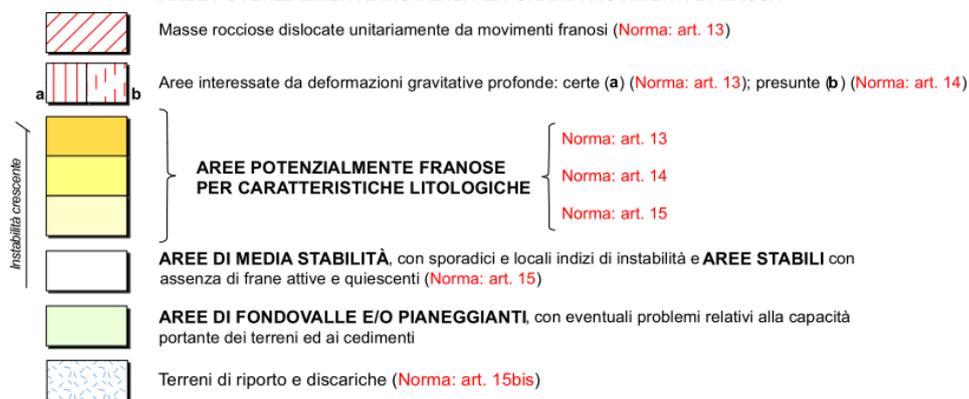
Inoltre, ai fini dell'applicazione delle disposizioni in materia di rischio alluvioni, il presente rapporto tecnico è stato redatto in ottemperanza di quanto previsto dalla Legge Regionale n. 41/2018 – Disposizioni in materia di rischio alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del Decreto Legislativo 23 febbraio 2019, n. 49.

Riguardo agli aspetti geomorfologici è stata consultata la “Variante al P.A.I Fiume Serchio – II Aggiornamento” (progetto di piano adottato con D.C.Ist. n. 180 del 17.12.2015), da cui emerge che per quanto attiene agli aspetti legati al rischio frana l'area è classificata come “Aree di fondovalle e/o pianeggianti, con eventuali problemi relativi alla

capacità portante dei terreni”. Gli interventi ammissibili sono regolamentati all'art. 15 delle Norme di Piano il quale prevede che “*l'edificabilità è condizionata ai vincoli esistenti sul territorio ed alla esecuzione di indagine geologica e geotecnica nei casi previsti dalla normativa vigente e/o dallo Strumento Urbanistico*”.



AREE POTENZIALMENTE INSTABILI PER GRANDI MOVIMENTI DI MASSA



Analizzando la *Carta delle aree allagabili* per tempo di ritorno di 30 e 200 anni del Piano Strutturale si evidenzia che l'area di variante è esterna alla perimetrazione di dette aree. Tale scenario di pericolosità idraulica, viene confermato anche dalle cartografie del P.G.R.A, P1 – Aree a pericolosità di alluvione bassa. Ai sensi della Disciplina di Piano, art. 11 comma 1, nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione del rischio idraulico.

Pertanto in conformità con le risultanze relative alla pericolosità idraulica che caratterizzano l'area oggetto di intervento e con riferimento alla Legge Regionale n. 41 del 24.07.2018, si rileva che il sito non è interessato da “scenari idraulici per alluvioni

frequenti” e da “scenari idraulici per alluvioni poco frequenti”, da cui ne deriva che questo non è soggetto ai condizionamenti e/o realizzazione di opere necessarie per la gestione del rischio alluvioni di cui all'art. 8 della suddetta legge.

Il Nuovo Piano Strutturale è supportato da indagini geologico-tecniche adeguate al previgente D.P.G.R. 53/R/2011, da cui sono state determinate le condizioni di pericolosità geologica, sismica e idraulica, così come risultante dagli specifici elaborati cartografici contenuti nel piano stesso (vedi: Fig. 4, Fig. 5 e Fig. 6 facenti parte del presente rapporto tecnico).

Nella tabella di seguito riportata si riassumendo le condizioni di pericolosità per l'area di variante:

<i>Pericolosità geologica PS</i>	<i>Pericolosità geologica PAI</i>	<i>Pericolosità idraulica PS</i>	<i>Pericolosità idraulica PGRA</i>	<i>Pericolosità sismica PS</i>
G.1 Bassa	P1 Bassa	I.2 Media	P1 Aree a pericolosità di alluvione bassa	S.2 Media

6. - FATTIBILITA' DELLA VARIANTE

Per quanto concerne alla fattibilità della variante in oggetto questa è stata attribuita in ottemperanza al Regolamento Regionale 5/R/2020 in relazione alla tipologia di intervento e alle condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica che gravano sull'area.

Ai sensi del suddetto regolamento, nonché alle disposizioni di cui alla Delibera di Giunta della Regione Toscana n. 31 del 20/01/2020 "Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche", sono state stabilite le seguenti condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali, differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di

intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Alle luce delle condizioni di pericolosità che gravano sull'area di variante e coerentemente con gli interventi previsti, vengono riportati qui di seguito i relativi gradi di fattibilità con le relative prescrizioni.

Fattibilità geologica F1 – Non sono previste particolari limitazioni alla realizzazione delle opere in progetto. Le indagini a supporto del progetto stesso dovranno ricostruire il modello geologico-stratigrafico e idrogeologico del sottosuolo. Se ritenuto necessario potranno essere previste prove di carico su piastra opportunamente posizionate, per verificare l'effettivo stato di compressibilità degli orizzonti più superficiali.

Fattibilità idraulica F2 – Trattandosi di una zona già in sicurezza idraulica per tempi di ritorno di 200 anni, la progettazione delle opere non richiede di realizzare specifiche indagini o di adottare particolari accorgimenti tecnici finalizzati alla riduzione della vulnerabilità idraulica delle aree oggetto di trasformazione.

Relativamente al contenimento della impermeabilizzazione del suolo si richiamano i disposti di cui all'Art. 15 del Regolamento Urbanistico vigente.

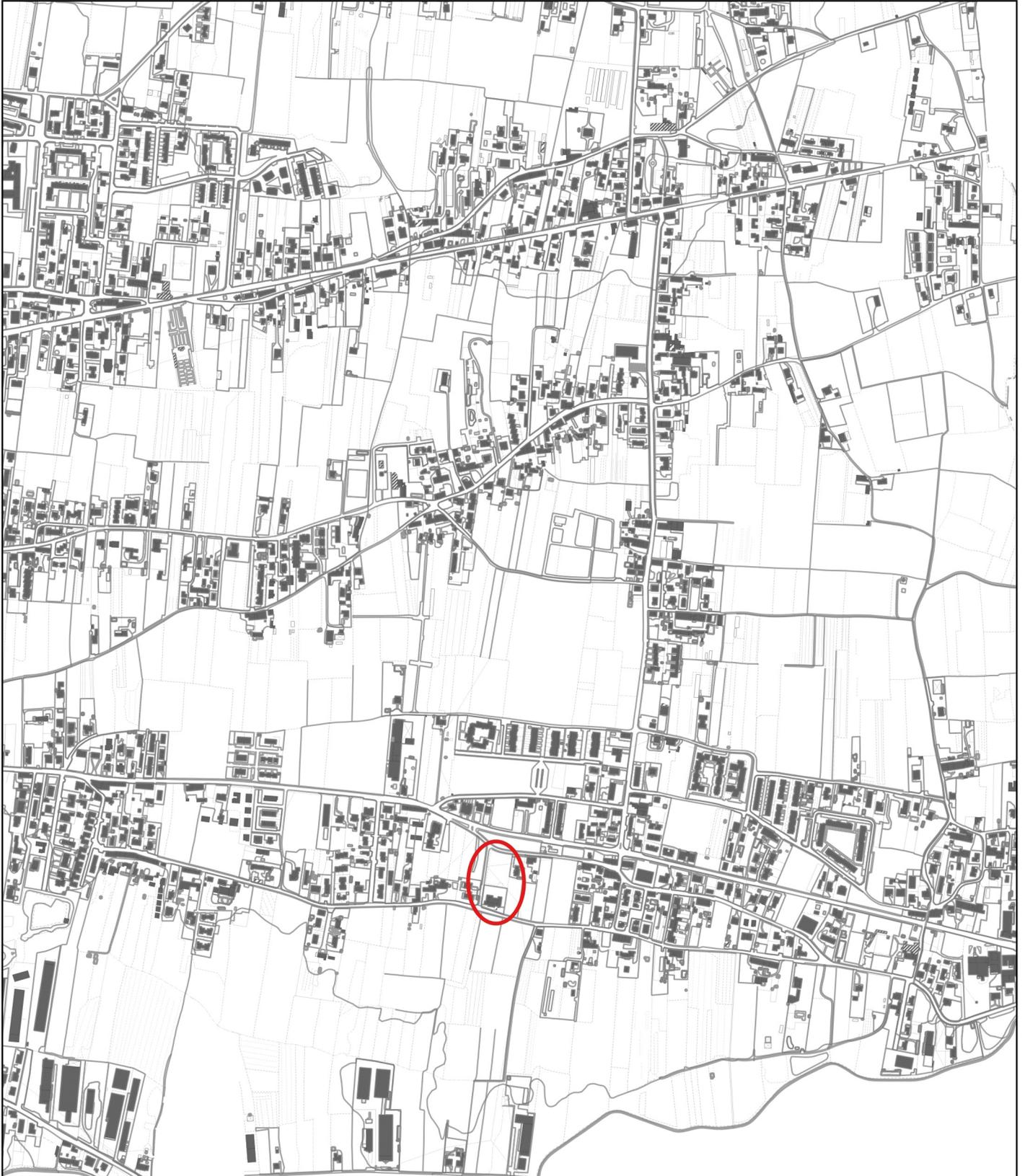
Fattibilità sismica F2 – La definizione dell'azione sismica di progetto è definita sulla base di specifiche indagini sismiche (quali sismica a rifrazione, MASW o downhole). Le indagini dovranno essere conformi a quanto disposto dal DPGR 36R/2009. E' richiesta altresì la valutazione della suscettibilità alla liquefazione dei terreni in ottemperanza del D.M. 17/01/2018.

Lucca, Aprile 2020

Ordine dei Geologi della Toscana n. 877

Dott. Geol. Alessandro Paoli

FIG. 1 - COROGRAFIA

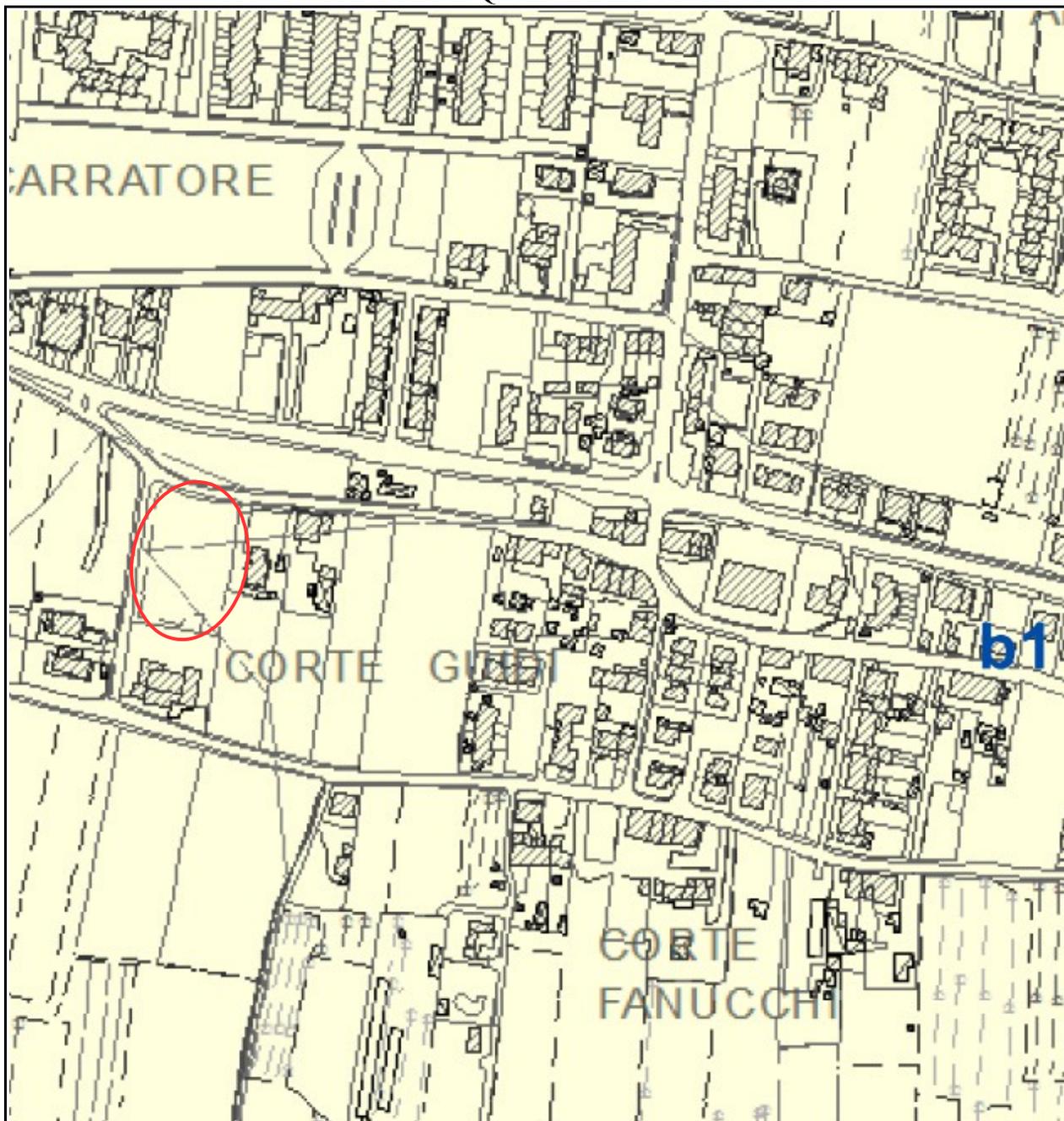


Scala 1:10.000



Area di intervento

FIG. 2 – CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO



Scala 1:2.000

Segle formazionali
ex cartografia PAI

DEPOSITI QUATERNARI

Depositi antropici

rp h5  Accumuli di materiali più o meno omogenei ed eterometrici (h5), riferibili a discariche di inerti, terrapieni e rilevati

Depositi alluvionali attuali e recenti

all2 b2  Ghiaie eterometriche, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica dei letti fluviali attuali. Età: Olocene

all, all1 **b1**  Ghiaie eterometriche, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica dei terrazzi fluviali recenti (b1). Età: Olocene

tl e3a  Terreni palustri limoso-argillosi e torbosi. Età: Olocene



Area di intervento

FIG. 3 - PLANIMETRIA DI DETTAGLIO



Scala 1:2.000

Area oggetto di variante

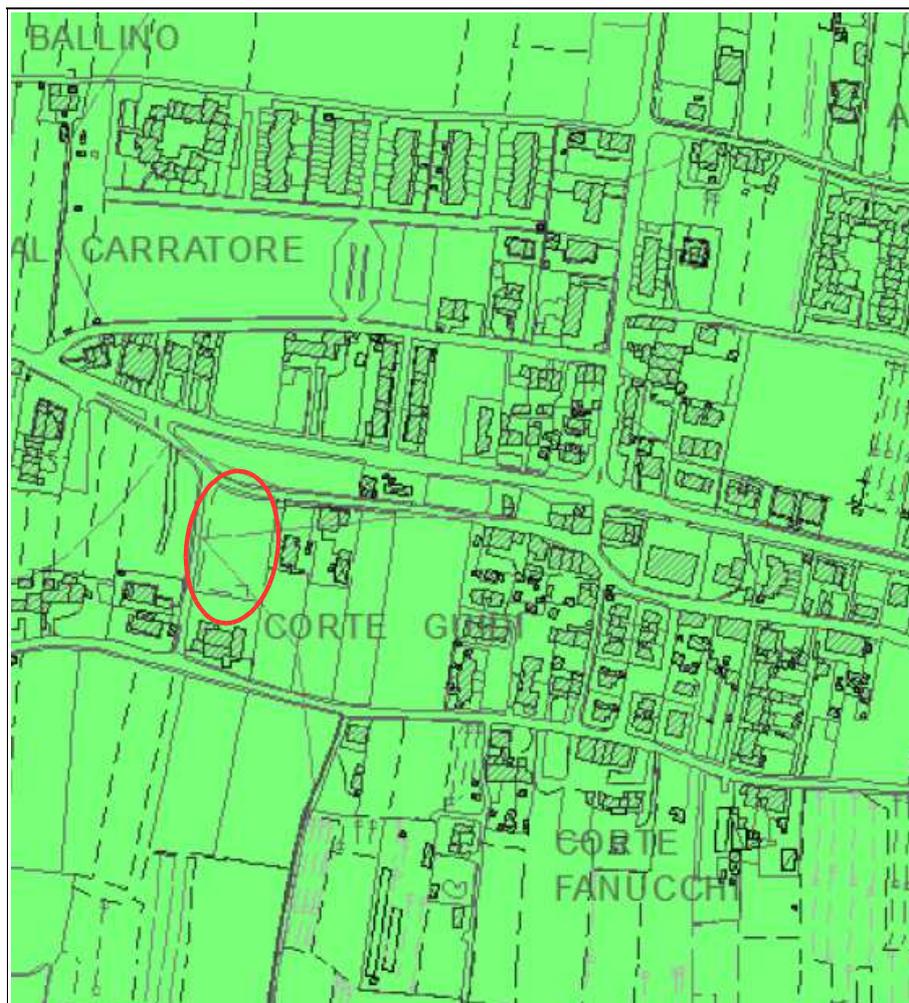
 Aree per parcheggi pubblici o di uso privato (Art. 129 del RU)

 Aree a parco per il gioco e lo sport (Art. 128 del RU)

Dati sismici

 Misura HVSR (TR91 da Piano Strutturale)

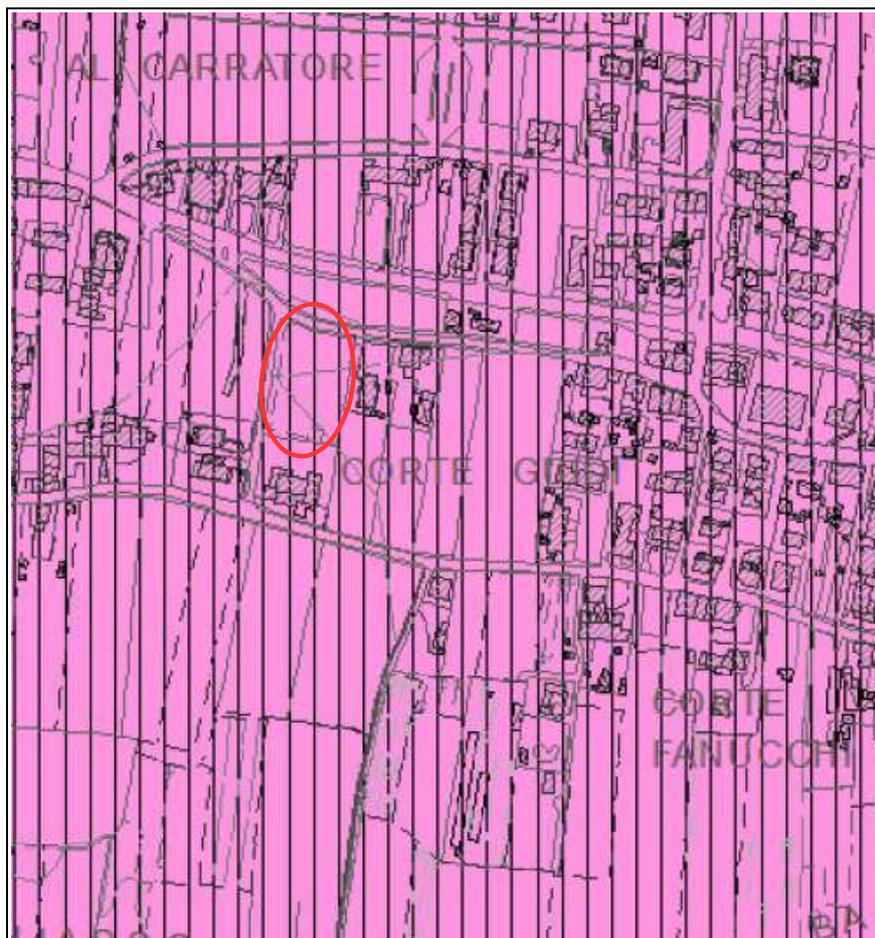
FIG. 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA



CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

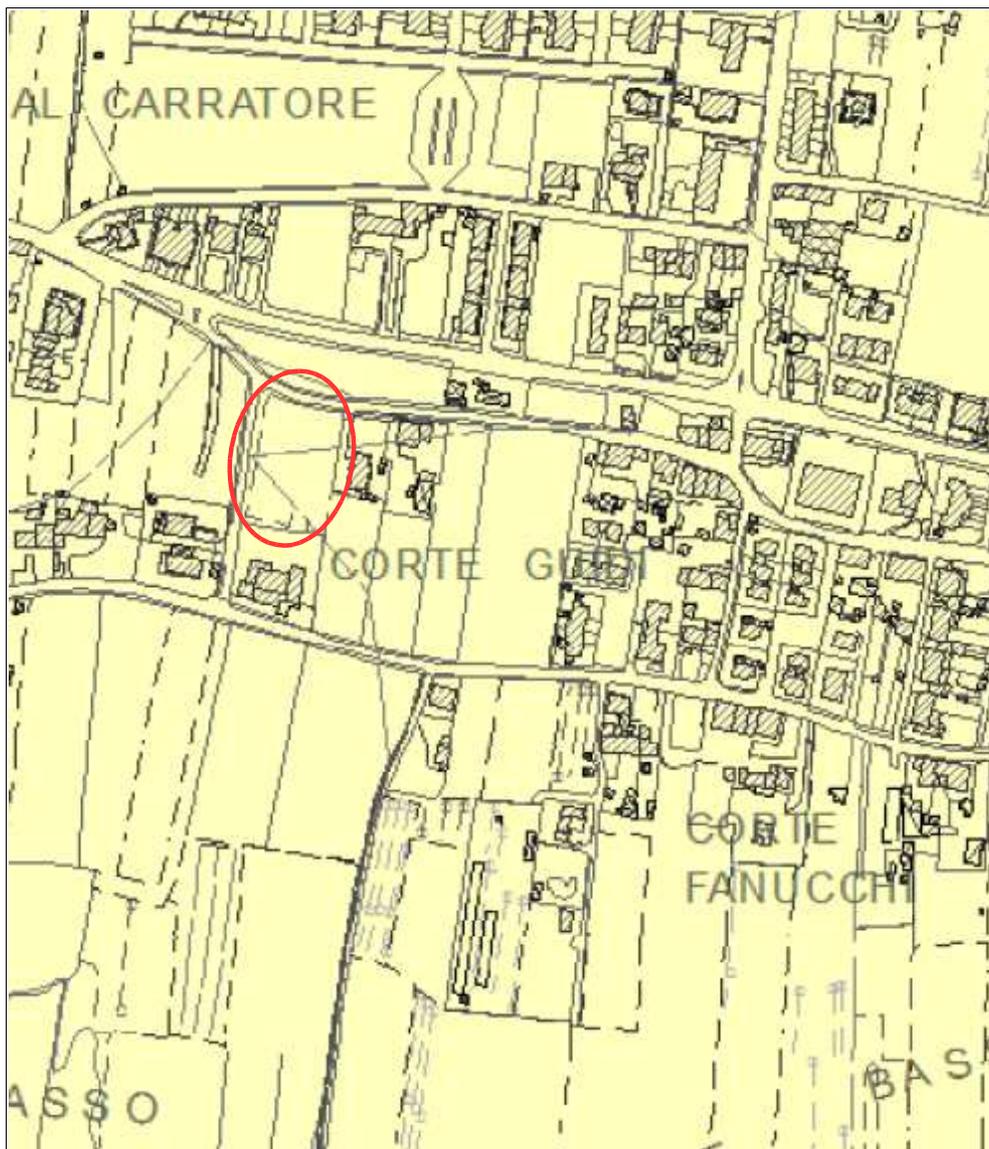
	Classe	Pericolosità	Caratteri
	G.1	BASSA	Are in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

FIG. 5 - CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA



Classificazione regolamento 53/R		Caratteri
<p style="text-align: center;">I.1</p> <p>BASSA</p>		<p>Territorio in condizioni di sicurezza idraulica</p>
<p style="text-align: center;">I.2</p> <p>MEDIA</p>		<p>Aree a pericolosità idraulica moderata individuate su base storica e morfologica</p>
<p style="text-align: center;">I.2</p> <p>MEDIA</p>		<p>Aree a pericolosità idraulica moderata e $Tr > 200$anni</p>

FIG. 6 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA



CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA

	Classe	Pericolosità	Caratteri
	S.1	BASSA	Zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.
	S.2	MEDIA	Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);
	S.3	ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
	S.4	MOLTO ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici