

VARIANTE
AL REGOLAMENTO URBANISTICO
ai sensi dell'art.34 della LR 65/2014

*per la realizzazione del Ponte sul Serchio per il collegamento stradale tra
la S.S.12 dell'Abetone e del Brennero e la S.P.1 Francigena*



Relazione geologica	Elaborato 5
Ai sensi dell'art. 6 del Regolamento 5/R	

Responsabile del Procedimento
Ing. Antonella Giannini – Comune di Lucca

Progettista
Geol. Roberto Guidi – Provincia di Lucca

INDICE

Testo

1. <u>PREMESSA</u>	Pag. 4
2. <u>METODOLOGIA</u>	Pag. 4
3. <u>GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA</u>	Pag. 5
4. <u>PERICOLOSITÀ GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA</u>	Pag. 5
5. <u>PERICOLOSITÀ IDRAULICA</u>	Pag. 6
6. <u>RISCHIO SISMICO: PERICOLOSITÀ, VULNERABILITÀ, ESPOSIZIONE</u>	Pag. 7
7. <u>FATTIBILITÀ</u>	Pag. 10
8. <u>CONCLUSIONI</u>	Pag. 13

Tavole allegate al testo:

Tav.0 - Planimetria con indicata l'area oggetto di variante

Tav.1 - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni geologici;

Tav.2 - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali;

Tav.2 bis - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali – Dettaglio area di compensazione e battenti idraulici

Tav.3 - Carta della vulnerabilità sismica, esposizione sismica e delle aree a rischio sismico.

Allegati: Nuovo ponte sul fiume Serchio per il collegamento fra la S.S. 12 “Dell’Abetone e del Brennero” e la S.P.1 “Francigena” - PROGETTO ESECUTIVO; si allegano i seguenti elaborati:

- a) P004-17-E-DI-GEN-001-A
- b) P004-17-E-DI-GEN-002-A
- c) P004-17-E-DI-GEO-001-A
- d) P004-17-E-RE-GEN-001-B
- e) P004-17-E-RE-GEO-001-A
- f) P004-17-E-RE-GEO-002-A
- g) P004-17-E-DI-IDR-001-A
- h) P004-17-E-DI-IDR-002-A
- i) P004-17-E-DI-IDR-003-A
- j) P004-17-E-DI-IDR-004-A
- k) P004-17-E-DI-IDR-005-A
- l) P004-17-E-RE-IDR-001-A
- m) P004-17-E-RE-IDR-002-A
- n) P004-17-E-RE-IDR-003-A

1 PREMESSA

In attuazione delle disposizioni regionali contenute nel Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30 gennaio 2020, n. 5/R “Regolamento di attuazione dell’articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche”, è stato redatto uno studio geologico-geomorfologico e idrogeologico al fine di verificare il grado di fattibilità della Variante al Regolamento Urbanistico vigente del Comune di Lucca inerente la costruzione del nuovo ponte sul fiume Serchio per il collegamento fra la S.S. 12 “Dell’Abetone e del Brennero” e la S.P.1 “Francigena”.

Per la redazione della Relazione di fattibilità è stato inoltre fatto riferimento alle seguenti norme:

D.M. 11 marzo 1988, emanato dal Ministero dei Lavori Pubblici, relativo a: “NORME TECNICHE RIGUARDANTI INDAGINI SUI TERRENI E SULLE ROCCE, LA STABILITA’ DEI PENDII NATURALI E DELLE SCARPATE, I CRITERI GENERALI PER LA PROGETTAZIONE, L’ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE OPERE DI FONDAZIONE” e successive circolari applicative.

D.M. 17 gennaio 2018, “Norme Tecniche per le Costruzioni” e successive circolari applicative.

D.P.G.R. 9 luglio 2009, n°36/R, regolamento di attuazione dell’articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.

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;

2 METODOLOGIA

Le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche dell’area studiata sono sintetizzate nelle cartografie già presentate a corredo del Progetto Esecutivo, che sarà allegato alla presente per le parti di interesse.

Si è parimenti fatto riferimento al quadro conoscitivo del P.S. e successive varianti e aggiornamenti per tutti i dati cartografici relativi alle pericolosità geologica, idraulica e sismica, oltre che al P.G.R.A. dell’Autorità di Distretto dell’Appennino Settentrionale per gli aspetti idraulici.

Dette cartografie, integrate con le tipologie d’intervento previste, hanno permesso di stabilire la fattibilità ai sensi del DPGRT 30 gennaio 2020, n. 5/R, e di redarre le cartografie in esso richieste a corredo della presente relazione, ovvero:

Tav.1 - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni geologici;

Tav.2 - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali;

Tav.2 bis - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali – Dettaglio area di compensazione e battenti idraulici

Tav.3 - Carta della vulnerabilità sismica, esposizione sismica e delle aree a rischio sismico.

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Il nuovo ponte, che attraverserà il fiume Serchio, si estenderà interamente in area di pianura sui depositi alluvionali attuali del fiume Serchio, che nella *Carta Geologica e Geomorfologica della Piana di Lucca* redatta da *Nardi, Nolledi, Puccinelli e Rossi (1987)*, sono definite come “Depositi superficiali prevalentemente limo-sabbiosi (“Bellettone”)”, anche se il lato est del ponte si innesterà su quello che dagli stessi autori è stato riconosciuto come un paleoalveo del Serchio, e le indagini geognostiche eseguite confermano il dato a livello stratigrafico (cfr. P004-17-E-RE-GEO-001-A). Il tracciato dei paleoalvei è riportato in modo maggiormente dettagliato nella carta della franosità del P.A.I. A.d.B. fiume Serchio (cfr. Tav.1).

Ad ogni modo si rimanda alle indagini geologico-tecniche già eseguite per il progetto esecutivo per un più esaustivo inquadramento a livello geologico-geomorfologico (cfr. P004-17-E-RE-GEO-001-A e P004-17-E-RE-GEO-002-A).

4. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA

Di seguito viene data una descrizione delle varie **classi di pericolosità geologica** ai sensi del DPGRT 5/R del 2020:

- Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo;
- Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi;
- Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi;
- Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

L'intervento in oggetto, nella cartografia del vigente Regolamento Urbanistico, ricade in classe di pericolosità 2I, definita come “Pericolosità geotecnica delle aree di pianura bassa”, ovvero “Corrisponde ad una situazione geologico-technica apparentemente stabile sulla quale tuttavia permangono alcuni dubbi, prevalentemente di carattere geotecnico in relazione alle opere edilizie che potranno essere realizzate nell'area stessa, che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia, svolta anche in riferimento ai fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni superficiali a prevalente componente argillosa” (Tav.1).

Nella carta della franosità del P.A.I. A.d.B. fiume Serchio (si fa riferimento al P.A.I. Serchio in quanto il quadro conoscitivo del P.A.I. dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale, che ha assimilato e integrato i vari P.A.I. delle ex Autorità di Bacino e Bacini Regionali, sta in questo momento seguendo l'iter di approvazione definitiva), l'area di imposta del Progetto è ben definita e sostanzialmente ricade in aree di media stabilità, aree di fondovalle e/o pianeggianti (in cui sono tracciati i paleoalvei del Serchio) ed aree golenali (Tav.1).

In sintesi i fenomeni geologici che possono influenzare la stabilità dell'opera sono in questo caso essenzialmente connessi con la natura litologica e stratigrafica e le caratteristiche geologico-tecniche dei

terreni di imposta delle fondazioni e dei rilevati stradali, che si può tradurre, nelle definizioni date dal DPGRT 5/R 2020, con una classe di pericolosità geologica bassa (G.1).

5. PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Di seguito viene data una descrizione delle varie **classi di pericolosità idraulica** ai sensi del DPGRT 5/R del 2020:

- Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della L.R. 41/2018
- Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della L.R. 41/2018
- Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.lgs.49/2010

Gli interventi si localizzano in aree a pericolosità idraulica per alluvioni frequenti (P3) e a pericolosità idraulica per alluvioni poco frequenti (P2), in parte in area golenale del Serchio, in parte nelle aree esterne agli argini (Si veda Tav. 2). Pertanto ai fini della progettazione degli stessi si dovranno applicare i disposti di cui alla L.R. 41/2018. Le opere ricadenti in area golenale del F. Serchio potranno essere realizzate previa autorizzazione rilasciata dall'autorità idraulica competente (Art. 3 L.R. 41/2018). Per quanto attiene a tutte quelle opere che dovessero localizzarsi in aree esterne alla golenale e soggette a pericolosità idraulica per alluvioni frequenti (P3) e poco frequenti (P2) si dovrà applicare l'articolo 16 comma 4 della L.R. 41/2018.

Si rappresenta che l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha espresso il 21 aprile 2020 parere favorevole al progetto esecutivo del ponte costituente variante urbanistica, confermando il parere già espresso dall'allora Autorità di Bacino del fiume Serchio con Conferenza dei Servizi del 15/12/2015.

Per informazioni maggiormente dettagliate dal punto di vista dell'inquadramento idraulico si rimanda alla relazione idraulica del Progetto Esecutivo (cfr. P004-17-E-RE-IDR-001-A).

6. RISCHIO SISMICO: PERICOLOSITÀ, VULNERABILITÀ, ESPOSIZIONE

Il **rischio sismico** (R) rappresenta la probabilità che si verifichino danni da terremoto in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e della natura dei beni esposti. La valutazione del rischio sismico nel territorio urbanizzato è il risultato della combinazione dei fattori di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione con riferimento ad aree omogenee.

Per la valutazione della **pericolosità** sismica (P), si fa riferimento alla pericolosità sismica di base di ciascuna area omogenea ed agli studi di microzonazione sismica di cui al paragrafo C.3, laddove presenti.

Per la valutazione della **vulnerabilità** sismica (V - propensione al danno dell'edificio) e dell'**esposizione** sismica (E - importanza degli elementi sul territorio), si fa riferimento alle informazioni di natura statistica relative alle singole aree omogenee, verificate dai comuni, ed, eventualmente, supportate con elementi conoscitivi di maggior dettaglio, o più aggiornati, in loro possesso. Tali risultati possono essere approfonditi anche mediante ulteriori studi o specifici censimenti diversi da quelli già utilizzati, con riferimento ad aree omogenee.

Per la valutazione della pericolosità sismica, vulnerabilità sismica ed esposizione sismica si è fatto riferimento all'allegato 1 del DPGRT 5/R 2020, "Criteri per la valutazione dei fattori di rischio sismico".

La **Classe di Pericolosità sismica** si ricava dalla tabella 3, riportata di seguito:

Pericolosità sismica	Valore di IP	Classe di Pericolosità (P ₂)
alta	$IP \geq 6$	4
medio-alta	$IP = 5$	3
medio-bassa	$IP = 4$	2
bassa	$IP \leq 3$	1

Dove $IP = P + I_{ploc}$

P è la classe di Pericolosità Sismica riferita alla Pericolosità di base massima, ovvero all'accelerazione orizzontale massima del terreno in condizioni di suolo rigido e pianeggiante (A_g), per tempo di ritorno pari a 475 anni, così come riportato al par.3.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M.14.1.2018.

Sono state individuate 4 Classi di Pericolosità di base (**P**) in funzione di valori di A_g significativi che individuano a partire dal valore 0,150 g zone con pericolosità medio alta e medio bassa. In presenza di accelerazioni molto superiori ($>0,200$ g) o molto inferiori ($< 0,125$ g) sono state individuate zone a pericolosità alta o bassa, come indicato nella tabella 1, riportata di seguito:

Pericolosità sismica di base	Valori di A_g	Classe di Pericolosità (P)
alta	superiori a 0,200g	4
medio-alta	superiori a 0,150 g e inferiori o uguali a 0,200 g	3
medio-bassa	superiori a 0,125 g e inferiori o uguali a 0,150 g	2
bassa	inferiori o uguali a 0,125 g	1

Nel caso in esame abbiamo $A_{g475} = 0,131g$ (cfr. P004-17-E-RE-GEO-001-A), pertanto si ricade in pericolosità di base medio-bassa, e **P = 2**

I_{ploc} è l'Indice di Pericolosità sismica locale, definito dagli studi di Microzonazione sismica disponibili, e suddiviso in 4 Indici in riferimento al tipo di effetto locale, come indicato nella tabella 2 riportata di seguito:

Pericolosità sismica locale	Tipo di effetto locale	Indice di Pericolosità locale (I_{ploc})
molto elevata	zone instabili (classe S4)	4
elevata	zone stabili suscettibili di amplificazione con alto contrasto di impedenza sismica e altre tipologie di terreni (S3)	3
media	zone stabili suscettibili di amplificazione (classe S2)	2
bassa	zone stabili (classe S1)	1

Nel caso in esame, dagli studi di Microzonazione Sismica (Tav.3) si ha una classe di pericolosità S2, ovvero “zone stabili suscettibili di amplificazione”.

Di conseguenza l'Indice di Pericolosità sismica locale $I_{ploc} = 2$.

Pertanto dall'equazione $IP = P + I_{ploc}$ risulta $IP = 4$, e in base alla tabella 3 riportata in precedenza la Classe di Pericolosità sismica $P_2 = 2$ (Tav.3).

La **Vulnerabilità sismica (V)** si ricava dalla seguente espressione:

Determinazione dell'Indice di vulnerabilità (I_v):

$$I_v = I_e + (I_t + I_a + I_u + I_s + I_c)$$

I_v = indice di vulnerabilità	I_a = indice di altezza
I_e = indice di epoca di costruzione	I_u = indice vulnerabilità urbana
I_t = indice di tipologia strutturale	I_s = indice di tipologia specialistica
	I_c = indice di classificazione sismica

Senza riportare nel dettaglio tutte le tabelle di valutazione per ogni indice, che sono state studiate per valutare la vulnerabilità sismica degli edifici, pur trattandosi di un'infrastruttura stradale si è comunque ritenuto di seguire l'espressione sopraindicata come indicazione per ricavare la vulnerabilità sismica dell'opera di progetto, e si ricava $I_e = 1$, $I_t = -1$, $I_a = 1$, $I_u = 0$, $I_s = 0$, $I_c = 0$. Pertanto $I_v = 1$ e, ai sensi della Tabella 13 sotto riportata, la Classe di Vulnerabilità sismica è $V = 1$ (Tav. 3).

Vulnerabilità sismica	Valori di I_v	Classe di Vulnerabilità sismica (V)
alta	$I_v \geq 4$	4
medio-alta	$I_v = 3$	3
medio-bassa	$I_v = 2$	2
bassa	$I_v \leq 1$	1

Per quanto riguarda l'**Esposizione sismica (E)**, connessa con la natura, qualità e quantità dei beni esposti, esprime la possibilità di subire un danno economico e sociale, sia in termini di vite umane che in termini di beni esposti, in quest'ottica si è ritenuto cautelativamente di dare il valore massimo, considerata l'importanza dell'opera che diverrà un'arteria di grande frequentazione e percorrenza. Pertanto **E = 4** (Tav.3).

Il **RISCHIO SISMICO** si ricava dalla seguente espressione **IR = P + V + E**

Pertanto $IR = 2 + 1 + 4 = 7$, e, seguendo la tabella 17, che si riporta di seguito, **la Classe di Rischio Sismico è pari a 2** (Tav.3):

Rischio sismico	Valore di IR	Classe di Rischio
alta	$IR \geq 10$	4
medio-alta	$8 \leq IR < 10$	3
medio-bassa	$6 \leq IR < 8$	2
bassa	$IR < 6$	1

7. FATTIBILITÀ

Nel disciplinare l'attività urbanistica ed edilizia nel territorio comunale, il piano operativo definisce le condizioni di fattibilità per la gestione degli insediamenti esistenti e per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro conoscitivo e con i contenuti statuari e strategici del piano strutturale.

Le condizioni di fattibilità sono definite in funzione delle situazioni di pericolosità e di rischio e specificano gli studi e le indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio e le eventuali opere da realizzare per la mitigazione del rischio. La mitigazione del rischio è perseguita attraverso azioni combinate per la riduzione della pericolosità e della vulnerabilità degli elementi esposti.

Le condizioni di fattibilità sono individuate secondo i criteri di seguito elencati:

- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici;
- Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio da alluvioni;
- Criteri generali di fattibilità in relazione alle alluvioni costiere;
- Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche;
- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici.

In sede di formazione del piano operativo e delle relative varianti generali, sono evidenziate le aree che risultano esposte a rischio geologico e sismico e da alluvioni e che costituiscono la base della pianificazione territoriale ed urbanistica, nonché la base per la redazione, l'integrazione e l'aggiornamento dei piani di protezione civile comunali.

Nel caso in esame, non essendo presente il rischio di alluvioni costiere, la disamina delle condizioni di fattibilità si riduce ai criteri seguenti:

- **Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici;**
- **Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio da alluvioni;**
- **Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche;**
- **Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici.**

7.1 Fattibilità in relazione agli aspetti geologici

Ai sensi del DPGR 5/R nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica bassa (G1)**, non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico. Si ritiene che le indagini debbano ottemperare alla normativa nazionale e regionale in materia di indagini geologico-tecniche, commisurate all'entità dell'opera da realizzare. Nel dettaglio del D.P.G.R. 9 luglio 2009, n°36/R, si conferma la classi di indagine massima, ovvero la classe 4, con le relative prescrizioni in merito alla tipologia di indagini da realizzare (art. 7). Considerato inoltre che a corredo dell'opera stradale è previsto il rialzamento di un tratto in destra idraulica dell'argine del fiume Serchio, si prescrive che per tale opera siano realizzate verifiche al sifonamento e alla filtrazione, nonché verifiche della stabilità globale del rilevato arginale allo stato attuale e di progetto.

Le indagini già realizzate, che si allegano alla presente, appaiono sufficienti per la caratterizzazione geotecnica dei terreni.

7.2 Fattibilità idraulica (fattibilità in relazione al rischio di alluvioni)

Ai sensi del DPGR 5/R nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla L.R. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

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.

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. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Nelle aree di fondovalle poste in situazione morfologica sfavorevole, come individuate al paragrafo B4, la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla L.R. 41/2018.

Il nuovo tracciato stradale si sviluppa dalla sponda sinistra alla sponda destra del fiume Serchio per circa 800 m., di cui parte in sede naturale (rilevati lungo le aree spondali per il raccordo con le viabilità esistenti) e parte in sede artificiale (viadotto e ponte centrale).

Il rilevato stradale in sponda destra, di sviluppo pari a circa 250 m., insiste su un'area (compresa tra la sez. 15.30 e la sez. 13, cfr. elaborati di Progetto allegati) depressa in corrispondenza della confluenza Serchio - Freddana che il Piano di Bacino indica come allagabile per evento 200-ennale.

Si prescrive di realizzare l'opera con un franco di sicurezza adeguato all'importanza della nuova arteria, e di realizzare opere per mitigare gli effetti della presenza dei rilevati sulle aree allagabili adiacenti, ai sensi della L.R. 41/2018 e s.m.i..

Negli studi idraulici in allegato alla presente sono indicate tutte le valutazioni e gli accorgimenti tecnico-costruttivi già previsti nel progetto esecutivo. Nel dettaglio per mantenere la trasparenza idraulica nelle aree golenali e allagabili, sotto i rilevati saranno eseguite delle forature al piano campagna tramite scatolari, che permetteranno di mitigare la funzione di ostacolo che potrebbe esercitare il rilevato, e in destra idraulica, per compensare la volumetria restante sottratta alle acque di laminazione, sarà eseguito uno scavo di circa 50 cm in un'area adibita a compensazione idraulica. Detto scavo non comporterà un aumento della magnitudo idraulica, ai sensi della L.R. 41/2018, in quanto la magnitudo idraulica dell'area scavata, come si evince dagli studi idraulici allegati e dalla Tav. 2bis, è già molto severa. Pertanto si ottempera all'art. 8 comma 2 lettera b punto 1).

Per ottemperare all'art. 8 comma 2 lettera b punto 2) della L.R. 41/2018, ovvero la condizione che *“sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento”*, si prescrive, qualora tale convenzione non fosse già in atto, o i terreni fossero già di proprietà del Comune di Lucca o della Provincia di Lucca, la stipula di una apposita convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il Comune prima della realizzazione dell'intervento. Si prescrive inoltre, in sede di Variante Urbanistica, di vincolare l'area di compensazione a destinazioni d'uso che non comportino edificabilità o comunque ostacolo al libero deflusso delle acque.

Per quanto riguarda la L.R. 41/2018 il progetto, ricadendo parzialmente in area a pericolosità da alluvioni frequenti e parzialmente in area a pericolosità da alluvioni poco frequenti, e inoltre in area esterna al territorio urbanizzato, deve ottemperare a quanto prescritto rispettivamente dall'art. 13 comma 1 e dall'art. 16 comma 4, ovvero *“possono essere realizzate nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c)”*. Considerato che il tracciato di progetto, come si evince dagli studi idraulici allegati e dalla Tav. 2bis, risulta avere il piano stradale al di sopra del battente con tempo di ritorno duecentennale, con adeguato franco di sicurezza, si ritiene che il progetto ottemperi l'art. 8 comma 1 lettera c) della L.R. 41/2018.

Si rappresenta che l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha espresso il 21 aprile 2020 parere favorevole al progetto esecutivo del ponte costituente variante urbanistica, confermando il

parere già espresso dall'allora Autorità di Bacino del fiume Serchio con Conferenza dei Servizi del 15/12/2015.

7.3 Fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche (risorsa idrica)

Ai sensi del DPGR 5/R nelle aree ove la previsione possa incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica è necessario rispettare i seguenti criteri generali, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino:

- la fattibilità degli interventi è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste.
- la fattibilità degli interventi è subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento.

Il progetto generale in esame, relativo a un ponte stradale, dovrà rispettare tutti i criteri previsti dalla Normativa in fatto di regimazione delle acque meteoriche di ruscellamento sulla resede stradale. Nel dettaglio si prescrive che le acque meteoriche dilavanti la resede stradale siano totalmente convogliate mediante appositi impianti fino a vasche di prima pioggia dimensionate a norma di Legge, dotate di disoleatori e/o altri impianti di depurazione richiesti dalla Normativa specifica, per evitare la loro ricaduta diretta nell'area del Parco Fluviale.

7.4 Fattibilità sismica

Ai sensi del DPGR 5/R nelle aree caratterizzate da pericolosità **sismica media** (S2) non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1 herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Il rischio sismico determinato ai sensi del DPGR 5/R è di tipo medio, e dipende in sostanza da un'adeguata progettazione dell'opera, basata su un'adeguata caratterizzazione della risposta sismica dei terreni.

Nel dettaglio del D.P.G.R. 9 luglio 2009, n°36/R, si conferma la classi di indagine massima, ovvero la classe 4, con le relative prescrizioni in merito alla tipologia di indagini da realizzare (art. 7).

Si prescrive pertanto di valutare attentamente i contrasti di impedenza sismica risultanti dalle indagini geofisiche realizzate, in particolar modo quelle in foro di sondaggio, e le frequenze fondamentali del terreno risultanti dalle indagini H/V realizzate, in riferimento alle frequenze previste per la struttura di Progetto, in modo da evitare possibili fenomeni di risonanza sismica che potrebbero compromettere la stabilità dell'opera.

Le indagini realizzate, che si allegano alla presente, appaiono sufficienti anche per la caratterizzazione sismica del terreno.

8. CONCLUSIONI

In sintesi, l'intervento in oggetto è esposto a rischi geologici, geomorfologici e idrogeologici moderati, a rischio idraulico elevato, e a rischio sismico medio.

Gli interventi sono a nostro avviso fattibili, previa realizzazione di tutte le prescrizioni elencate in precedenza. Di seguito riassumiamo le classi di fattibilità per ogni tipologia di rischio e le disposizioni prescrittive da inserire nella normativa della Variante al Regolamento Urbanistico:

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici

Le indagini geognostiche devono ottemperare alla normativa nazionale e regionale in materia di indagini geologico-tecniche, commisurate all'entità dell'opera da realizzare. Nel dettaglio del D.P.G.R. 9 luglio 2009, n°36/R, si conferma la classe di indagine massima, ovvero la classe 4, con le relative prescrizioni in merito alla tipologia di indagini da realizzare (art. 7). Considerato inoltre che a corredo dell'opera stradale è previsto il rialzamento di un tratto in destra idraulica dell'argine del fiume Serchio, si prescrive che per tale opera siano realizzate verifiche al sifonamento e alla filtrazione, nonché verifiche della stabilità globale del rilevato arginale allo stato attuale e di progetto.

Le indagini geognostiche già realizzate, che si allegano alla presente, appaiono sufficienti per la caratterizzazione geotecnica dei terreni ed ottemperano alla Normativa specifica.

Fattibilità in relazione al rischio di alluvioni

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.

Si prescrive di realizzare l'opera con un franco di sicurezza adeguato all'importanza della nuova arteria, e di realizzare opere per mitigare gli effetti della presenza dei rilevati sulle aree allagabili adiacenti, ai sensi della L.R. 41/2018 e s.m.i..

Per quanto riguarda l'area adibita a compensazione idraulica, per ottemperare all'art. 8 comma 2 lettera b punto 2) della L.R. 41/2018, ovvero la condizione che *“sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento”*, si prescrive, qualora tale convenzione non fosse già in atto, o i terreni fossero già di proprietà del Comune di Lucca o della Provincia di Lucca, la stipula di una apposita convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento. Si prescrive inoltre, in sede di Variante Urbanistica, di vincolare l'area di compensazione a destinazioni d'uso che non comportino edificabilità o comunque ostacolo al libero deflusso delle acque.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha già espresso il 21 aprile 2020 parere favorevole al progetto esecutivo del ponte costituente variante urbanistica, confermando il parere dell'allora Autorità di Bacino del fiume Serchio nell'ambito della Conferenza dei Servizi del 15/12/2015.

Fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche (risorsa idrica)

La fattibilità degli interventi è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste.

La fattibilità degli interventi è inoltre subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento.

Il progetto generale in esame, dovrà rispettare tutti i criteri previsti dalla Normativa in fatto di regimazione delle acque meteoriche di ruscellamento sulla resede stradale. Nel dettaglio si prescrive che le acque meteoriche dilavanti la resede stradale siano totalmente convogliate mediante appositi impianti fino a vasche di prima pioggia dimensionate a norma di Legge, dotate di disoleatori e/o altri impianti di depurazione richiesti dalla Normativa specifica, per evitare la loro ricaduta diretta nell'area del Parco Fluviale.

Fattibilità sismica

Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1 herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Il rischio sismico determinato ai sensi del DPGR 5/R è di tipo medio, e dipende in sostanza da un'adeguata progettazione dell'opera, basata su un'adeguata caratterizzazione della risposta sismica dei terreni.

Nel dettaglio del D.P.G.R. 9 luglio 2009, n°36/R, si conferma la classi di indagine massima, ovvero la classe 4, con le relative prescrizioni in merito alla tipologia di indagini da realizzare (art. 7).

Si prescrive pertanto di valutare attentamente i contrasti di impedenza sismica risultanti dalle indagini geofisiche realizzate, in particolar modo quelle in foro di sondaggio, e le frequenze fondamentali del terreno risultanti dalle indagini H/V realizzate, in riferimento alle frequenze previste per la struttura di Progetto, in modo da evitare possibili fenomeni di risonanza sismica che potrebbero compromettere la stabilità dell'opera.

Le indagini geofisiche già realizzate, che si allegano alla presente, appaiono sufficienti per la caratterizzazione geofisica dei terreni ed ottemperano alla Normativa specifica.

Pertanto è possibile esprimere un giudizio di fattibilità positivo relativamente alla Variante al Regolamento Urbanistico a supporto del Progetto in oggetto, subordinato all'adozione delle prescrizioni suddette.

Lucca, Maggio 2020

Geol. Roberto Guidi

Responsabile del Procedimento

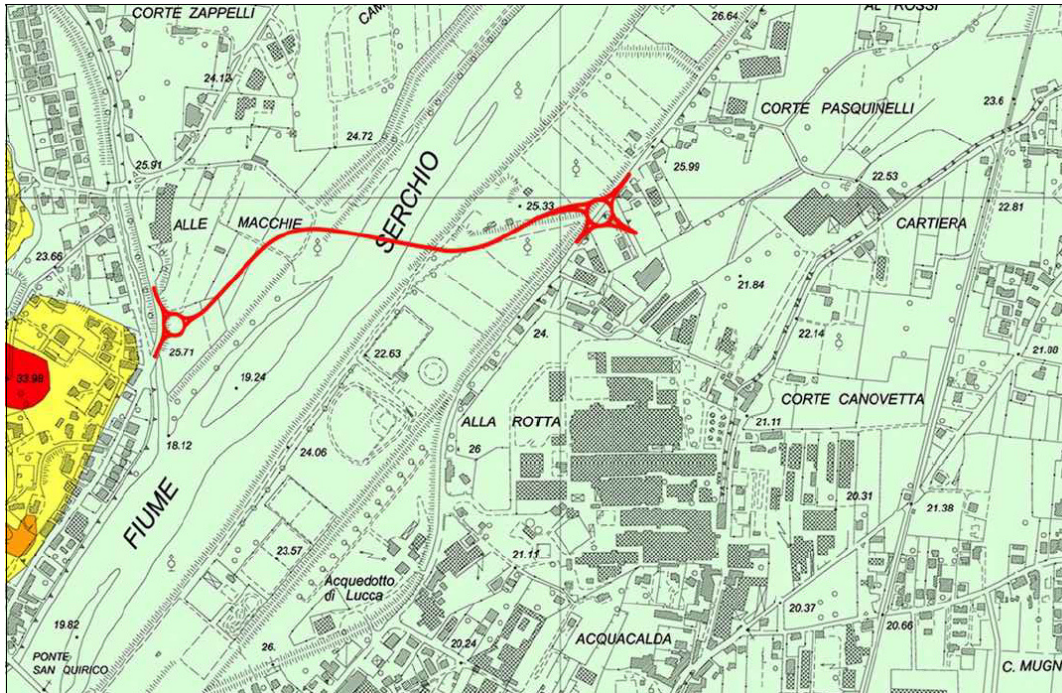
Ing. Antonella Giannini

This topographic map depicts a mountainous region with numerous contour lines indicating elevation. The Fiume Sempino and Fiume Fedaia are prominent features. A yellow shaded area highlights a specific region, and a red dashed line outlines a sub-region within it. Various buildings and structures are shown, including a large complex in the upper right. A blue arrow points to a location in the upper right corner. The map includes labels for various locations such as Cortina d'Ampezzo, Cortina, and Cortina d'Ampezzo.

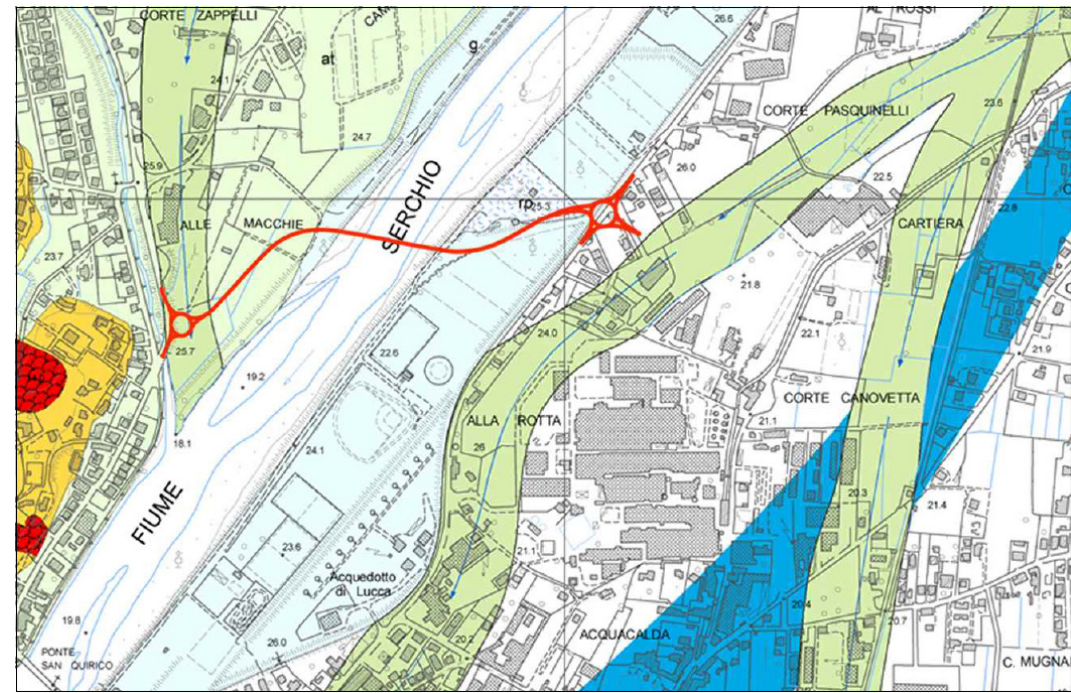
 Area oggetto di variante

Tav.1 - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni geologici

(Estratto dalla Carta della Pericolosità Geomorfologica e Geotecnica del R.U. comunale)



(Estratto dalla Carta della Franosità del P.A.I., A.d.B. fiume Serchio)

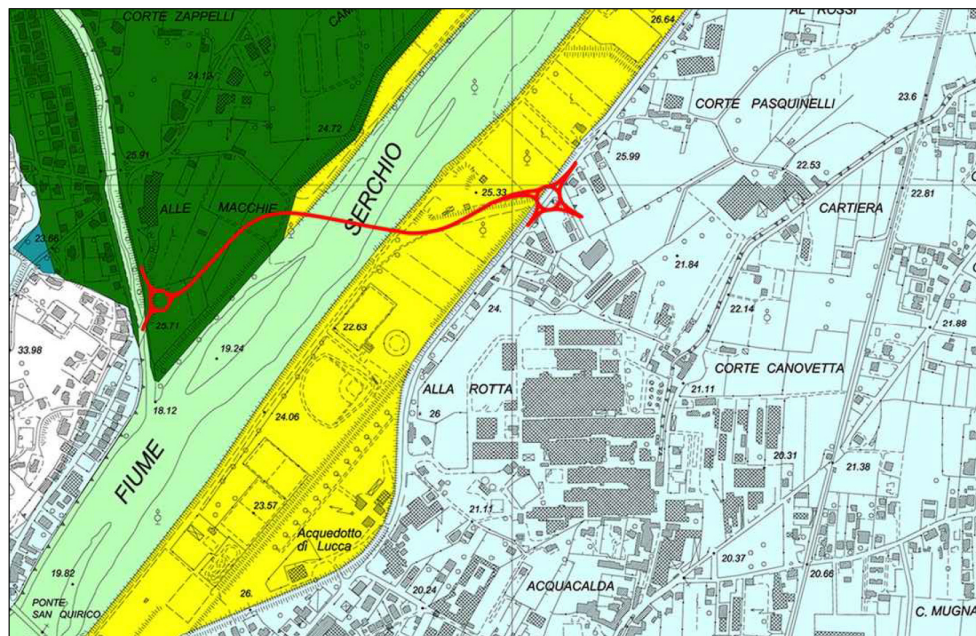


LEGENDA	
Classi di pericolosità geomorfologica e geotecnica (P.T.C., approvato con delibera C.P. di Lucca n. 189 del 13/12/2000)	
Pericolosità geomorfologica del territorio collinare	
Classe Pericolosità	Caratteri
1g IRILEVANTE	Aree con assenza sia di forme e processi geomorfologici attivi o quiescenti, sia di fattori geologici o morfologici predisponenti l'attivazione o processi morfologici.
2g BASSA	Aree con assenza di forme e processi geomorfologici attivi o quiescenti nelle quali sono al massimo prevedibili, sulla base di valutazioni geologiche, litologiche o climatiche, limitati processi di degrado superficiale riconducibili a neutrazionabili a livello di intervento ordinario.
3ag MEDIO-BASSA	Aree interessate da frane quiescenti o da indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità nelle quali non si possono escludere riattivazioni o attivazione di movimenti di massa di complessiva bassa intensità. Frane indotte, per cause naturali o artificiali, di medie o grandi dimensioni.
3bg MEDIO-ALTA	Aree interessate da frane quiescenti o da indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità nelle quali sono prevedibili attivazioni o riattivazioni di movimenti di massa di media intensità. Aree prive delle forme e degli indicatori di cui sopra, ma nelle quali la presenza di particolari caratteri litologici, geologici o climatici non escludono la possibilità di attivazione di movimenti di massa di media-alta intensità.
4g ELEVATA	Aree interessate da frane attive suscettibili di espansione areale o campagne non classificabili di bassa intensità complessiva. Aree interessate da diffusi fenomeni di degrado attivo di qualità alta intensità. Aree interessate da frane quiescenti o da indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità nelle quali sono prevedibili attivazioni o riattivazioni di movimenti di massa di elevata intensità.
4g* ELEVATA	Aree interessate da frane attive o da altri fenomeni di degrado attivo con progetti di bonifica approvati e finanziati.
Pericolosità geotecnica delle aree di pianura	
2i BASSA	Corrisponde ad una situazione geologico-geotecnica apparentemente stabile sulla quale tuttavia permangono alcuni dubbi, prevalentemente di carattere geotecnico in relazione alle opere edilizie che potranno essere realizzate nell'area stessa, che comunque potranno essere chiariti in futuro in seguito a indagini geotecniche di supporto alla progettazione edilizia, svolta anche in riferimento ai fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni superficiali a prevalente componente argillosa.
Pericolosità da subsidenza	
3s MEDIA	Aree potenzialmente vulnerabili per caratteri stratigrafici, litologici ed idrogeologici, la presenza di terreni affioranti e locali compressibili, potenzialmente interessati da fenomeni di subsidenza a seguito di estrazioni di fluidi dal sottosuolo o applicazione di carichi, anche su superfici ridotte, in grado di compromettere le valutazioni sul rischio effettivo a supporto dell'intervento diretto.
Pericolosità da colata detritica torrentizia	
3d MEDIA	Aree potenzialmente vulnerabili a colate detritiche torrentizie sulla base di considerazioni morfologico-climatiche.
4d ELEVATA	Aree recentemente vulnerate da colate detritiche torrentizie.
4d* ELEVATA	Aree recentemente vulnerate da colate detritiche torrentizie con progetti di bonifica approvati e finanziati.
----- Limite del territorio comunale	

	AREE DI MEDIA STABILITÀ , con sporadici e locali indizi di instabilità e AREE STABILI con assenza di frane attive e quiescenti (Norma: art. 15)
	AREE DI FONDOVALLE E/O PIANEGGIANTI , con eventuali problemi relativi alla capacità portante dei terreni ed ai cedimenti
	Terreni di riporto e discariche (Norma: art. 15bis)
	Coni di deiezione alluvionale
	Superfici di acqua libera
	Paleovalvei (anno di rettifica)
	Terreni palustri
	Terreni torbosi
	Terreni Limoso-sabbiosi
	Golene

Tav.2 - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali

(Estratto dalla Carta della Pericolosità Idraulica del R.U. comunale)



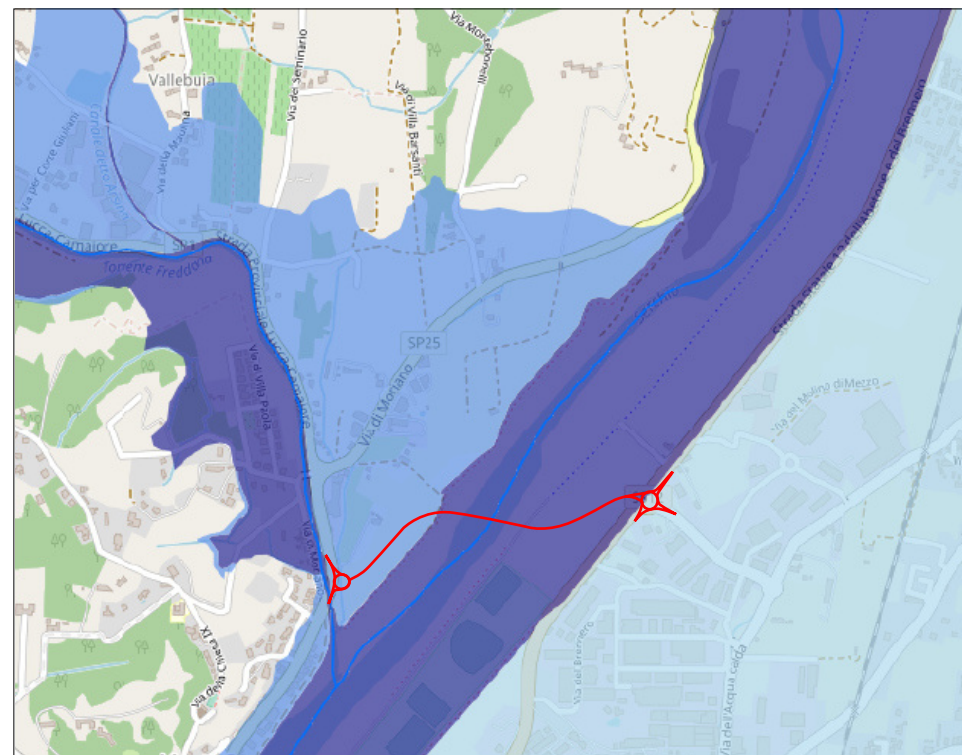
LEGENDA

Classi di pericolosità idraulica

(P.T.C., approvato con delibera C.P. di Lucca n. 189 del 13/12/2000)

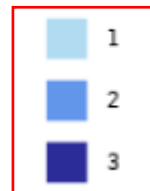
Classe	Pericolosità	Caratteri
1i	IRRILEVANTE	Aree collinari o montane sopraelevate di almeno 1 m rispetto al limite esterno dell'alveo di naturale esondazione o 2 m rispetto al ciglio di sponda, prive di notizie storiche di precedenti inondazioni o allagamenti da ristagno.
2i	BASSA	Aree di pianura: - prive di notizie storiche di precedenti inondazioni; - con notizie storiche di ristagni con frequenza ricorrente o inferiore di classe I.
3ai	MEDIO-BASSA	Aree di pianura con notizie storiche di: - eventi alluvionali ricorrenti o frequenti di classe I; - ristagni ricorrenti, frequenti od occasionali di classe II.
3bi	MEDIO-ALTA	Aree di pianura con notizie storiche di: - eventi alluvionali frequenti o ricorrenti di classe II.
4i	ELEVATA	Aree di pianura con notizie storiche di: - eventi alluvionali frequenti o ricorrenti di classe III o superiore; - ristagni stagionali, ricorrenti o frequenti di classe III o superiore.
4ao	ELEVATA	Alveo fluviale ordinario in modellamento attivo: porzione dell'alveo raggiungibile dalle piene stagionali caratterizzata da ciottolame mobile, depositi sabbiosi e limosi sciolti; la vegetazione eventualmente presente è per lo più arbustiva.
4ag	ELEVATA	Aree golenali: fasce a lato dell'alveo, comprese tra le sponde del corso d'acqua e gli argini maestri, nelle quali le acque si espandono con andamento stagnante o comunque diverso da quello della corrente principale del fiume.
4ae	ELEVATA	Aree di naturale esondazione e di tutela dei caratteri ambientali dei corsi d'acqua: aree essenzialmente di fondovalle caratterizzate da indicatori idrogeomorfologici e talora biologici naturali nelle quali il legame con il corso d'acqua è ancora evidente.

(Estratto dal P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale)



LEGENDA

PGRA Pericolosità fluviale



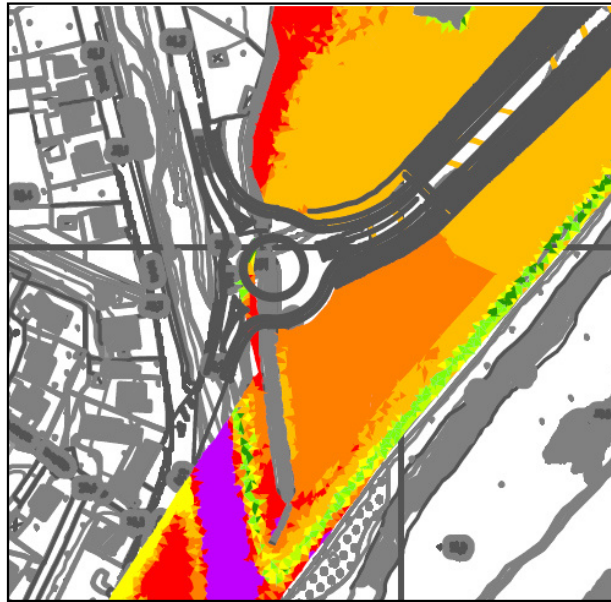
Tav.2bis - Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali

Dettaglio area di compensazione e battenti idraulici

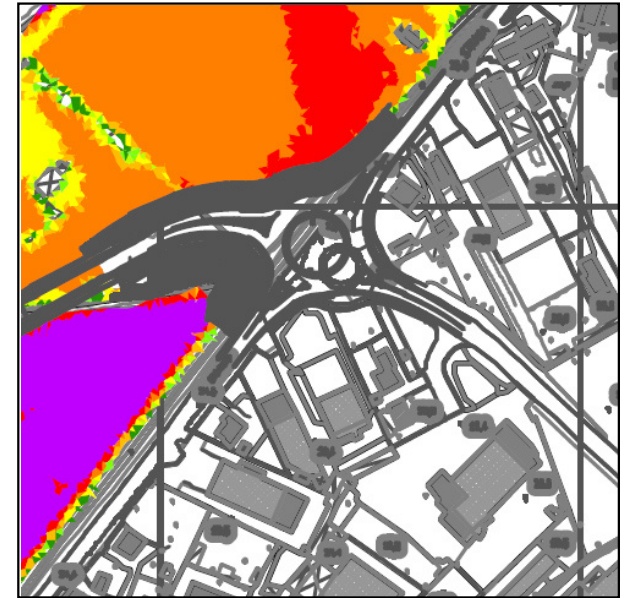
a) ubicazione area di compensazione in dx idraulica



b) battenti idraulici intersezione dx idraulica



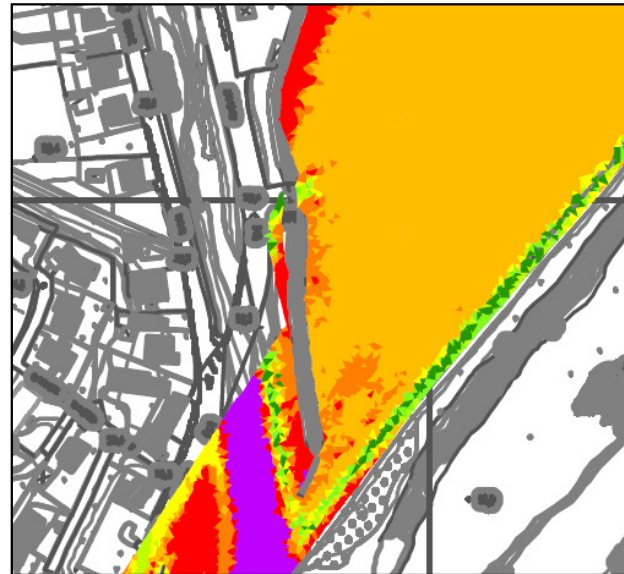
c) battenti idraulici intersezione sx idraulica



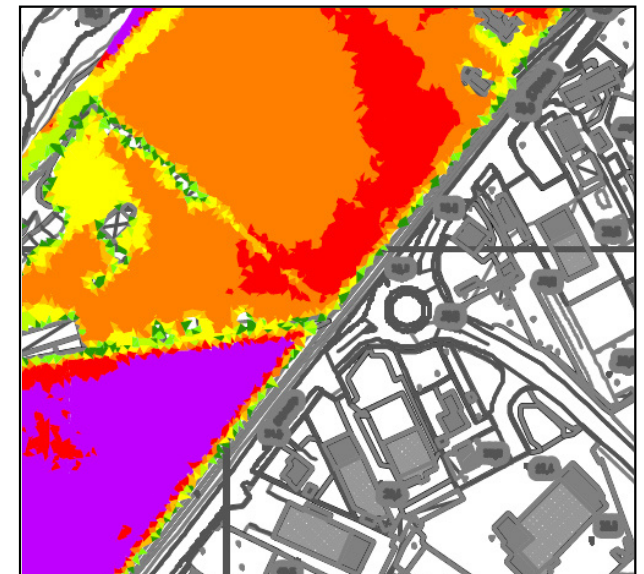
LEGENDA



d) battenti idraulici intersezione dx idraulica - stato attuale

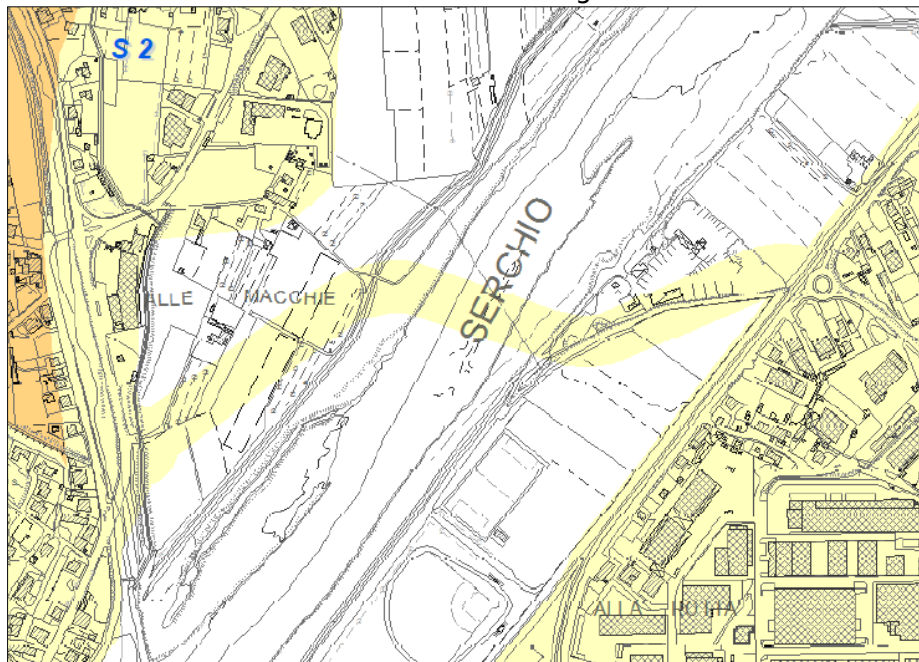


e) battenti idraulici intersezione sx idraulica - stato attuale



Tav.3 - Carta della vulnerabilità sismica, esposizione sismica e delle aree a rischio sismico

Estratto della Carta della Pericolosità Sismica dagli studi di Microzonazione 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);
--	-----	-------	---

Rischio sismico: **IR= P + V + E**

$$IR = 2 + 1 + 4 = 7$$

Rischio sismico	Valore di IR	Classe di Rischio
alta	$IR \geq 10$	4
medio-alta	$8 \leq IR < 10$	3
medio-bassa	$6 \leq IR < 8$	2
bassa	$IR < 6$	1

Indice di R		classe di V			
classe di P = 2		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	4	3	3	2
3	medio-alta	3	3	2	2
2	medio-bassa	3	2	2	1
1	bassa	2	2	1	1

Classe di pericolosità sismica: **IP= P + I_{ploc}**

medio-bassa	0,15g < Ag ≤ 0,20g con zone stabili (S1); 0,125g < Ag ≤ 0,15g con zone stabili con amplificazione (S2) Ag ≤ 0,125g con zone stabili con amplificazione e altre tipologie (S3)	2
-------------	---	---

Classe di vulnerabilità sismica: $I_v = I_e + (I_t + I_a + I_u + I_s + I_c)$ $I_v = 1$

Vulnerabilità sismica	Valori di Iv	Classe di Vulnerabilità sismica (V)
alta	$I_v \geq 4$	4
medio-alta	$I_v = 3$	3
medio-bassa	$I_v = 2$	2
bassa	$I_v \leq 1$	1

Classe di esposizione sismica: **IEs = I_{densità} + I_{destinazione}** **IEs = 4 (caut.)**

Esposizione sismica	Valori di Ies	Classe di Esposizione (E)
alta	$I_{es} \geq 4$	4
medio-alta	$I_{es} = 3$	3
medio-bassa	$I_{es} = 2$	2
bassa	$I_{es} = 1$	1