

Piano Comunale di Protezione Civile

Allegato C

Pericolosità e rischi del territorio



Sommario

INTRODUZIONE	5
C1 - Rischio idraulico	6
C1.2 - Principali eventi alluvionali	8
Eventi di novembre 2000	8
Evento del 24 e 25 dicembre 2009	8
Evento del 19 giugno 2010	9
Evento del 11 novembre 2012	9
Eventi di febbraio e luglio 2014	10
C1.3 - Criticità idrauliche	11
C1.3.1 - Criticità del reticolo principale	12
C1.3.2 - Criticità reticolo idraulico minore	15
C1.3.3 - Rischio connesso ai sistemi arginali	15
C1.4 - Considerazioni sull'esposizione per rischio alluvioni	17
C1.4.1 Criticità sulle infrastrutture di trasporto	17
C1.4.1 Aree di golena	24
C1.4.2 Aree di fondovalle	27
C1.5 - Possibili eventi legati alla presenza di dighe	27
C2 - Rischio geomorfologico	30
C2.1 - Pericolosità geomorfologica nel Comune di Lucca	30
C2.2 - Eventi di rilievo in relazione a fenomeni franosi	33
Evento del 19-21 novembre 2000	33
Evento del 24 e 25 dicembre 2009	33
Evento del 19 giugno 2010	34
Evento del 21 e 22 luglio 2014	35
C2.3 - Analisi degli edifici strategici e rilevanti a rischio frana (cinematica lenta)	36
C2.4 - Analisi mediante interferometria satellitare	38
C2.5 - Frane a cinematica rapida	42
C2.6 – Popolazione e beni esposti al rischio idrogeologico	44
C3 - Fenomeni metereologici critici	47
C3.1 - Neve e ghiaccio	47
C3.1.1 - Neve	47
Evento del 1985	48
Evento del 18-19/12/2009	49
Evento del 17/12/2010	49
Evento del 31/01/2012	49
C3.1.2 - Ghiaccio	50
C3.2 - Vento	51
Tempesta di vento del 4-5 Marzo 2015	53

C3.3 - Temporali forti	53
C4 - Scenari idraulico-idrogeologico del sistema di allertamento regionale	55
C5 - Rischio sismico	59
C5.1 - Sismicità e pericolosità sismica del territorio del Comune di Lucca	59
C5.2 - Zone e sorgenti sismogenetiche	66
C5.3 - Definizione della pericolosità sismica locale	68
C5.4 - Valutazione del rischio sismico, della pericolosità, della vulnerabilità ed esposizione	76
C5.5 - Valutazione del rischio sismico delle strutture sanitarie e scolastiche.	78
C5.6 - Scenari di danno per evento sismico	86
C6 - Incendi boschivi e di vegetazione con interfaccia	89
C6.1a - Incendi con interfaccia boschiva - urbana	91
C6.1b - Incendi con interfaccia vegetazione - urbana	92
C6.2 - Analisi del Comune di Lucca	93
C6.3 - Analisi della pericolosità e del rischio nelle aree di interfaccia	96
C6.3.1 - Calcolo della Pericolosità	97
C6.3.2 - Calcolo della Vulnerabilità	98
C6.3.3 - Calcolo del Rischio	99
C6.4 - Cartografia realizzata	99
C6.4.1 - Determinazione della fascia del pericolo e dei perimetri del rischio e di impatto	99
C6.5 - Analisi del rischio	102
C6.6 – Popolazione esposta al rischio incendio boschivo e d’interfaccia	107
C7 - Altri rischi	110
C7.1 - Black-out elettrico	110
C7.2 - Emergenza idrica	111
C7.3 - Ritrovamento e brillamento di ordigni bellici inesplosi	112

Il materiale cartografico è disponibile al seguente link:

<https://sit.comune.lucca.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=d4b696a8533642fa82990965e56a0526>

INTRODUZIONE

Per il territorio del Comune di Lucca partendo dalle relative pericolosità si sono analizzate le seguenti tipologie di rischio:

- Idraulico (alluvioni, allagamenti e possibili eventi legati alla presenza di dighe)
- Geomorfologico (frane a cinematica lenta e rapida)
- Sismico
- Incendi con interfaccia boschiva-urbana e vegetazione-urbana

Per tali rischi sono disponibili a varia scala studi e documenti che consentono una pianificazione ragionevole degli scenari.

I fenomeni meteorologici avversi (Vento, Neve e ghiaccio, temporali forti) in virtù della loro natura sono stati analizzati sulla base dei pochi dati a livello comunale e considerando gli scenari di riferimento previsti dall'allegato tecnico alla DGRT 395/2015 per la zona di allerta del comune di Lucca (S2).

Relativamente al rischio idraulico e geomorfologico si sono tenuti presenti i risultati preliminari (2021) derivanti da una collaborazione con il Centro di Protezione Civile dell'università di Firenze; per il rischio sismico oltre allo studio citato ci si è avvalsi della collaborazione con la sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ed inoltre si è fatto riferimento ai recenti studi geologici, idraulici e sismici redatti dal Comune di Lucca a supporto del Piano Operativo Comunale adottato a ottobre 2021 nonché dagli scenari dell'allegato tecnico alla DGRT 395/2015. Per quanto riguarda il rischio incendi con interfaccia si è utilizzato il risultato di un lavoro eseguito sul Comune di Lucca da Dream S.c.r.l. del 2020.

C1 - Rischio idraulico

Per la valutazione del rischio idraulico si è fatto riferimento essenzialmente ai macroscenari derivanti dagli studi redatti a supporto della pianificazione territoriale di bacino e comunale:

- "Piano di bacino del fiume Serchio, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Variante generale funzionale all'adeguamento del PAI del fiume Serchio al Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale", adottata in sede di Conferenza Istituzionale Permanente con Delibera n. 14 del 18/09/2019;
- Studi idrologico-idraulici svolti dallo Studio INGEO di Lucca su una serie di corsi d'acqua minori, ai quali si rimanda per un esame dettagliato delle verifiche svolte. In particolare, i nuovi studi idraulici hanno interessato i tratti di una serie di corsi d'acqua minori attraversanti il territorio urbanizzato, appartenenti al reticolo idrografico di cui alla L.R. 79/2012.

A tali elaborati si fa riferimento per le valutazioni e le elaborazioni relative alle attività di protezione civile e potranno essere modificate in seguito a studi e approfondimenti ulteriori sia a livello di quadro conoscitivo che di studi specifici. Di seguito si esegue una sintesi degli studi sopra citati e gli approfondimenti eseguiti ed in corso.

Le condizioni di pericolosità riportate nei macroscenari sono coerenti con il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e alla normativa regionale Regolamento 5/R/2020 ed alla L.R. 41/2018 prevedendo le seguenti classi di pericolosità idraulica (= probabilità che un fenomeno di natura alluvionale potenzialmente distruttivo si verifichi in un dato tempo (T_r tempo di ritorno) ed in una data area):

P3 – aree a pericolosità per alluvioni frequenti o a pericolosità elevata (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno inferiore o uguale a 30 anni);

P2 – Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti o a pericolosità media (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e inferiore o uguale a 200 anni);

P1 – Aree a pericolosità per alluvioni rare o a pericolosità bassa (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni).

In particolare, sono stati affrontati e approfonditi alcuni aspetti relativi a scenari con tempo di ritorno trentennale ($T_r=30$) e duecentennale ($T_r=200$).

Si pone l'attenzione come la normativa relativa ai piani di protezione civile faccia riferimento alle carte di pericolosità del PGRA che indicano le zone alluvionate sulla base del solo tempo di ritorno non prendendo in considerazione i battenti e le velocità che sono invece considerati importanti ai

fini della valutazione del rischio. Tali aspetti sono invece presi in considerazione, se pur limitatamente alla pianificazione urbanistica, dalla normativa regionale in tema di rischio idraulico (Legge Regionale 41/2018).

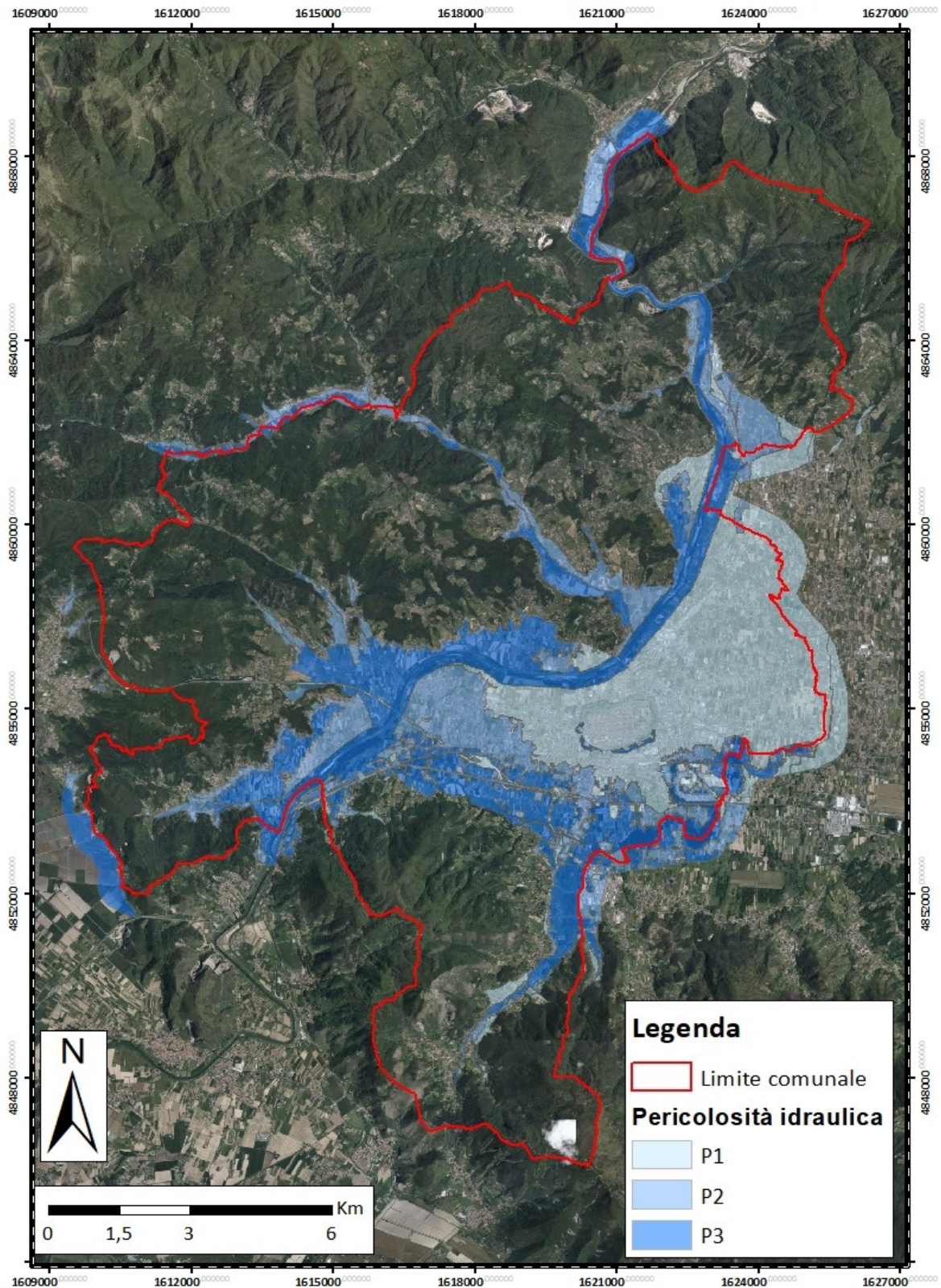


Figura 1-C1. Carta di pericolosità idraulica compresa nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Relativamente agli scenari di evento attesi considerati dal sistema di allertamento regionale si rimanda al capitolo C6. “Scenari di evento idraulico idrogeologico del sistema di allertamento regionale”. Questi sono utili per avere in fase di allertamento degli scenari generali basati sulle precipitazioni attese e quindi sulle possibili criticità causate da gli eventi presi in considerazione dalle previsioni meteorologiche ed idrauliche eseguite dal Centro Funzionale Regionale in fase di rilascio del bollettino di Valutazione delle Criticità.

C1.2 - Principali eventi alluvionali

Indicazioni riguardo ai casi storici degli eventi alluvionali che hanno riguardato il Fiume Serchio ed i suoi affluenti sono riportati nel “REPORT n. 1 Eventi alluvionali di impatto significativo avvenuti nel passato” redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Serchio nell’ambito della redazione del “Piano di gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico Pilota del Fiume Serchio” (2010). Le piene del Fiume Serchio e dei suoi affluenti sono sufficientemente documentate fin dal 1419, di seguito si riportano i principali eventi recenti maggiormente utili, per disponibilità, conformità di dati e informazioni, alla definizione degli scenari attesi.

Eventi di novembre 2000

Il mese di novembre del 2000 rappresenta un periodo eccezionale dal punto di vista della piovosità complessiva per l’alta Toscana: a Lucca una cumulata mensile nell’ordine di 500 mm non si era mai verificata nei 100 anni precedenti. Nell’ambito di questo periodo di piovosità eccezionalmente diffusa e prolungata si segnalano nel bacino del Serchio tre eventi di piena rilevanti:

3 Novembre: Primo evento rilevante a scala di bacino con portata di piena del Serchio a Lucca stimata in 1.000 m³/s.

6 e 7 Novembre: Evento di piena eccezionale con precipitazioni distribuite e particolarmente abbondanti sulla parte alta del bacino (Garfagnana e Val di Lima); la rottura di un tratto di argine del fiume Serchio in località Nozzano ha provocato l’allagamento dei paesi di Nozzano e Santa Maria a Colle con conseguente interruzione della viabilità sulla SS12 nella zona Nord del territorio comunale.

20 Novembre: Evento particolarmente intenso sulla Piana di Lucca con rottura arginale del canale Ozzeri, allagamenti anche nelle aree urbane e esondazioni in Valfreddana.

Evento del 24 e 25 dicembre 2009

L’evento di piena del fiume Serchio del 24 e 25 dicembre 2009 è stato preceduto da un periodo di piogge abbondanti che ha avuto inizio dal 21 dicembre, a sua volta preceduto da estese nevicate su gran parte del bacino del Serchio nei giorni 18 e 19 dicembre. Le piogge cadute nei giorni dal 21 al 23 dicembre hanno raggiunto una cumulata di circa 165 mm che, unitamente ad un parziale scioglimento del manto nevoso a causa di un innalzamento delle temperature, ha prodotto una prima ondata di piena di circa 1’200 m³/s. La perturbazione ha portato ad un ulteriore intensificarsi delle precipitazioni e nei giorni 24 e 25 dicembre sono caduti mediamente sul bacino 120 mm di pioggia in 15 ore, generando un’ulteriore onda di piena significativa con valore di circa 1’480 m³/s (si osservino gli idrogrammi in Figura C). Nella mattina del giorno 25 si sono aperte due brecce nell’argine in destra idraulica del fiume Serchio, dalle quali è fuoriuscito circa 1 milione di metri cubi di acqua che ha allagato l’abitato di S. Maria a Colle e le zone limitrofe (vedi Figura C).

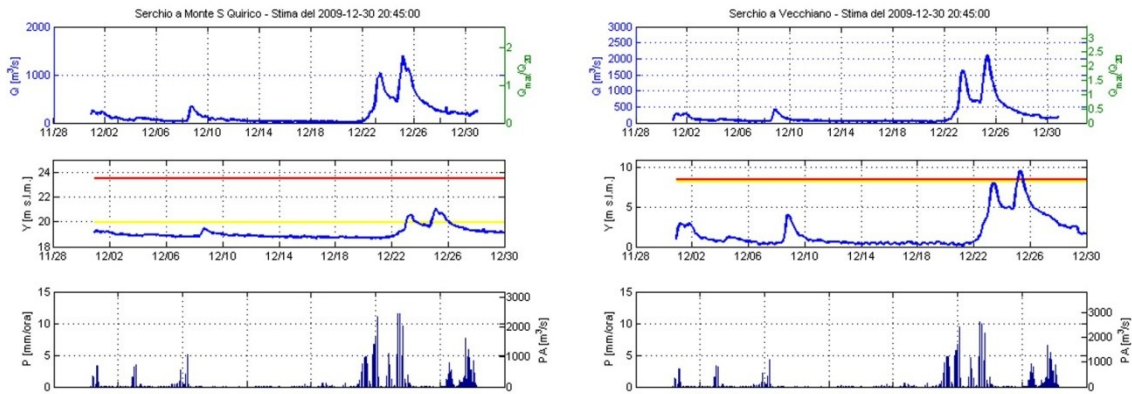


Figura 2-C1. Idrogrammi del fiume Serchio, sezioni di Monte S. Quirico (a sinistra) e di Vecchiano (a destra) (Fonte: CFR Toscana)



Figura 3- C1. Evento 2009, aree allagate a Santa Maria a Colle; in primo piano la bretella autostradale ed il torrente Contesora (Fonte: AdB Serchio)

Evento del 19 giugno 2010

A partire da lunedì 14 giugno 2010 precipitazioni diffuse hanno interessato il territorio della Piana di Lucca, concentrandosi principalmente nel settore Nord dei rilievi delle Pizzorne; l'intensificazione dell'evento è avvenuta tra venerdì 18 e sabato 19 giugno, in particolare sulla fascia pedecollinare che dalla Brancoleria arriva fino alla zona di Segromigno. La pioggia che ha determinato l'evento è stata registrata al pluviometro di Matraia, nel Comune di Capannori, con 135 mm caduti nell'arco di tempo di 2.5 ore circa. Le precipitazioni intense hanno colpito in modo particolare la zona compresa tra Aquilea, Brancoli, Tramonte e Palmata, causando problemi alla rete idrografica minore e alla viabilità e determinando l'innesco di alcune frane.

Evento del 11 novembre 2012

La mattina del giorno 11 novembre, dopo le incessanti piogge in tutta la Toscana, il fiume Serchio ha registrato a Borgo a Mozzano una portata di 600 m³/s. Le piogge persistenti su tutto il territorio comunale hanno causato allagamenti diffusi in quasi tutte le frazioni della Piana di Lucca e frane nelle frazioni di Nozzano Castello, Pozzuolo, Massa Pisana, S. Macario, Mastiano e Aquilea, concentrate quindi nella zona Ovest del territorio comunale.

Eventi di febbraio e luglio 2014

I fenomeni che hanno interessato il territorio comunale nei giorni 10, 11 e 12 febbraio 2014 non sono risultati particolarmente intensi, hanno comunque riguardato il reticolo idrografico minore e la rete di scolo urbana, generando allagamenti in quasi tutte le frazioni della Piana di Lucca con conseguente chiusura di tratti della viabilità comunale nelle frazioni del Morianese, S. Alessio e S. Anna, cedimenti di pavimentazione di un parcheggio e di un muro di contenimento e frane nelle località di Maggiano e Aquilea, in Brancoleria, Vinchiana e Piaggione.

L'evento meteorologico dei giorni 21 e 22 luglio 2014 è stato piuttosto significativo per una limitata porzione del territorio, interessando principalmente e con maggior intensità i bacini idrografici dei torrenti Contesora e Freddana. I fenomeni registrati sono risultati particolarmente intensi per un breve intervallo di tempo (circa 4 ore in totale, tra le 22:00 del 21 luglio e le 2:00 del giorno successivo) con cumulati medi di circa 100 mm nei bacini sopraccitati e con valori di picco di oltre 150 mm in 4 ore (addirittura 130 mm in 2 ore) registrati nella stazione di Gombitelli. Le criticità che si sono verificate sono state concentrate nel settore Nord/Est del territorio comunale ed hanno riguardato:

- Allagamenti Concentrati nelle frazioni Nord/ Ovest della Piana, soprattutto nella Valfreddana.
- Smottamenti e frane concentrati nelle frazioni collinari della Valfreddana e principalmente nelle frazioni di Torre, Pieve S. Stefano, Piazzano e Mutigliano.
- Interrotta la viabilità comunale nella zona della Valfreddana e la via provinciale per Camaiole (vedi Errore: sorgente del riferimento non trovataC)
- Frazioni isolate nella frazione di Torre sono rimaste isolate circa 50 persone, 4 famiglie nella frazione di S. Stefano e 1 famiglia a Castagnori; evacuato anche un agriturismo in località S. Martino in Vignale.



Figura 4-C1. Danni al Centro Commerciale Valfreddana (Fonte: La Gazzetta di Lucca)

C1.3 - Criticità idrauliche

Le criticità idrauliche del reticolo principale e minore a livello comunale sono i fenomeni alluvionali caratteristici del bacino del Serchio e riconducibili alle seguenti tipologie di evento come evidenziato dagli studi di PGRA:

1. Esondazioni dei corsi d'acqua del reticolo idrografico principale nei tratti arginati, difesi o interferenti con centri abitati e beni esposti; rischio legato ad alluvioni dei corsi d'acqua principali, originate per sormonto e/o per collasso delle arginature e caratterizzate da volumi idrici di esondazione consistenti oltre che da velocità di propagazione significative e grandi superfici di allagamento con espansione delle acque oltre la capacità di smaltimento dell'alveo ordinario oppure nella presenza di restringimenti localizzati preesistenti (tombinate, ingombro delle strutture di attraversamento) o indotti in corso di evento (es.: dissesti di sponda). Per estensione ed intensità degli effetti e la tipologia di evento storicamente responsabile dei maggiori danni sul bacino (eventi di piena del Serchio del 6 novembre 2000 e del 25 dicembre 2009, solo per citare i più recenti).
2. Fenomeni di dinamica d'alveo e di trasporto solido in grado di minacciare direttamente o indirettamente infrastrutture, beni ed opere di protezione; rischio legato a fenomeni di erosione localizzata con interessamento di infrastrutture (scalzamento di fondazioni di ponti, danneggiamento di opere di protezione longitudinali e trasversali), la migrazione planimetrica degli alvei con recupero da parte del fiume di fasce in varia maniera attualmente antropizzate, i fenomeni caratterizzati da una soglia di innesco e da evoluzione rapida (Flash flood) come le colate di detrito (Debris flow). Pur manifestandosi in tutto il bacino si tratta di fenomeni che hanno un peso molto rilevante nel reticolo collinare e montano. Si ricordano gli eventi del novembre 2000 in Brancoleria – Vinchiana e subordinatamente l'evento in Valfreddana del 2014.
3. Esposizione diretta di edifici, beni e infrastrutture ai livelli idrometrici e al transito dei volumi idrici di piena: rischio legato alla presenza di insediamenti nelle aree golenali del Serchio e nelle altre aree di stretta pertinenza fluviale del bacino oltre alla presenza di tratti di infrastrutture lineari (strade, ferrovie, linee di sottoservizi) soggette ad inondazione in caso di piena ordinaria.
4. Fenomeni di allagamento delle aree urbane e di fondovalle per insufficienze di smaltimento da parte del reticolo drenante secondario e di bonifica e delle opere di sollevamento: rischio relativo alla gran parte delle aree di pianura del bacino e in generale e associata ad elevate frequenze di accadimento e che interessano anche ambiti caratterizzati dalla

presenza di molti beni ed insediamenti (es.: piana di Lucca); il tipo di dinamica associato a questi eventi li rende in generale meno insidiosi rispetto agli altri, anche se il loro impatto si rivela spesso rilevante, in particolare nei confronti del tessuto socio-economico.

Le prime tre tipologie di evento alluvionale sono caratterizzate da tempi di risposta critici che variano tra pochi minuti (reticolo minore) e 18-21 ore (Basso Serchio).

Tali criticità, a seconda dei contesti e delle caratteristiche dell'evento meteorico scatenante, possono peraltro presentarsi contemporaneamente e influenzarsi reciprocamente.

C1.3.1 - Criticità del reticolo principale

Di seguito i principali punti critici individuati dall'Autorità di Bacino del Serchio, sul reticolo idrografico principale, per i restanti tratti non descritti si fa riferimento alle cartografie del PGRA in cui sono evidenziate le aree soggette ad alluvioni frequenti e poco frequenti.

Nel tratto a valle di Ponte a Moriano, il Serchio sbocca nella piana lucchese, dove storicamente divagava incidendo le proprie alluvioni. A partire da qui l'andamento planimetrico di tutto il reticolo idraulico principale (come anche di quello secondario) risulta condizionato dall'antropizzazione. Praticamente tutti i corsi d'acqua si presentano arginati e/o difesi da opere idrauliche. Qui sorgono i centri abitati più esposti e si hanno le massime densità di elementi a rischio.

Gli scenari di riferimento di riferimento per quanto riguarda i due tempi di ritorno individuati nei principali studi idraulici assunti come riferimento per la pianificazione territoriali sono:

- Piene con Tempo di ritorno 30ennale (TR30); corrispondenti a portate del Serchio $Q \approx 2.000$ m³/s a Lucca a valle di Nozzano transitano con franchi modesti.
- Piene con Tempo di ritorno 200ennale (TR200) corrispondenti a portate del Serchio $Q \approx 3.500$ m³/s a Lucca provocano estese esondazioni in tutte le zone del fondovalle sottese al basso corso del fiume.

Gli scenari di seguito sintetizzati, riprodotti principalmente dall'autorità di bacino e riportati su PAI, simulano la conseguente esondazione ma non contemplano eventuali collassi delle arginature stesse.

A) Fiume Serchio nel tratto tra la diga di Borgo a Mozzano e località Piaggione

Tr30	<ul style="list-style-type: none"> • Tra Anchiano e Ponterotto in sinistra idrografica si hanno tracimazioni all'altezza della confluenza con la Pedogna, con allagamenti che interessano la SS12. • A Ponte Rotto, in sinistra idrografica, si hanno problemi di ricezione del Rio della Foresta che attraversa l'abitato.
Tr200	<ul style="list-style-type: none"> • Tra Anchiano e Ponterotto in sinistra idrografica si hanno tracimazioni all'altezza della confluenza con la Pedogna, con allagamenti che interessano la SS12 del Brennero. • La zona industriale di Diecimo in destra idrografica risulta inondabile per l'insufficienza del tratto di argine nel tratto più prossimo alla confluenza della Pedogna.

B) Fiume Serchio nel tratto tra località Piaggione e Ponte a Moriano

Tr30	<ul style="list-style-type: none"> • Dalla stazione idrometrica del Piaggione in località Cave di Sesto, in prossimità del nuovo attraversamento con svincolo ANAS, si hanno insufficienze in sinistra idraulica lungo la rampa stradale che scende verso Vinchiana e, più a valle, nel tratto a monte della curva (zona cimitero Vinchiana). • Nel tratto a monte della traversa di San Gimignano, davanti la centrale ENEL, in sinistra idraulica, si hanno sormonti diffusi con interessamento della sede stradale di via Nazionale. • In corrispondenza del ponte di Sant'Ansano e di piazza Sant'Ansano si hanno problemi localizzati, in particolare nelle parti più basse degli abitati, posti in destra idraulica, in prossimità della confluenza del Rio Mulerna (si puntualizza che gli affluenti del Rio Mulerna sono : il Rio Bolognana e il Rio che proviene dalla località Castello).
Tr200	<ul style="list-style-type: none"> • A monte del ponte ferroviario in loc. Piaggione, il livello di piena duecentennale provoca esondazioni in sinistra con allagamento della frazione del Piaggione. • In località Rivangaio i livelli ducentennali interessano il piano stradale della Via Ludovica, in destra idraulica. • Tratto critico dal passaggio a livello del Piaggione fino alla stazione idrometrica del Piaggione. • In prossimità della stazione idrometrica del Piaggione, più a valle, nel tratto della Statale SS12 VAR del Brennero, oggetto di recente adeguamento, si segnala battenti superiori a 3m sul piano stradale nel tratto compreso tra l'idrometro del Piaggione fino al cimitero di Vinchiana. • Nel tratto a monte del ponte di Sant'Ansano (loc. Ponte a Moriano) si hanno insufficienze diffuse per gli abitati più prossimi al fiume presenti in sinistra idraulica lungo il canale di recapito della centrale di Vinchiana e in destra lungo la sponda del Serchio e lungo il Rio Mulerna.

C1) Fiume Serchio tra Ponte a Moriano e Lucca-Monte San Quirico

Tr200	<ul style="list-style-type: none"> • Si hanno insufficienze localizzate in località Sant'Aressio-San Quirico di Moriano, in destra idraulica per la discontinuità arginale localizzata davanti l'impianto di trattamento inerti (Del Debbio SpA). • In località Monte San Quirico, in destra idraulica in prossimità della confluenza con il T.Freddana i livelli Tr200 non sono contenuti dal profilo arginale del Serchio e provocano esondazioni nel tratto di rigurgito del Torrente Freddana.
-------	---

C2) Fiume Serchio tra Lucca-Monte San Quirico e Ponte San Pietro

Tr200	<ul style="list-style-type: none"> • Si hanno insufficienze diffuse in destra idraulica a partire dalle sezioni intorno alla traversa in loc. Palazzaccio e in sinistra a partire da monte della Colonia Solare. • A valle di Ponte San Pietro, per eventi di piena con tempo di ritorno di 200 anni, si hanno esondazioni diffuse e massicce sia in destra che in sinistra idraulica. • Gli scenari riprodotti nella modellazione (che, si ricorda, simula conseguente esondazione ma non contempla eventuali collassi delle arginature stesse) evidenziano un tratto critico nel comune di Lucca da Ponte San Pietro a Ripafratta.
-------	---

C3) Fiume Serchio tra Ponte San Pietro e Ripafratta

Tr30	<ul style="list-style-type: none"> • Il profilo di piena è complessivamente contenuto dal profilo arginale ma con franchi molto scarsi o nulli sia lungo il Serchio che lungo il tratto rigurgitato del T. Contesora;
Tr200	<ul style="list-style-type: none"> • Si hanno esondazioni diffuse e consistenti in destra idraulica nel tratto compreso tra Ponte San Pietro e Nozzano-Castello. • Ulteriori esondazioni avvengono anche a ridosso del nodo di Ripafratta dove, fino all'esecuzione di interventi di adeguamento delle sezioni dei ponti, resta una criticità residua che coinvolge le frazioni di Filettole (destra idraulica) e Ripafratta (sinistra idraulica). • In sinistra idraulica si hanno sormonti inizialmente discontinui che tendono ad aumentare nel tratto compreso tra Nave-Ponte San Pietro e Cerasomma.

C4) Fiume Serchio tra ponte S.Quirico e la confluenza Freddanella vecchia. (Dati estratti dalla Relazione idrologico-idraulica integrativa QG18.1)

Tr200	<ul style="list-style-type: none"> • A monte dell'argine di Corte Pistelli, si evidenzia che tutta la pianura, comprese le parti più depresse dei conoidi degli affluenti della Freddanella, sono interessate da allagamenti, si possono individuare alcune aree in cui si superano anche i 2 metri di battente. • a valle della confluenza della Freddanella Vecchia si hanno allagamenti derivati dalle tracimazioni nell'area di studio anche in assenza di tracimazioni del Serchio.
-------	--

Relativamente al canale Ozzeri, torrenti Contesora e Freddana sono in corso approfondimenti da parte dell'autorità di bacino e analogamente a quanto fatto per redazione del piano operativo comunale, si prende per adesso in considerazione la cartografia relativa alla pericolosità idraulica del PGRA.

Il canale Ozzeri che riceve anche le acque del bacino del Torrente Guappero attraversa la parte sud della pianura con un corso praticamente arginato fino alla confluenza, nel comune di San Giuliano Terme, nel fiume Serchio. Le criticità conosciute per tale corso d'acqua sono legate a piene innescate da difficoltà di smaltimento delle acque in Serchio, in particolare in caso di concomitanza di eventi di piena sull'asta principale del Serchio e sulla piana di Lucca, da possibili rotture arginali per basse caratteristiche geotecniche degli stessi.

Il torrente Freddana dopo le criticità rilevate nell'evento del novembre 2000 è stato soggetto a numerosi interventi di miglioramento idraulico e attualmente le maggiori criticità si riscontrano nel tratto terminale alla confluenza con il fiume Serchio, a cui sembrano contribuire sia la presenza del vecchio ponte che le zone di più recente urbanizzazione in destra idraulica.

I Torrenti Cerchia, Contesora e Certosa (i cui tratti arginati parzialmente pensili in prossimità della confluenza col Serchio, sono anch'essi soggetti a sollecitazioni intense e prolungate) che ne possono determinare sia fenomeni di rigurgito che rotture arginali, come già avvenuto in passato.

C1.3.2 - Criticità reticolo idraulico minore

Il reticolo minore può essere soggetto a problematiche idrauliche dovute e/o a piogge locali o a difficoltà di smaltimento nelle acque a causa di concomitanti piene del Serchio.

Sicuramente gli eventi recenti più significativi relativi al reticolo in esame sono quelli accaduti nei primi anni '90 e descritti nel "Supplemento al n. 0" al Quaderno dell'Autorità di Bacino che ha documentato con ampia copertura di fotografie le aree allagate. Inoltre, la Regione Toscana ha cartografato le aree allagate assieme agli eventi del 1991, 1992 e 1993.

Per tale reticolo al momento si fa riferimento alle cartografie relative al rischio idraulico del POC adottato in cui sono evidenziate le aree soggette ad alluvioni frequenti e poco frequenti.

C1.3.3 - Rischio connesso ai sistemi arginali

Il sistema di argini presenti nel bacino del Fiume Serchio comprende vari tratti, principalmente concentrati nel basso corso a valle di Ponte a Moriano, che sono stati costruiti nei secoli a partire dal 1550 e generalmente realizzati in terra senza particolari protezioni e accorgimenti idonei a garantirne la tracimabilità senza collasso.

Dal punto di vista dell'inquadramento geografico, si possono distinguere tre principali sistemi:

1. Arginature classificate in II categoria sull'asta principale del Serchio (in sinistra a valle di Ponte a Moriano e in destra a valle di Montebonelli, fino alla foce) per un'estensione lineare di circa 66 km, di cui circa 25.5 km in Provincia di Lucca e 40.5 km in Provincia di Pisa.
2. Arginature classificate in II categoria nei tratti di rigurgito di alcuni effluenti di acque alte che confluiscono in Serchio in destra idraulica (T. Cerchia, Contesora, Rio Certosa) per ulteriori 7 km;
3. Arginature classificate in III categoria: opere di contenimento degli altri affluenti principali, quali T. Freddana, T. Contesora-Certosa, Canale Ozzeri.

Altrettanto antichi sono gli eventi alluvionali di cui si ha notizia legati al sormonto e/o al collasso delle strutture arginali, eventi che sono responsabili dei maggiori danni a causa dei consistenti volumi idrici di esondazione, delle significative velocità di propagazione e delle grandi superfici di allagamento (ad es., eventi negli anni: 1940, 1952, 1982, 2000, 2009).

I sistemi arginali sono principalmente opere in materiale sciolto, talvolta rinforzate con strutture aggiuntive (es. diaframmi, palancole, ...), che possono venir meno alla loro funzione di protezione delle zone poste a tergo a causa di due principali meccanismi:

1. Sormonto: quando i livelli idrici superano la sommità arginale, riversando così parte dei volumi di piena nei territori circostanti. I volumi d'esondazione e la dinamica di inondazione dipendono da una serie di fattori, tra cui la durata dei livelli di piena e la morfologia circostante (territori pensili vengono più velocemente e maggiormente inondati).

2. Collasso: quando l'argine viene danneggiato fino allo sviluppo di una rotta con l'uscita della piena verso i territori circostanti a causa di fenomeni di sormonto, sifonamento e instabilità di massa. Si tratta di fenomeni complessi poco prevedibili con dinamica d'esondazione particolarmente critica, in quanto molto violenta e difficilmente prevedibile o contenibile. Come riscontrato anche nel caso dell'evento del dicembre 2009, possono manifestarsi anche per eventi caratterizzati da portate al colmo a modesto tempo di ritorno (con due nella zona di Santa Maria a Colle, l'evento idrologico fu caratterizzato da due onde di piena successive che, pur non provocando il sormonto delle creste arginali, impegnarono le arginature per una durata prolungata, dell'ordine di 12 ore (primo picco) e 18 ore (secondo picco) a distanza di neanche 24 ore l'uno dall'altro – evento con tempo di ritorno $T_r \gg 20$ anni).

La condizione di rischio connessa alla fragilità dei sistemi arginali sussiste di fatto in tutti i contesti territoriali morfologicamente simili a quelli presenti lungo l'asta del Serchio, ovvero laddove vi sia presenza di corsi d'acqua arginati e pensili sui piani di campagna, come i principali affluenti del basso corso, quali

- T. Freddana,
- Canale Ozzeri
- Torrente Cerchia e Contesora-Certosa con tratti arginati parzialmente pensili

Dopo l'evento del 2009 sugli argini di Serchio sono stati realizzati, tuttora in fase di completamento, vari interventi finalizzati al miglioramento delle caratteristiche strutturali finalizzate a incrementarne i fattori di sicurezza nei confronti dei fenomeni critici connessi a filtrazione e/o instabilità.

Per tali aspetti sono in corso approfondimenti in collaborazione con l'Università di Firenze.

C1.4 - Considerazioni sull'esposizione per rischio alluvioni

C1.4.1 Criticità sulle infrastrutture di trasporto

Possiamo citare le criticità note sulle infrastrutture di trasporto rilevate dall'Aut. di Bacino all'interno degli studi di PGRA senza pretesa di esaustività.

Le tipologie di criticità prevedibili si riconducono a potenziali fenomeni di instabilità e dissesto dei rilevati e delle infrastrutture ferroviarie (pile, spalle ed impalcati di attraversamenti fluviali) conseguenti a fenomeni di dinamica d'alveo (trasporto solido, erosione localizzata, modifiche di tracciato dei corsi d'acqua) o insufficienza idraulica delle luci degli attraversamenti (anche connesse ai fenomeni di dinamica sopra citati) che può causare rigurgiti ed esondazioni nei tratti a monte e/o il sormonto dei rilevati ferroviari stessi.

Infrastrutture ferroviarie

<i>Linea Lucca-Aulla</i>	Attraversamenti sul reticolo minore delle acque alte proveniente dai monti delle Pizzorne (rio Carraia e rio Lama in Comune di Lucca).
<i>Linea Lucca-Viareggio</i>	Tratto Lucca-Nozzano: -attraversamento sul Serchio (ponte a 15 arcate loc. Nozzano); -rilevato ferroviario in destra Serchio esternamente all'argine maestro (il tracciato scorre in un'area inondabile caratterizzata da battenti idrici molto elevati per eventi Tr200; in caso di evento andrebbero considerati anche i fenomeni localizzati in corrispondenza dei sottoattraversamenti).
<i>Linea Lucca-Pisa</i>	-Presenza di un tratto di rilevato ferroviario in località Montuolo (Comune di Lucca) soggetto a sormonto in caso di evento Tr200 del Serchio (ipotesi di esondazione per sormonto degli argini senza rottura degli stessi); -il tratto è comunque soggetto a battenti consistenti e a possibili fenomeni di instabilità localizzata in particolare in corrispondenza dei sottoattraversamenti.
<i>Linea Lucca-Firenze</i>	La tratta interferisce con reticolo minore della piana di Lucca ma non presenta a quanto noto a questo ente criticità rilevanti.

Infrastrutture stradali

<i>A12 Tratto di Albavola-Madonna dell'Acqua (Comune di San Giuliano Terme)</i>	In caso di esondazione del Serchio, in sinistra idraulica, il rilevato è soggetto a battenti idrici consistenti, a possibili sormonti a carico dei tratti altimetricamente più depressi, a possibili fenomeni di instabilità connessi alla propagazione dei volumi di esondazione.
<i>A11 Firenze-mare</i>	A rischio la tratta compresa tra loc. foce di Radicata e il casello di Pisa nord (tratto già sormontato in occasione dell'evento 2009).
<i>A11 in loc. Filettole</i>	In caso di eventi Tr200 e a rischio la tratta che corre al piede del rilevato arginale.
<i>A11 nella piana di Lucca</i>	In caso di eventi Tr200 ed esondazioni in sinistra del Serchio e a rischio l'intera tratta (con possibilità di sormonto a carico delle parti altimetricamente più depresse nella zona ovest della piana in loc. Montuolo e adiacenti).
<i>SS439</i>	Si presenta a rischio nella zona dell'Oltreserchio (loc. Maggiano, Farneta, Santa Maria a Colle, Ponte San Pietro, zone già vulnerate in occasione dell'evento del dicembre 2009).
<i>SS439 Via di Tiglio</i>	Presenta criticità nei tratti più depressi, inondabili in occasione delle piene del sistema drenante del Canale Ozzeri-Ozzoretto.
<i>SS 12 dell'Abetone e del Brennero</i>	Presenta criticità: -Nel tratto a cavallo tra le province di Pisa e di Lucca (località Ripafratta, Cerasomma e Montuolo). -Nel tratto in località Vinchiana-San Gemignano di Moriano (in sinistra Serchio). -Nel tratto in località Ponterotto (fronte sbocco in Serchio del T. Pedogna). -Nel tratto in località Anchiano-Socciglia (Comune di Borgo a Mozzano). -Nel tratto compreso tra Chifenti e lo sbarramento ENEL di Borgo a Mozzano. -in alcuni tratti in adiacenza al corso del Torrente Lima.

Presentano inoltre criticità le seguenti strade provinciali:

1. S.P. n.24 di Sant'Alessio (Prov. Lucca)
2. S.P. n.1 Lucca-Camaiole (Prov. Lucca)
3. S.P. di Sottomonte loc. Guamo (Prov. Lucca)
4. S.P. n.25 del Morianese (Prov. Lucca)
5. S.P. n.2 Lodovica (Prov. Lucca)

Per tali aspetti sono in corso approfondimenti in collaborazione con l'Università di Firenze.

Popolazione esposta al rischio

Nelle tabelle seguenti sono mostrati i numeri relativi alla popolazione, famiglie, edifici che si trovano in una quale area a pericolosità idraulica.

DESTRA IDRAULICA DEL SERCHIO									
Zone	Pericolosità	Popolazione esposta	Famiglia	Edifici esposti	Ed. rilevanti 29-01- 2024	Ed. strategici	Scuole	Ponti e viadotti	Note
1	1	18	7	37	0	0	0	0	Ed. rilevanti: 1 ed. di culto + 1 stazione ferroviaria Ed. strategici: 1 struttura militare + 1 struttura ospedaliera Scuole (Peric. 2: 2 asili nidi e materne Peric. 3: 1 scuola elementare)
	2	2134	893	1737	2	2	2	0	
	3	539	229	684	0	0	1	1	
TOT		2691	1129	2458	2	2	3	1	
3	1	231	105	230	0	1	0	0	Ed. strategici: struttura militare Scuole: (Peric. 3: 1 scuola media)
	2	173	78	220	0	0	0	1	
	3	573	259	484	0	0	1	2	
	Aree 2 m	57	22	11	0	0	0	1	
TOT		1034	464	945	0	1	1	4	
5	1	141	73	19	0	0	0	0	Scuole (Peric. 2: scuola elementare Peric. 3: 1 scuola materna + 1 scuola elementare)
	2	156	56	216	0	0	1	0	
	3	1371	595	1107	0	0	2	6	
TOT		1668	724	1342	0	0	3	6	
7	1	25	9	23	0	0	0	0	
	2	193	78	230	0	0	0	1	
	3	134	52	116	0	0	0	1	
TOT		352	139	369	0	0	0	2	
9	1	28	13	56	0	0	0	0	Ed. strategici: 1 impianto sportivo + 1 sede volontariato Scuole (Peric. 2: scuola elementare)
	2	830	390	1127	0	2	1	3	
	3	714	333	726	0	0	0	0	
TOT		1572	736	1909	0	2	1	3	
11	1	0	0	0	0	0	0	0	Ed strategici: 1 sede volontariato Scuole: (Peric. 2: scuola elementare)
	2	54	27	181	0	1	1	3	
	3	61	27	149	0	0	0	4	
TOT		115	54	330	0	1	1	7	
13	1	0	0	0	0	0	0	0	Scuole: (Peric. 2: 1 asilo nido e materna)
	2	1033	470	1101	0	0	1	1	
	3	332	143	374	0	0	0	8	
TOT		1365	613	1475	0	0	1	9	
15	1	258	109	389	0	0	2	0	Scuole: (Peric. 1: 1 asilo nido e materna + 1 scuola elementare)
	2	16	10	43	0	0	0	0	
	3	128	54	214	0	0	0	0	
TOT		402	173	646	0	0	2	0	
17	1	28	15	22	0	0	0	1	Scuole: (Peric. 2: ex scuola elementare)
	2	578	272	406	0	0	1	0	
	3	53	25	89	0	0	0	1	
TOT		659	312	517	0	0	1	2	

Segue una guida alla lettura delle aree della tabella precedente.

Zona 1: zona delimitata a nord dall'autostrada A11 a est dall'argine del corso d'acqua Contesora (dx idraulica), a sud dall'argine del fiume Serchio (segue la strada Via di Poggio Il) e a ovest dal limite del comune. L'incrocio fra l'argine del Serchio e l'argine della Contesora ha coordinate 43.844300E 10.440592N. L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): S. Maria a Colle, Maggiano, Arialno, Nozzano San Pietro, Balbano, Nozzano Castello.
Bacini idrografici: Contesora, Fosso delle Cavine.

Zona 3: Zona delimitata a su dall'autostrada A11, a est dall'argine del corso d'acqua Contesora (dx idraulica). Il limite ad ovest e a nord è stato tracciato in prossimità delle aree a pericolosità ed in particolar modo a nord è stato preso come riferimento il punto più a nord tracciato dell'argine (circa coordinate: 43.869059E 10.429927N). L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): S. Macario in Monte, Farneta, San Macario in Piano, Stabbiano, Santa Maria a Colle, Formentale, Maggiano. Bacini idrografici: Contesora.

Zona 5: Zona limitata a sud dall'argine del fiume Serchio (in dx idraulica), a ovest dall'argine del torrente la Contesora, a est dall'argine del fosso La Cerchia. Mentre a nord si ramifica: sul lato sx segue il percorso del torrente Contesora fino al limite del comune; sul lato dx segue l'andamento del fosso La Cerchia, arrivando a delimitare le zone con pericolosità idraulica (coordinate circa 43.874727E 10.435248N).
L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Ponte San Pietro, Piazzano, Vecoli, San Macario in Monte, Pieve Santo Stefano, Farneta, San Macario in Piano, Stabbiano, Santa Maria a Colle, Carignano.
Bacini idrografici: Contesora.

Zona 7: Zona delimitata a sud dall'argine del fiume Serchio (dx idraulica), a ovest dall'argine in sx idraulica della Contesora, a nord segue il limite delle aree che presentano la pericolosità e a est si trova l'argine del Nottolini".
L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Sant'Alessio, San Martino in Vignale, Carignano.
Bacini idrografici: Fosso Freddanella, Fosso la Cerchia.

Zona 9: Zona delimitata a ovest dall'argine del Nottolini", a nord segue, all'incirca, il perimetro delle aree che presentano pericolosità idraulica, a est le coordinate del punto di limite sono 43.857537E 10.504473N. A sud si trova l'argine del fiume Serchio (dx idraulica). L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Sant'Alessio, Monte San Quirico. Bacini idrografici: Fosso Freddanella.

Zona 11: La zona segue l'andamento del torrente Freddana, partendo a nord-ovest e proseguendo verso est/sud-est lungo il confine del comune. Il limite più a sud si trova sul ponte ed ha coordinate circa 43.893359E 10.475772N.
L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Piazzano, Vecoli, Castagnori, Pieve Santo Stefano, Torre, Cappella. Bacini idrografici: Freddana.

Zona 13: Zona è caratterizzata da aree che presentano pericolosità idraulica e si trovano nel bacino del torrente Freddana. È delimitata a sud-est dall'argine del fiume Serchio (dx idraulica); il punto più a sud ha coordinate circa 43.857537E 10.504473N. Mentre il punto più a nord ha coordinate circa 43.894062E 10.473654N.
L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Pieve Santo Stefano, Arsina, San Concordio di Moriano, Mutigliano, Cappella, Sant'Alessio, Monte San Quirico.
Bacini idrografici: Aquilea e dintorni, Fosso Freddanella, Freddana.

Zona 15: La zona è delimitata a est dall'argine del fiume Serchio (dx idraulica) e si estende a nord, ovest e sud seguendo i limiti di zone che presentano pericolosità idrauliche. Le coordinate dei punti indicativi sono: a nord 43.897524E 10.534099N, a ovest 43.893387E 10.516643N, a sud 43.870978E 10.519615N. L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): San Lorenzo di Moriano, San Michele di Moriano, San Quirico di Moriano, Monte San Quirico, San Cassiano di Moriano. Bacini idrografici: Aquilea e Dintorni.

Zona 17: La zona comprende le aree in dx idraulica del fiume Serchio, dove si presentano pericolosità idrauliche. A est è delimitata dal fiume Serchio e dai suoi argini. Il punto più a nord ha coordinate 43.925476E 10.522010N; il punto più a sud ha coordinate circa 43.897524E 10.534099N; il punto più a ovest ha coordinate circa 43.906555E 10.500136N.
L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Santo Stefano di Moriano, San Lorenzo di Brancoli, Sesto di Moriano, San Gemignano di Moriano, Mammoli, san Cassiano di Moriano.
Bacini idrografici: Aquilea e Dintorni.

Zone	Pericolosità	Popolazione esposta	Famiglia	Edifici esposti	Ed. rilevanti 29-01-2024	Ed. strategici	Scuole	Ponti e viadotti	Note
2	1	2479	1202	990	0	0	1	0	Ed. rilevanti: 1 edificio di culto Ed. strategici: 1 centrale elettrica + 1 sede di sale operative per emergenze + 2 strutture militari Scuole: (peric. 1: 1 asilo nido e materna Peric. 2: 4 asili nido e materne + 4 scuole elementari)
	2	9466	4303	5651	1	4	8	2	
	3	408	171	513	0	0	0	0	
TOT		12353	5676	7154	1	4	9	2	
4	1	4295	2132	2999	2	2	8	1	Ed. rilevanti: (Peric. 1: 1 ed. di culto + 1 impianto sportivo Peric. 2: 1 struttura sanitaria) Ed. strategici: 2 strutture militari Scuole: (Peric. 1: 3 a. nido e materne + 2 el. + 1 media + 1 sup. Peric. 2: 1 a. nido e materna + 1 el. Peric. 3: 1 a. nido e materna)
	2	3491	1669	2669	1	0	2	1	
	3	595	274	828	0	0	1	1	
TOT		8381	4075	6496	3	2	11	3	
6	1	94	43	208	0	0	0	1	Ed. rilevanti: (Peric. 2: 3 edifici di culto Peric. 3: 1 impianto sportivo) Ed. strategici: 1 centrale elettrica Scuole: 1 asilo nido e materna
	2	1523	713	1621	3	1	0	0	
	3	1721	755	1813	1	0	1	1	
TOT		3338	1511	3642	4	1	1	2	
8	1	0	0	0	0	0	0	0	Ed. rilevanti: 1 edificio di culto + 1 stazione ferroviaria
	2	236	115	170	2	0	0	3	
	3	9	6	76	0	0	0	4	
TOT		245	121	246	2	0	0	7	
10	1	1130	503	818	1	0	5	1	Ed. rilevanti: (Peric. 1: 1 struttura religiosa Peric. 3: 1 edificio di culto) Ed. strategici: 1 c. elettrica + 1 sede volunt. + 1 strutt. militare Scuole: (Peric. 1: 2 a. nido e materne + 2 el. + 1 media Peric. 3: 1 centro formazione professionale)
	2	1650	740	1094	0	3	0	3	
	3	548	237	428	1	0	1	3	
TOT		3328	1480	2340	2	3	6	7	
18	1	1205	553	1659	1	1	0	4	Ed. rilevanti: 1 edificio di culto Ed. strategici: 1 struttura militare Scuole: 1 asilo nido e materna + 3 scuole elementari
	2	164	79	365	0	0	0	0	
	3	850	387	991	0	0	4	18	
	Aree 2 m	60	24	148	0	0	0	0	
TOT		2279	1043	3163	1	1	4	22	

Segue una guida alla lettura delle aree della tabella precedente.

Zona 2: Zona delimitata a nord dall'argine del fiume Serchio (in sx idraulica), a sud dalla ferrovia, a ovest dal limite del comune, mentre ad est segue, indicativamente, il limite fra l'area P2 e P1 presenti nella frazione di S. Anna.

L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): S. Donato, Fagnano, Sant'Angelo in Campo, Nave, San Concordio in Contrada, Sant'Anna, Cerasomma, Montuolo.

Bacini idrografici: Ozzeri.

Zona 4: La zona comprende tutta l'area del comune che si trova limitata a nord dalla ferrovia e a sud dall'autostrada A11 (fino ai confini del comune).

L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): San Donato, Fagnano, San Concordio in Contrada, Cerasomma, Montuolo, Gattaiola, San Filippo, Mugnano, Sorbano del Vescovo, Sorbano del Giudice.

Bacini idrografici: Ozzeri.

Zona 6: Zona delimitata nella parte alta (a nord) dall'autostrada A11, estendendosi verso est, ovest e sud,

considerando come limite a sud il raccordo fra via Nuova per Pisa e viale Europa.

L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Vicopelago, San Donato, Fagnano, San Concordio in Contrada, Cerasomma, Meati, Montuolo, Gattaiola, Pozzuolo, Mugnano, Sorbano del Vescovo, Sorbano del Giudice, Pontetetto, San Michele in Escheto.

Bacini idrografici: Ozzeri, Guappero.

Zona 8: La zona comprende il primo tratto del fiume Serchio all'interno del comune e si considerano aree sia in sx che in dx idraulica. In particolar modo sono concentrate aree a pericolosità idraulica nella frazione di Piaggione. A sud la zona è delimitata con il confine delle zone 9 e 10 (le coordinate di un punto indicativo sono 43.926132E 10.520740N

L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Gignano di Brancoli, Piaggione, San Lorenzo di Brancoli, San Giusto di Brancoli, Sesto di Moriano.

Bacini idrografici: Aquilea e Dintorni, Brancoleria, Celetra.

Zona 10: Zona delimitata a sud dal limite del comune, a ovest dal fiume Serchio (in sx idraulica e in qualche tratto è presente l'argine). La zona più a nord comprende aree con pericolosità idrauliche che si trovano nel bacino del torrente Vinchiana (un punto indicativo ha coordinate 43.929057E 10.528223N).

L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Santo Stefano di Moriano, Sant'Ilario di Brancoli, San Lorenzo di Brancoli, San Giusto di Brancoli, Sesto di Moriano, San Gemignano di Moriano, Palmata, San Pancrazio, Saltocchio.

Bacini idrografici: Aquilea e Dintorni, Brancoleria.

Zona 18: Zona delimitata a nord dalla rotonda (raccordo via Nuova per Pisa-viale Europa) e prosegue nelle altre direzioni verso i limiti del comune (a sud è presente S. Maria del Giudice).

L'area comprende alcune frazioni (intere o parzialmente intersecate): Vicopelago, Massa Pisana, San Michele in Escheto, San Lorenzo a Vaccoli, Santa Maria del Giudice.

Bacini idrografici: Guappero, Rio Vorno.

Segue una tabella riepilogativa e riassuntiva.

Pericolosità idraulica comune di Lucca 2024				
	Popolazione	Famiglie	Edifici strategici	Edifici rilevanti
P1	39665	21751	17	17
P2	29733	13440	13	11
P3	8036	3547	0	2

Segue una figura che mostra, in mappa, la collocazione delle aree citate nelle tabelle precedenti.

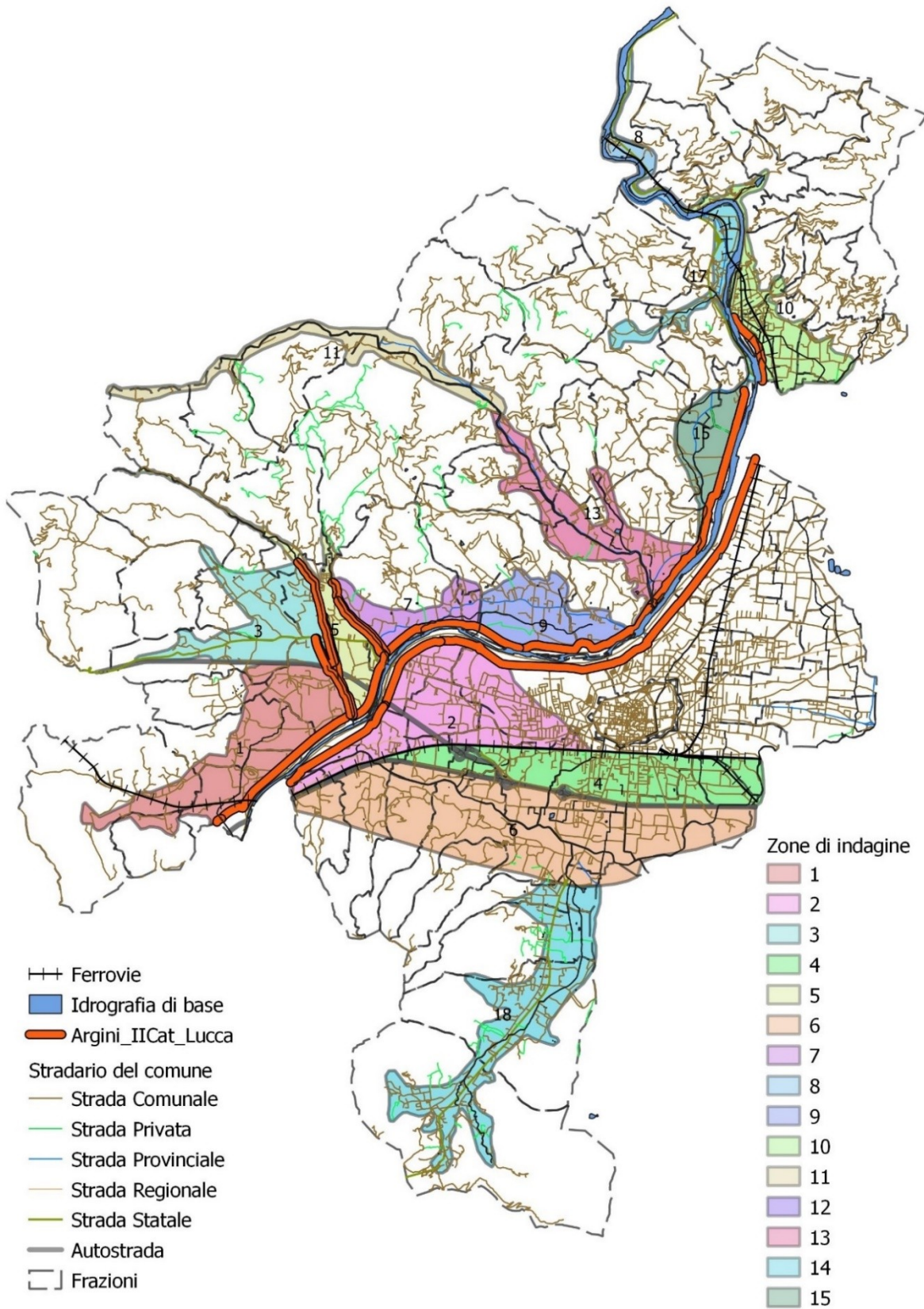


Figura 5-C1.

C1.4.1 Aree di golena

Le aree golenali sono 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. Le golene del tratto arginato contengono inoltre, come già precedentemente descritto, numerose preesistenze a diverso grado di esposizione nei confronti dei livelli idrometrici attesi. Alcuni di tali elementi costituiscono localmente un ostacolo al deflusso delle acque e creano condizioni di rischio sia per la loro stessa esposizione alle piene che per l'effetto indotto sulla dinamica di propagazione della piena stessa.

Elementi esposti in aree di golena:

- Alcuni nuclei edilizi parzialmente abitati, storicamente insediati in golena in funzione dell'utilizzo agricolo dei terreni in fregio al fiume;
 - Civili abitazioni di impianto più recente;
 - Infrastrutture ricreative e sportive (strutture sportive di Lucca-Salicchi, Santa Maria a Colle; edifici ex "Casina Rossa" a Ponte San Pietro);
- Altre infrastrutture (campo nomadi in loc. Monte San Quirico, distributori gas etc).

Nella tabella seguente sono mostrati i numeri relativi alla popolazione, famiglie, edifici che si trovano in una quale area a pericolosità idraulica.

AREE GOLENA 2024						
Aree	Frazione	Settore	Edifici	Tipo di edifici	Residenti	Strade
1	Carignano	1	4		0	
	Cerasomma	2				
	Monte San Quirico	1	2			
	Montuolo	2				
	Nave	2	14	1R; 1M	13	Via Sarzanese, Via della Polveriera di Montuolo, Via per Corte Cesarini
	Nozzano Castello	1				
	Nozzano S. Pietro	1				
	Ponte S. Pietro	1	1	1P	0	Via di Poggio Oltreserchio 29
	S. Alessio	1	9			
	S. Anna	2	27			
	S. Maria a Colle	1	1	1IS		Via di Poggio Oltreserchio
S. Marco	2	14		16		
2	Carignano	3	1	1P		Via del Fiume Serchio, Via dei Pasquinelli
	Monte S. Quirico	3	1	1P		Via di Moriano, Via dei Pasquinelli
	Nave	4	38	1R; 1P	22	Via due Poggi, I (Via della Scogliera), Via del Collarone

	Nozzano Castello	3	1			
	Nozzano S. Pietro	3	2			
	Ponte S. Pietro	3	11		0	
	S. Alessio	3				Via dei Pasquinelli
	S. Anna	4	2	1R; 1P		I (Via della Scogliera)
	S.Maria a Colle	3	5			
	S. Marco	4	2	1R; 1P		Via della Macchia, I (Via della Scogliera)
3	Monte S. Quirico	5	26	1P		Via di Moriano
	S. Cassiano di Moriano	5	5	1A		
	S. Marco	6	15	1R; 2S	10	Via della Macchia
	S. Pietro a Vico	6	117	2P; 2R; 2A; 1GA	55	Via della Macchia, Via del Brennero
	S. Quirico di Moriano	5	4	1P		Via di Moriano
4	S. Cassiano di Moriano	7	2		0	
	S. Gemignano di Moriano	8	1		14	
	S. Stefano di Moriano	7	1			
	Saltocchio	8	46	2R; 1P; 1V	17	Via del Brennero, Via Nazionale

Segue una guida alla lettura della tabella precedente.

LEGENDA "Aree"

- **Area 1:** comprende la zona di golena, che si trova a valle del Ponte S. Pietro. Al suo interno si trovano i settori 1 (dx idraulica del fiume Serchio) e 2 (sx idraulica del fiume Serchio).
- **Area 2:** comprende la zona di golena, che si trova fra Ponte S. Quirico e Ponte S. Pietro. Al suo interno si trovano i settori 3 (dx idraulica del fiume Serchio) e 4 (sx idraulica del fiume Serchio).
- **Area 3:** comprende la zona di golena, che si trova fra Ponte S. Quirico e Ponte dalla Chiesa. Al suo interno si trovano i settori 5 (dx idraulica del fiume Serchio) e 6 (sx idraulica del fiume Serchio).
- **Area 4:** comprende la zona di golena, che si trova fra Ponte dalla Chiesa e Ponte S. Anzano. Al suo interno si trovano i settori 7 (dx idraulica del fiume Serchio) e 8 (sx idraulica del fiume Serchio).

I numeri pari dei settori corrispondono a zone che si trovano in sinistra idraulica del fiume Serchio, mentre i numeri dispari indicano zone che si trovano in destra idraulica del fiume Serchio.

LEGENDA "Tipologia di edifici"

P= produttivo
 IS= impianto sportivo
 R= residenziale
 M= misto
 S= sportivo
 A= agricolo
 GA= gas auto
 V= da verificare

LEGENDA "Strade"

I = Via della Scogliera primo settore, che va dal Foro Boario fino a Via del Tiro a Segno
 II = Via della Scogliera secondo settore, che va da Via del Tiro a Segno fino a Via del Palazzaccio
 III = Via della Scogliera terzo settore, che va da Via del Palazzaccio fino a Ponte S. Pietro

Segue una figura che mostra le aree prese in considerazione.

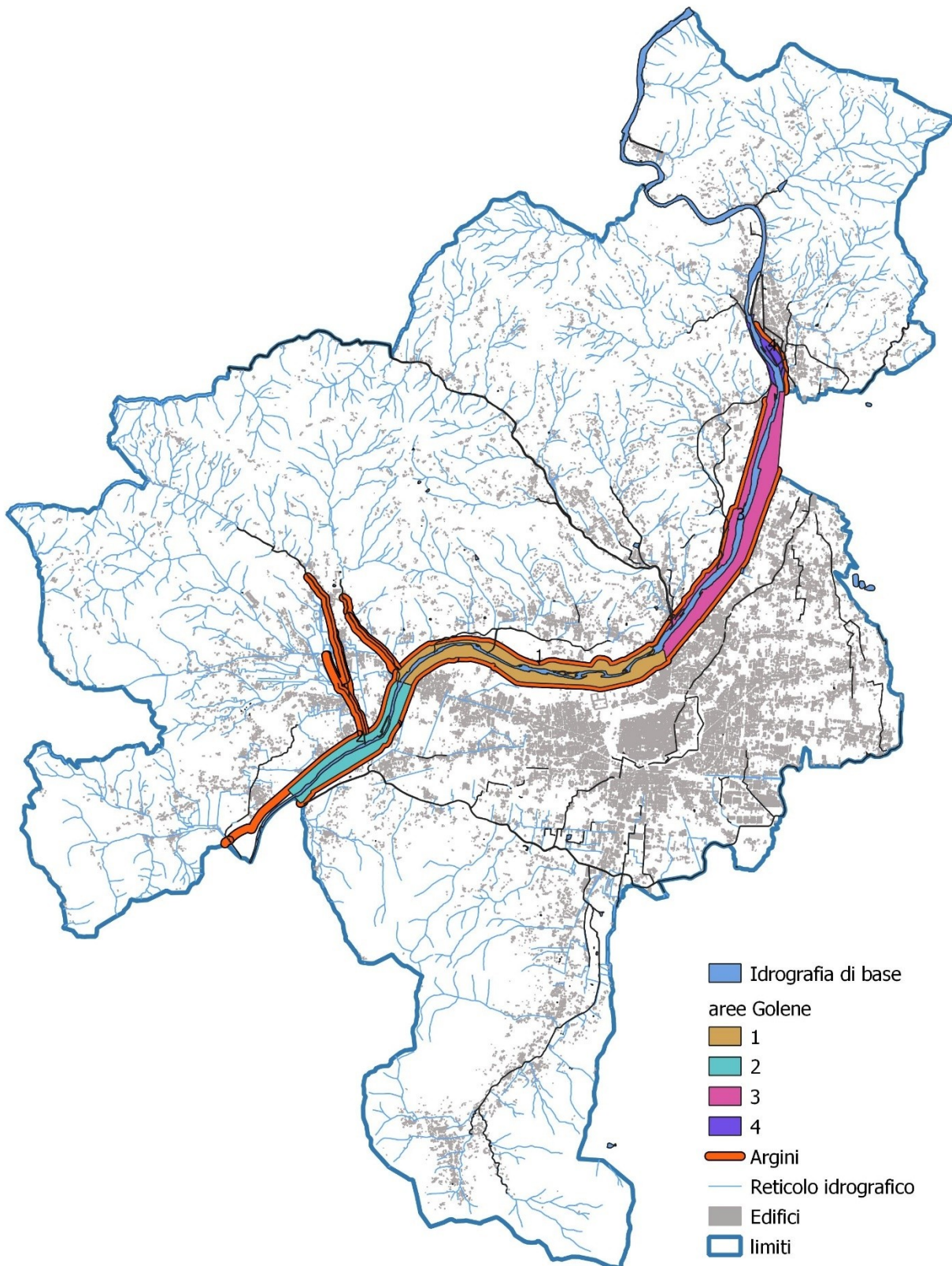


Figura 6-C1.

C1.4.2 Aree di fondovalle

Nelle aree di fondovalle la pericolosità idraulica deriva dagli studi del PGR e del POC ed è definita in 3 classi di pericolosità (P1-P2-P3) come riportato nelle relative carte del rischio idraulico.

La carta evidenzia come per il Comune di Lucca le aree con maggiori problematiche idrauliche ricorrenti (P3 alluvioni con $Tr=30$) sono collocate in destra idraulica del Serchio nelle frazioni di: Nozzano, S. Maria a Colle, Monte S. Quirico, Mutigliano, S. Quirico di Moriano e S. Alessio mentre in sinistra idraulica frazioni di Saltocchio e loc. Ponte a Moriano.

La zona sud è interessata da criticità P3 relative al canale Ozzeri (da Sorbano del Vescovo fino a Fagnano-Montuolo) e al Rio Guappero (da S. Michele in Escheto fino a S. Maria del Giudice).

Le zone con pericolosità idraulica (P2 alluvioni compreso tra $Tr=30$ e $Tr=200$) sono principalmente ad ovest del comune interessando frazioni densamente abitate come S. Anna, Nave, S. Angelo e S. Donato.

Le zone con pericolosità idraulica P1 sono principalmente ubicate in sinistra idraulica del Serchio nella zona est della città e comprendono anche il centro storico.

C1.5 - Possibili eventi legati alla presenza di dighe

Il rischio dighe ha origine dal possibile fenomeno di inondazione, conseguente al collasso di una diga o di uno sbarramento idraulico, nonché alla manovra degli organi di scarico, con conseguente onda di piena determinata dal violento deflusso delle acque verso valle. Proprio in ragione della loro artificialità, gli invasi in questione devono essere oggetto di continuo ed attento controllo da parte del gestore.

La Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2014 impone la predisposizione e l'approvazione, da parte di ciascuna Regione, in raccordo con le Prefetture - UTG territorialmente interessate, di un piano di emergenza su base regionale (denominato PED) per ciascuna grande diga.

Sul territorio del Comune di Lucca è presente la Diga di Vinchiana il cui sbarramento è posizionato sul Torrente omonimo che è un immissario del fiume Serchio.

Si ricorda inoltre anche la diga di Borgo a Mozzano che rappresenta l'ultimo sbarramento del complesso sistema di dighe presenti nel bacino del Serchio che agisce come regolatore delle piene del Serchio che interessano il territorio comunale di Lucca. Entrambe le dighe sono gestite dalla società Enel Green Power Italia S.r.l.

Nelle more dell'aggiornamento del suddetto Piano e secondo quanto previsto della Direttiva PCM 8 luglio 2014 (paragrafo 4) il Comune di Lucca relativamente alla sola diga presente nel territorio comunale, quella di Vinchiana, ha individuato i potenziali elementi esposti per il collasso della diga; tuttavia deve considerarsi una analisi di larga massima non conoscendo lo scenario di evento oggetto del piano regionale.

CARATTERISTICHE GENERALI E DATI TECNICI:

Ente concessionario	ENEL GREEN POWER ITALIA SRL
Ente gestore	ENEL GREEN POWER ITALIA SRL
Utilizzazione prevalente	Idroelettrica
Periodo di costruzione	1951/1952 (adeguamento 2019)
Stato dell'invaso	Esercizio normale
Tipologia diga (punto B.2 del D.M. 26.6.2014)	Diga di calcestruzzo a gravità alleggerita (a.1.2)
Altezza diga	22,20 m
Volume invaso ai sensi della L.584/94	0,12 Mm ³
Superficie di bacino idrografico direttamente sotteso	7,33 Km ²
Superficie di bacino idrografico allacciato	1099 Km ²
Quota massima di regolazione	90,85 m (s.l.m.)
Quota massima di invaso	91,20 m (s.l.m.)

ELEMENTI POTENZIALMENTE ESPOSTI

L’invaso insiste a monte di un piccolo agglomerato di abitazioni di San Lorenzo di Moriano. In considerazione dell’assenza di studi idraulici non ancora forniti dalla Regione Toscana e dal Gestore si è fatta una stima grossolana dei potenziali esposti agli eventi alluvionali indotti dalla diga:

Strade		<ul style="list-style-type: none"> • Via Pieve di Brancoli • Via di San Giusto di Brancoli • Via Nazionale / Via del Brennero Nord
Residenti abitanti)	(575)	<ul style="list-style-type: none"> • Area sotto la diga 88 residenti • Area valle Via Nazionale (lato E diga) 72 residenti • Area valle Via Nazionale (lato W diga) 27 residenti • Area Monte 388 residenti

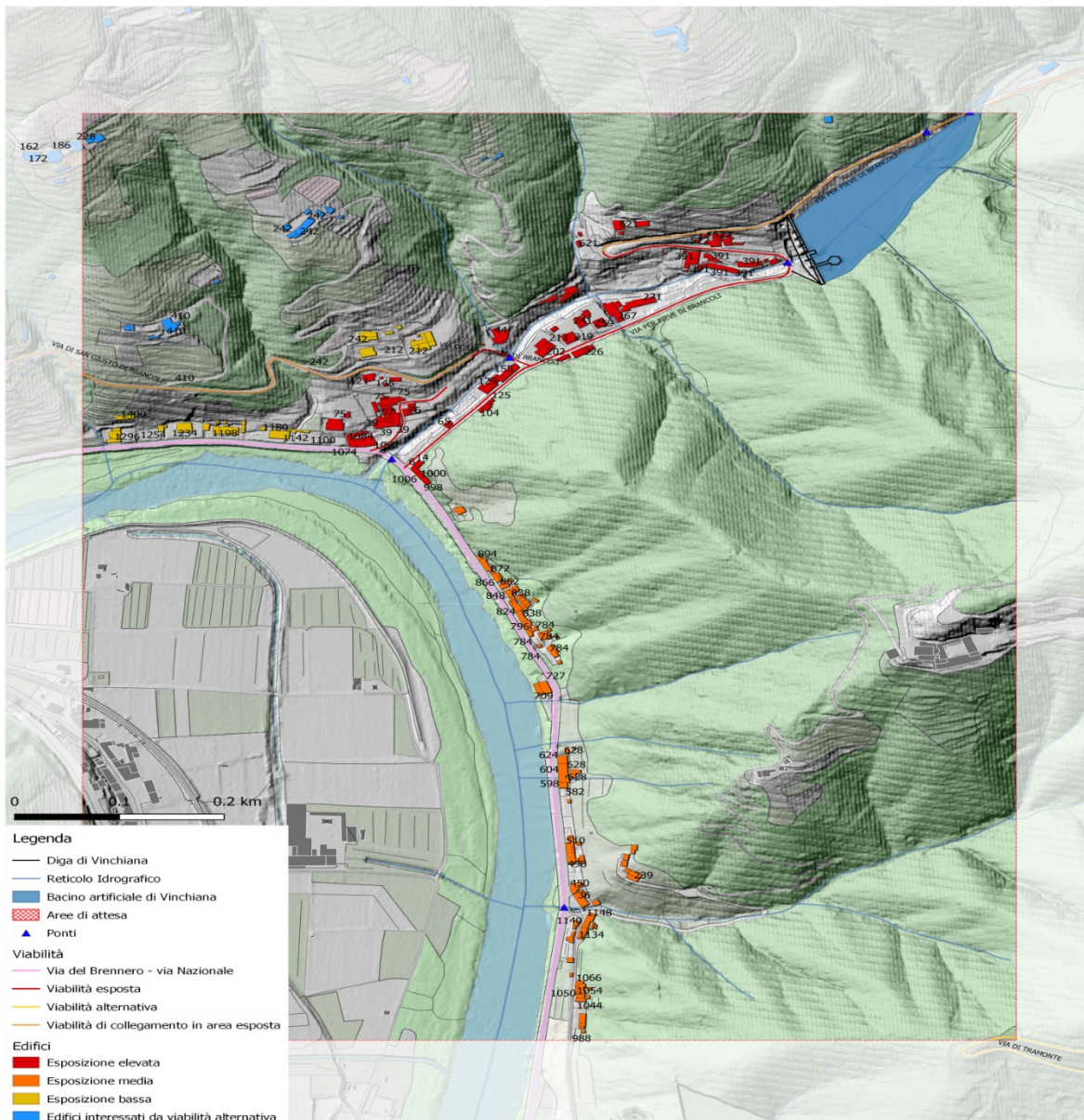


Figura 7-C1- Diga di Vinchiana, edifici e viabilità potenzialmente esposti

C2 - Rischio geomorfologico

Per gli eventi di instabilità di versante (frane a cinematica lenta e rapida) a scala comunale sono stati definiti dall'Università di Firenze, in un apposito studio di cui si riportano i principali risultati preliminari, dei macro scenari basati sui dati di pericolosità definiti dall'Autorità di Bacino nel Piano Assetto Idrogeologico PAI e integrati dagli studi del Piano Operativo Comunale.

Relativamente agli scenari di evento attesi considerati dal sistema di allertamento regionale si rimanda al capitolo C6. Scenari di evento idraulico idrogeologico del sistema di allertamento regionale.

Questi sono utili per avere in fase di allertamento degli scenari generali basati sulle precipitazioni attese e quindi sulle possibili criticità causate da gli eventi presi in considerazione dalle previsioni meteorologiche ed idrauliche eseguite dal Centro Funzionale Regionale in fase di rilascio del bollettino di Valutazione delle Criticità.

C2.1 - Pericolosità geomorfologica nel Comune di Lucca

La pericolosità geomorfologica indica la probabilità che un determinato territorio sia oggetto di fenomeni franosi, generalmente associata anche alle caratteristiche delle aree di versante.

La Deliberazione n. 20/2019 dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, pubblicata in G.U. n. 9/2020, indica l'adozione del Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica. Il nuovo PAI "dissesti geomorfologici" introduce le seguenti classi di pericolosità:

- pericolosità molto elevata (P4): aree instabili interessate da fenomeni di dissesto attivi di tipo gravitativo, erosivo e/o dovuti all'azione delle acque incanalate negli alvei naturali/artificiali o lungo le pendici;
- pericolosità elevata (P3): aree potenzialmente instabili, suddivise in due sottoclassi:
 - (P3a): aree non interessate da fenomeni di dissesto attivi ma in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti, quali aree interessate da instabilità in passato e/o segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi, sulla base dei quali non è possibile escludere la riattivazione dei dissesti;
 - (P3b): aree interessate da possibili instabilità di tipo gravitativo, erosivo e/o dovuti all'azione delle acque incanalate negli alvei naturali/artificiali o lungo le pendici, per

effetto di condizioni geomorfologiche e fisiche sfavorevoli che determinano elevata propensione al dissesto;

- pericolosità media (P2): aree stabilizzate, aree stabili interessate tuttavia da litologie e condizioni strutturali e geomorfologiche che possono dar luogo a modifica della loro condizione di stabilità;
- pericolosità moderata (P1): aree stabili con condizioni litologiche, strutturali e geomorfologiche aventi caratteri per lo più favorevoli alla stabilità.

Per tali aspetti sono in corso approfondimenti in collaborazione con l'Università di Firenze.

In Figura si rappresenta un estratto della carta di pericolosità geomorfologica fornita dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale nell'ambito del PAI "dissesti geomorfologici". Sono stati rilevati 2.736 poligoni di frana di cui l'88% stabili, 1% stabilizzate e 11% attive.

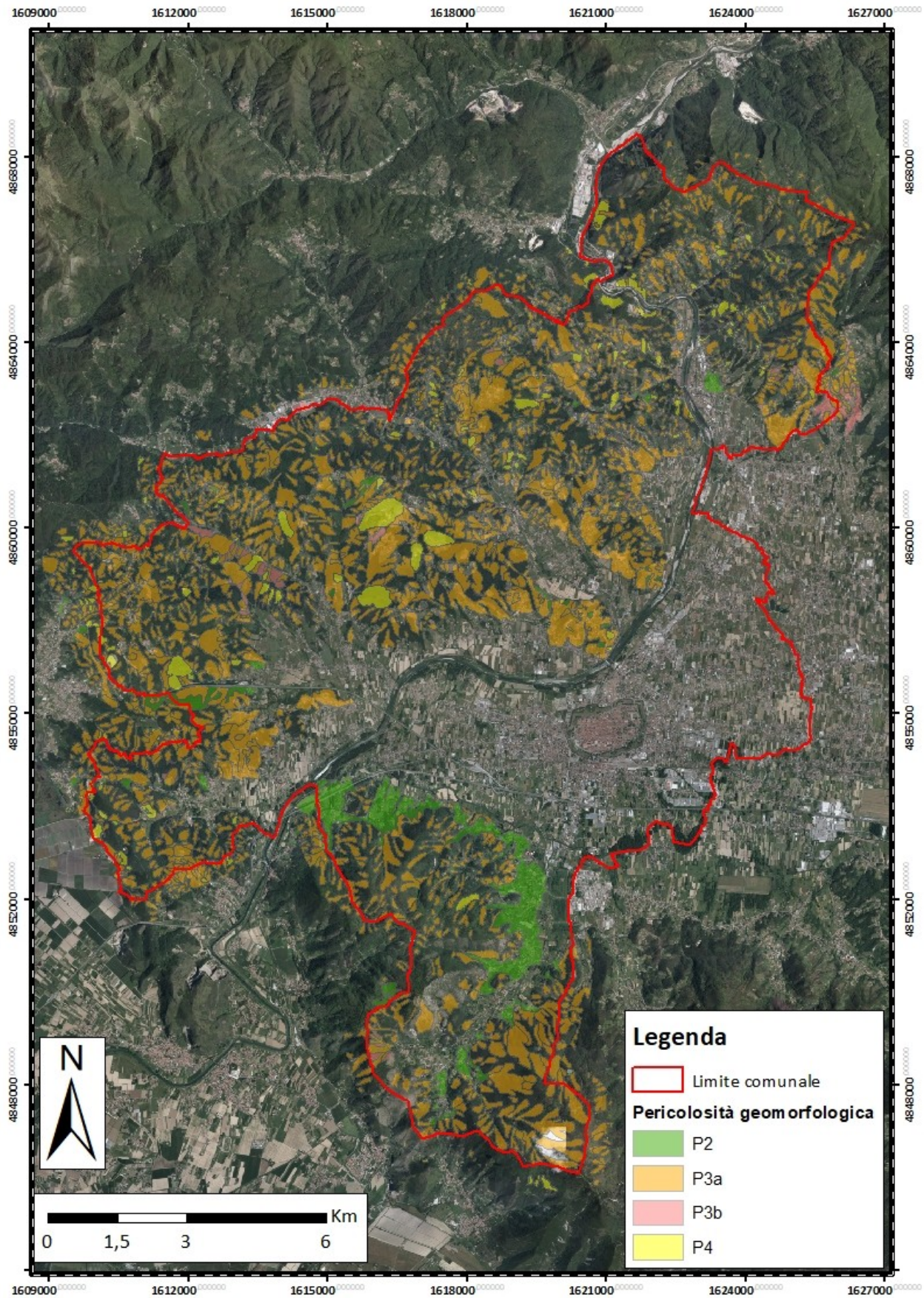


Figura C2.1 - Carta di pericolosità geomorfologica compresa nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI "dissesti geomorfologici").

C2.2 - Eventi di rilievo in relazione a fenomeni franosi

Il territorio comunale di Lucca in tempi recenti è stato interessato dai seguenti eventi di maggiore impatto:

Evento del 19-21 novembre 2000

L'evento meteorico del 20 novembre 2000 ha prodotto degli scorrimenti traslativi di suolo o detrito di prima generazione. Essi si sono attivati in corrispondenza delle testate degli impluvi poiché queste favoriscono, a causa della loro forma, la concentrazione delle acque ruscellanti. Gli scorrimenti sono poi evoluti in colate rapide di detrito e fango, che si sono incanalate nelle aste torrentizie, erodendo e prendendo in carico ulteriore materiale dall'alveo e dalle sponde. Hanno infine raggiunto il fondovalle, distruggendo o danneggiando gravemente le infrastrutture e gli edifici incontrati sul percorso. Nell'evento franoso sono state coinvolte le coltri detritiche/regolistiche terrazzate che ricoprono estesamente i versanti, con spessori che non superano i 2 m. Queste sono composte essenzialmente da blocchi e frammenti di arenaria immersi in una abbondante matrice limoso-sabbiosa.

Evento del 24 e 25 dicembre 2009

La maggior parte delle frane verificatesi durante tale evento risulta di scivolamento/scorrimento con evoluzione in colata ed hanno interessato per lo più i primi metri del detrito di copertura. Solo in pochi casi è possibile ipotizzare movimenti franosi intermedi e profondi. Numerosi sono stati i processi erosivi a carico di sponde fluviali. Nel Comune di Lucca si sono verificati dei fenomeni franosi nelle seguenti località:

- Lungo la strada comunale per Aquilea, sulle pendici meridionali del colle di Castellaccio, in destra idrografica del fiume Serchio.
- Nelle frazioni di San Giusto di Brancoli, Pieve di Brancoli, S. Ilario e Ombreggio di Brancoli
- Nel paese di Chiatri, nelle immediate vicinanze della chiesa e del cimitero
- Nella zona del Convento dell'Angelo, località Tramonte
- In prossimità del paese di Palmata
- Nel paese di Piazzano, lungo la strada che congiunge Piazzano alla Valfreddana e lungo la strada che congiunge Piazzano alla valle del rio Contesora
- Lungo la strada comunale per Stabbiano
- Lungo la strada comunale di Tramonte che da San Gemignano di Moriano arriva la paese suddetto (vedi figura 6C).



Figura C2.2. Movimento franoso lungo la strada per Tramonte (Fonte: Lucca in Diretta)

Evento del 19 giugno 2010

Sui versanti del Morianese, ed in particolare nelle zone di Vinchiana, Brancoleria e Palmata, si sono registrati numerosi smottamenti e colate di fango per lo più provenienti da bacini caratterizzati da compluvi di notevoli pendenze o versanti particolarmente acclivi. In alcuni casi questi fenomeni hanno interessato la viabilità, con momentanea interruzione della circolazione. La situazione di maggior gravità è stata registrata sulla SS 12 del Brennero, in località Vinchiana, dove la circolazione stradale è rimasta chiusa per consentire la rimozione del materiale detritico e vegetazionale, franato con particolare intensità e densità dai Solchi del Mulino e dell'Angelo (vedi figura 7C). I dissesti franosi si sono in larga parte collocati in corrispondenza di aree già cartografate nella Carta della Franosità del PAI come frane quiescenti o frane attive, tuttavia una buona parte delle frane rilevate riguarda anche fenomeni non precedentemente cartografati. In questa occasione si sono verificati danni dovuti fondamentalmente alla movimentazione di materiale sia all'interno degli impluvi che sui versanti. L'ingente quantità di pioggia ha provocato inoltre l'esonazione di alcuni corsi d'acqua.

Si sono così verificati fenomeni diffusi di dilavamento e/o smottamento del terreno, sradicamento di alberature anche di alto fusto e trasporto di materiale detritico, con conseguenti destabilizzazioni di versanti e sponde, intasamenti di sottopassi, scalzamenti di opere di difesa di sponda e intasamenti di briglie di trattenuta, oltre a frane e smottamenti che hanno interessato il reticolo viario o le aree boscate.

Si sono registrati danneggiamenti diffusi di viabilità vicinali, comunali e provinciali con interruzione dell'esercizio per la presenza di fango e detriti litoidi e vegetali che sono stati rimossi dopo qualche giorno. Si sono poi registrate ordinanze di sgombero di alcuni fabbricati messi in pericolo dalla situazione venutasi a creare durante l'evento.



Figura C2.3. La sede della SS 12 in prossimità dell'attraversamento del Solco del Mulino, in località Vinchiana (Fonte: Studio Ingeo)

Evento del 21 e 22 luglio 2014

L'evento meteorologico dei giorni 21 e 22 luglio 2014 è stato piuttosto significativo per una limitata porzione del territorio, interessando principalmente e con maggior intensità i bacini idrografici dei torrenti Contesora e Freddana. I fenomeni registrati sono risultati particolarmente intensi per un breve intervallo di tempo (circa 4 ore in totale, tra le 22:00 del 21 luglio e le 2:00 del giorno successivo) con cumulati medi di circa 100 mm nei bacini sopracitati e con valori di picco di oltre 150 mm in 4 ore (addirittura 130 mm in 2 ore) registrati nella stazione di Gombitelli. Le criticità che si sono verificate sono state concentrate nel settore Nord/Est del territorio comunale ed hanno riguardato la formazione di colate rapide di detrito che hanno interessato la viabilità di fondovalle via provinciale per Camaione e frazioni isolate: nella frazione di Torre sono rimaste isolate circa 50 persone, 4 famiglie nella frazione di S. Stefano e 1 famiglia a Castagnori; evacuato anche un agriturismo in località S. Martino in Vignale.

C2.3 - Analisi degli edifici strategici e rilevanti a rischio frana (cinematica lenta)

È stata eseguita dall'Università di Firenze una prima valutazione degli edifici esposti a frana a partire da quelli strategici e rilevanti.

Per effettuare una prima analisi sulla posizione delle strutture strategiche selezionate in relazione a movimenti franosi a cinematica lenta censiti, è stato scelto di usare la mappa inventario contenuta nel *Database* Geomorfologico Regionale in scala 1:10.000 della Regione Toscana (figura 8C).

Per analizzare la distribuzione degli edifici strategici in relazione ai fenomeni franosi censiti è stato scelto di considerare una "zona di rispetto" di 20 metri da ogni poligono dell'inventario frane.

Qualora un edificio si trovi ad una distanza inferiore a 20 m da un poligono di frana viene associato con le informazioni sul tipo di movimento franoso e sul relativo stato di attività.

In base a questo approccio sono risultati potenzialmente interessati da movimenti franosi censiti nella mappa inventario della Regione Toscana solo 2 edifici:

- Casa di Cura Neuropsichiatrica "Ville di Nozzano", via della Bordogna 144;
- Centro direzionale A.S.L., via del Bruschini.

Entrambi gli edifici si trovano in prossimità di fenomeni franosi in stato quiescente (non attivi nell'ultimo ciclo stagionale) e di tipo non determinato.

Le strutture strategiche analizzate comprendono strutture ospedaliere e scolastiche ubicate sul territorio del Comune di Lucca, realizzando un *database* in formato vettoriale che include 127 edifici.

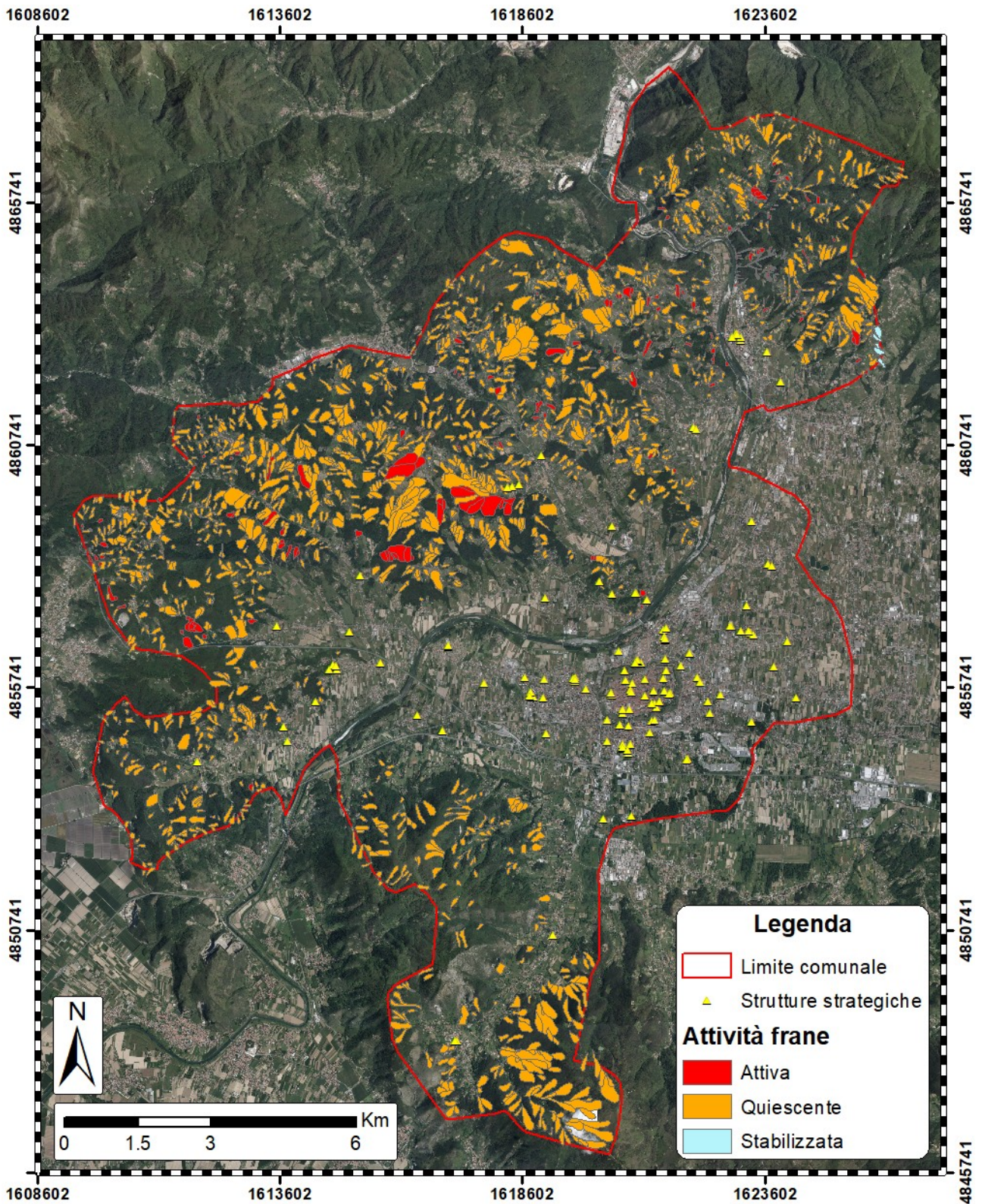


Figura C2.4. Mappa inventario dei fenomeni franosi contenuta nel Database Geomorfologico Regionale in scala 1:10.000 della Regione Toscana.

C2.4 - Analisi mediante interferometria satellitare

Oltre alla valutazione geomorfologica l'Università di Firenze ha eseguito i seguenti approfondimenti sugli edifici esposti a frana a partire da quelli strategici e rilevanti.

È stata effettuata anche un'analisi fondata sulla tecnica interferometrica satellitare multi-temporale PSI (*Persistent Scatterers Interferometry*), che permette di misurare gli spostamenti del terreno e dei manufatti con accuratezza millimetrica in corrispondenza di elementi (chiamati Riflettori permanenti o PS – *Persistent Scatterers*) ad elevata riflettività presenti sulla superficie terrestre.

In questo studio, è stata realizzata un'analisi delle deformazioni recenti a scala del singolo edificio sulle strutture strategiche ospedaliere e scolastiche del Comune di Lucca, al fine di valutare eventuali movimenti delle strutture e di monitorarne la stabilità.

I dati radar satellitari interferometrici utilizzati derivano da immagini acquisite dalla costellazione COSMO-SkyMed dell'Agenzia Spaziale Italiana (ESA) che coprono l'intervallo di tempo 2011-2014 e dalla costellazione SENTINEL-1 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) che coprono l'intervallo di tempo 2014-2019.

È stato considerato il *database* delle strutture strategiche ospedaliere e delle scuole del Comune di Lucca in formato vettoriale che include 127 edifici.

Su ogni manufatto del *database* è stato considerato un *buffer* di 10 m come area di influenza circostante, in modo da poter includere come significativi anche eventuali movimenti nell'intorno del poligono che identifica il perimetro della struttura.

Su tutti i manufatti con relativo *buffer*, è stata effettuata un'analisi alla scala della singola struttura, intersecando i 127 manufatti del *database* con i due *dataset* PSI e mettendo a punto una serie di indici, quali:

- Indice di copertura dei dati PS: I_{num} ;
- Indice di stabilità, con velocità media lungo la LOS dei dati PS: $I_{V_{media}}$;
- Indice di stabilità, con velocità massima lungo la LOS dei dati PS: $I_{V_{max}}$.

L'Indice I_{num} dà un'informazione circa il grado di copertura spaziale dei PS ed è classificato secondo 5 classi, dalla classe E (minima copertura) alla classe A (massima copertura, con numero di bersagli *radar* > 100 oppure > 10 considerando rispettivamente dati COSMO-SkyMed o SENTINEL-1). Agli edifici in cui non ricade nessun punto PS è stata assegnata la classe ND (*No data*). Gli Indici di stabilità $I_{V_{media}}$ e $I_{V_{max}}$ sono anch'essi suddivisi in 5 classi, da E (velocità minima < 1.5 o 1.0 mm/anno corrispondente alla soglia di stabilità scelta per i dati PS, rispettivamente COSMO-SkyMed o SENTINEL-1) ad A (velocità massima > 10 mm/anno).

Localmente si osservano alcuni PS che mostrano movimenti millimetrici al di sopra della soglia di stabilità, ma che non sembrano essere rappresentativi di significative deformazioni in atto a carico degli edifici, in quanto i singoli movimenti dei punti sono isolati e potrebbero essere dovuti ad errori intrinseci del dato.

Rispetto ai dati relativi al satellite CSK, che permettono di analizzare lo scenario deformativo pregresso fino al 2014, rappresentando quindi la situazione passata, il satellite SENTINEL-1, tuttora operativo, permette di analizzare anche la situazione attuale in quanto i dati sono acquisiti ogni 12 giorni (l'ultima acquisizione considerata per questa analisi risale al 28/11/2019). I dati PS SENTINEL-1 in entrambe le geometrie mostrano una sostanziale stabilità sul territorio di interesse. È stato inoltre definito il parametro TREND, che indica l'andamento temporale del tasso di movimento recente (dai dati SENTINEL-1) di ogni manufatto rispetto al movimento mostrato nel periodo temporale precedente (dai dati COSMO-SkyMed).

Su 12 edifici il trend non è definibile per mancanza di dati in uno dei due intervalli temporali o in entrambi. Su 24 edifici la stabilità è rimasta invariata (sono state mantenute le classi E e D). Per quanto riguarda il resto degli edifici, le restanti 91 strutture mostrano classi di stabilità migliori coi dati SENTINEL-1 rispetto alla situazione temporale precedente, in quanto nel periodo 2014-2019, considerando i dati recenti SENTINEL-1, tutte le strutture ricadono nelle classi E o D, confermando la sostanziale stabilità di tutti i manufatti del *database* sul territorio di interesse. Non sono emerse criticità rilevanti da segnalare su nessuno dei manufatti analizzati.

Piano Comunale di Protezione Civile 2025 – Allegato C – Pericolosità e rischi del territorio

Nome	ID_UNIFI	Tipo	I _{num_SNT}	I _{vmedia_SNT}	I _{vmax_SNT}	TREND
Istituto Musicale Boccherini	2.095	Conservatorio	E	E	E	↗
Istituto D'Arte A. Passaglia succursale	2.011	Second II grado	E	E	E	↗
Materna S. Michele di Moriano	2.072	Infanzia	C	E	E	↗
Materna S. Vito	2.075	Infanzia	C	E	D	↗
Materna Picciorana	2.076	Infanzia	D	E	E	↗
Materna S. Concordio - Sede Centrale	2.077	Infanzia	D	E	D	↗
Elementare S. Donato	2.040	Primaria	E	E	E	↗
Elementare S. Macario in Piano	2.043	Primaria	D	E	D	↗
Materna Balbano	2.083	Infanzia	E	E	E	↗
Elementare Mons. P. Guidi	2.051	Primaria	C	E	E	↗
Materna Arancio	2.086	Infanzia	D	E	E	↗
Istituto Comprensivo	2.004	Sede	E	E	E	↗
Istituto Comprensivo	2.005	Sede	E	E	E	↗
Istituto Comprensivo	2.008	Sede	E	E	E	↗
Il Nido	2.067	Nido	E	E	E	↗
U.O. Psic - Salute Mentale Adulti	1.010	Pres San - Amb	B	E	E	↗
Casa Cura Neurops. "Ville di Nozzano"	1.019	Case di Cura	C	E	E	↗
Centro Socio Sanitario S. Anna	1.006	Sedi A.S.L.	B	E	D	↗
Casa di Cura S. Zita	1.020	Case di Cura	C	E	E	↗
Casa Cura Barbantini Suore Min Infermi	1.021	Case di Cura	B	E	D	↗
Centro Diurno	1.022	Case di Cura	D	E	E	↗
Farmaceutica Territoriale	1.011	Pres San. Amb.	B	E	E	↗
Medicina Legale	1.012	Pres San. Amb.	B	E	E	↗
Sanità Pubblica Veterinaria Canile	1.013	Pres San. Amb.	E	E	E	↗
Poliambulatori	1.014	Pres San. Amb.	D	E	E	↗
SER.T. - Zona Piana di Lucca	1.015	Pres San. Amb.	C	E	D	↗
Pres. Ospedaliero "Campo di Marte"	1.017	Ospedali	A	E	D	↗
Centro Direzionale	1.008	Sedi A.S.L.	A	E	D	↗
Comunità Residenziale "S. Cataldo"	1.023	Case di Cura	C	E	D	↗
Centro Medico	1.016	Pres San. Amb.	B	D	D	↗
Croce Verde di Ponte a Moriano	1.001	Sedi Ass Volont	B	E	D	↗
Farmacia H24	1.028	Altra struttosp	C	E	E	↗
Distretto Socio-Sanitario Viale Giusti	1.009	Sedi A.S.L.	E	E	E	↗
Misericordia di Lucca	1.003	Sedi Ass Volont	D	E	E	↗
Mensa pubblica	1.029	Altra struttosp	C	E	D	↗
Centro di recupero S. Francesco	1.030	Altra struttosp	A	E	D	↗
Croce Verde Lucca	1.004	Sedi Ass Volont	D	E	D	↗
Sede Croce Rossa di Lucca	1.005	Sedi Ass Volont	E	E	E	↗
Centro Anziani "Poveri Vecchi"	1.027	Case di Cura	A	E	D	↗
Materna Il Giardino	2.070	Infanzia	C	E	D	↗
Media Giosuè Carducci	2.023	Second I grado	A	E	D	↗
Liceo Classico N. Machiavelli	2.009	Second II grado	D	E	E	↗
Liceo Artistico Statale	2.010	Second II grado	B	E	E	↗
Materna Il Girasole	2.071	Infanzia	C	E	E	↗
Ist D'Arte A. Passaglia succursale	2.012	Second II grado	E	E	E	↗
Istituto D'Arte A. Passaglia	2.013	Second II grado	D	E	E	↗
Ist. Prof. Industria Artigianato G. Giorgi	2.014	Second II grado	B	E	E	↗
Ist. Prof. Industria Artigianato G. Giorgi	2.015	Second II grado	D	E	E	↗
Elementare I. Nieri	2.030	Primaria	C	E	E	↗

Piano Comunale di Protezione Civile 2025 – Allegato C – Pericolosità e rischi del territorio

Elementare G. Pascoli	2.031	Primaria	E	E	E	↗
Centro Formazione Professionale	2.096	CFP	A	E	E	↗
Elementare S. Michele di Moriano	2.032	Primaria	D	E	E	↗
Elementare C. Sardi	2.033	Primaria	B	D	D	↗
Ist Tecn. Commerciale F. Carrara	2.016	Second II grado	A	E	D	↗
Provveditorato agli Studi	2.001	Sede	E	E	E	↗
Materna Salicchi	2.074	Infanzia	D	E	E	↗
Elementare F. Martini	2.034	Primaria	D	E	E	↗
Pulcino	2.061	Nido	D	E	E	↗
Elementare L. Donatelli	2.035	Primaria	B	E	E	↗
Ist Tecnico industriale E. Fermi	2.017	Second II grado	A	E	D	↗
Ist Prof Serv Comm. Turist S. Pertini	2.018	Second II grado	D	E	E	↗
Elementare C. Lorenzini Collodi	2.037	Primaria	B	E	D	↗
Media L. da Vinci	2.026	Second I grado	B	E	E	↗
Acquario	2.062	Nido	C	E	E	↗
Elementare Don Milani	2.038	Primaria	B	E	D	↗
Materna M. A. Papini	2.078	Infanzia	E	E	E	↗
Liceo Scientifico A. Vallisneri	2.019	Second II grado	A	E	D	↗
Elementare G. Giusti	2.039	Primaria	D	E	E	↗
Elementare S. Angelo	2.041	Primaria	D	E	E	↗
Istituto Comprensivo	2.002	Sede	D	E	E	↗
Media Custer De Nobili	2.028	Second I grado	A	D	D	↗
Materna Nozzano	2.082	Infanzia	B	E	D	↗
Elementare E. Pistelli	2.045	Primaria	D	E	E	↗
Elementare Montuolo	2.046	Primaria	E	E	E	↗
Elementare M. Civitali	2.047	Primaria	C	E	E	↗
Elementare C. Sardi	2.048	Primaria	C	E	D	↗
Elementare C. Lorenzini	2.049	Primaria	D	E	E	↗
Materna S. Cassiano a Vico	2.084	Infanzia	E	E	E	↗
Elementare C. Piaggia	2.050	Primaria	E	E	E	↗
Materna Pontetetto	2.088	Infanzia	D	E	E	↗
Elementare Giovanni XXIII	2.054	Primaria	C	E	E	↗
Materna Ponte a Moriano	2.089	Infanzia	A	E	E	↗
Elementare Dante Alighieri	2.056	Primaria	D	E	E	↗
Elementare Giovanni Pascoli	2.057	Primaria	C	E	E	↗
Istituto Comprensivo	2.003	Sede	E	E	D	↗
Istituto Comprensivo	2.006	Sede	E	E	E	↗
Media D. Chelini	2.029	Second I grado	A	D	D	↗
Il seme	2.064	Nido	D	E	D	↗
Materna S. Concordio	2.094	Infanzia	D	E	D	↗
Centro Cottura Pasti	2.097	CentrCott Pasti	E	E	E	↗
Nido Leone XII	2.069	Nido	B	E	E	↗
Misericordia di Lucca	1.002	Sedi Ass Volont	E	E	E	0
Elementare G.L. Radice	2.036	Primaria	D	E	D	0
Elementare Nave	2.042	Primaria	E	D	D	0
Materna Sorbano del Vescovo	2.087	Infanzia	D	E	D	0
Materna S. Concordio - Sede distaccata	2.090	Infanzia	D	E	D	0
Materna Nave	2.093	Infanzia	D	D	D	0
Il Sole e La Luna, Agnini Roberta & C.	2.065	Nido	E	D	D	0
Lo Scirocco	2.066	Nido	E	D	D	0

Centro Socio-Sanitario S. Vito	1.007	Sedi A.S.L.	D	E	D	0
Strutt Residenziale "R.S.A. Arcobaleno"	1.024	Case di Cura	D	D	D	0
Com Res per Anziani "Villa S. Maria"	1.025	Case di Cura	B	E	D	0
Centro Anziani S. Anna	1.026	Case di Cura	C	E	D	0
Media M. Buonarroti	2.024	Second I grado	B	E	D	0
Arcobaleno	2.060	Nido	D	E	D	0
Media C. del Prete	2.027	Second I grado	A	E	D	0
Elementare S. Maria a Colle	2.044	Primaria	C	E	D	0
Elementare L. Fornaciari	2.052	Primaria	D	E	E	0
Elementare Sorbano del Vescovo	2.053	Primaria	D	E	D	0
Materna S. Marco	2.091	Infanzia	D	E	D	0
Materna Monte S. Quirico	2.092	Infanzia	D	E	E	0
Istituto Comprensivo	2.007	Sede	E	E	E	0
Ist. Tecn. Agrario N. B. Busdraghi	2.020	Second II grado	E	D	D	0
Ist. Tecn. per Geometri L. Nottolini	2.021	Second II grado	B	E	D	0
Ist Prof Serv Comm. Turist S. Pertini	2.022	Second II grado	E	D	D	0
Lo scoiattolo	2.058	Nido	ND	ND	ND	ND
Materna Mutigliano	2.073	Infanzia	ND	ND	ND	ND
Media C. Massei	2.025	Second I grado	ND	ND	ND	ND
Kirikù	2.059	Nido	ND	ND	ND	ND
Materna G. Giusti	2.079	Infanzia	ND	ND	ND	ND
Materna Fagnano	2.081	Infanzia	ND	ND	ND	ND
Materna C. Battisti	2.085	Infanzia	ND	ND	ND	ND
E. De Amicis	2.055	Primaria	D	E	D	ND
Gulliver	2.063	Nido	ND	ND	ND	ND
Struttura Residenziale "Casa Famiglia"	1.018	Case di Cura	E	E	E	ND
Materna G. Rodari	2.080	Infanzia	ND	ND	ND	ND
Il Paese delle Meraviglie	2.068	Nido	ND	ND	ND	ND

Tabella C2.4. Database con elenco delle strutture strategiche ospedaliere e scolastiche collocate nel Comune di Lucca, con gli indici ottenuti dai dati PS SENTINEL-1.

C2.5 - Frane a cinematica rapida

Oltre ai fenomeni alluvionali prima descritti, l'Autorità di Bacino del Serchio ha individuato una serie di bacini idraulici minori potenzialmente soggetti a fenomeni di *flashflood* ovvero al verificarsi di fenomeni alluvionali repentini in seguito a precipitazioni intense e concentrate. Solitamente interessano porzioni limitate di territorio e che non sono generalmente considerati nella normale mappatura della pericolosità idraulica. Per questo si hanno forti criticità in corrispondenze di opere quali ponti, ferrovie e altre infrastrutture varie limitrofe ai corsi d'acqua che vengono dimensionate secondo criteri basati su di un tempo di ritorno più alto (Tr 200) e quindi con una frequenza di accadimento nel corso degli anni più bassa. La mappa della pericolosità derivata da fenomeni di *flashflood* è ottenuta attraverso studi di tipo statistico e modellistico alla scala di elaborazione 1:10.000. Tali mappe vengono periodicamente rielaborate dall'Autorità di bacino in funzione delle modifiche del quadro conoscitivo di base (aggiornamento

serie storiche, revisione modellazione idrologica, ulteriori approfondimenti della ricerca scientifica).

La collaborazione con l'università di Firenze ha permesso un ulteriore approfondimento a scala comunale individuando le aree a maggiore suscettività di movimenti di versante a cinematica rapida, per tali aspetti sono ancora in corso approfondimenti.

È stata condotta una analisi che tiene conto dei parametri litologici, di uso del suolo e geometria del terreno per definire un indice di suscettibilità per tali fenomeni, individuando in particolare 5 macro aree a maggiore suscettività:

1. Brancoleria–Pizzorne o Fraz. S.Lorenzo, Tramonte, S. Ilario, S. Gemignano, Palmata, Saltocchio
2. Valfreddana: Pieve S. Stefano, Torre, Gugliano
3. Piazzano, Stabbiano
4. Balbano
5. Castiglioncello Nozzano Castello

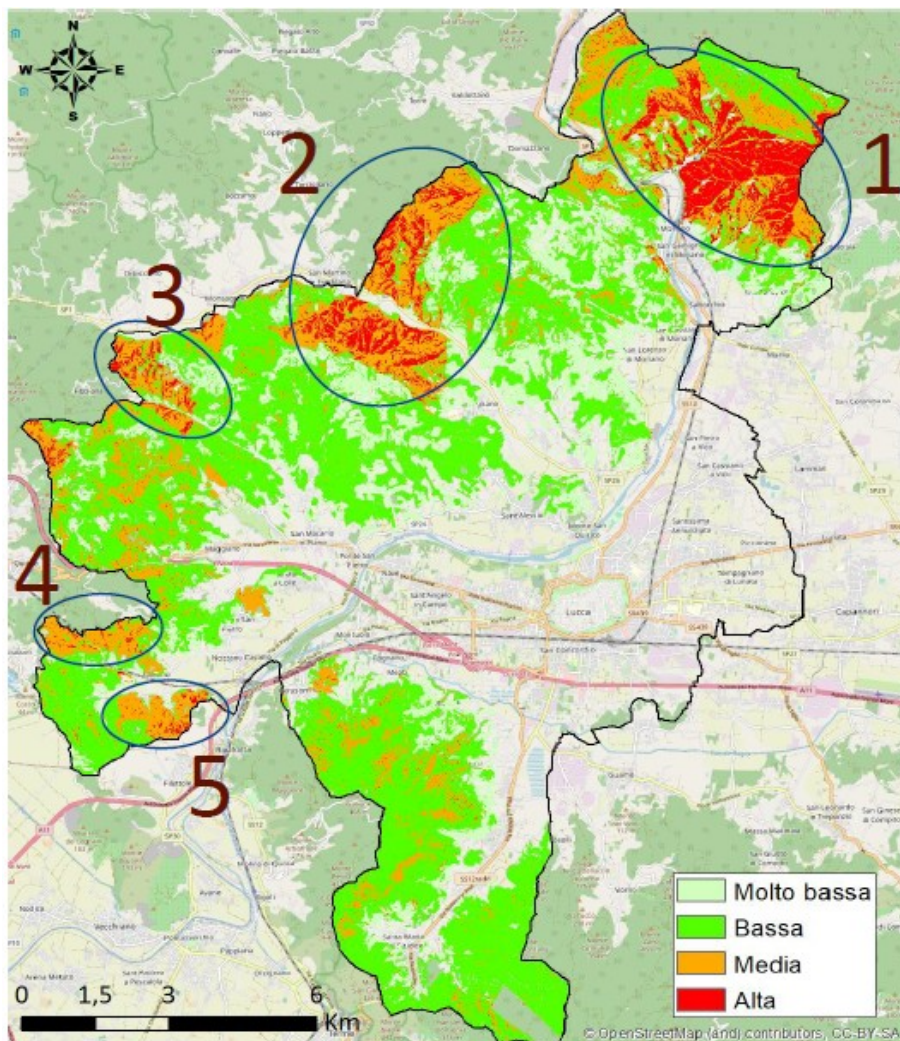


Figura C2.5. Rappresentazione delle 5 macro aree a maggiore suscettività per frane a cinematica rapida

C2.6 – Popolazione e beni esposti al rischio idrogeologico

Segue una tabella che descrive, a livello quantitativo, la popolazione e i beni esposti a rischio frana.

RISCHIO IDROGEOLOGICO 2024 (rischio frane lente)									
Bacini	Pericolosità	Edifici esposti	Popolazione esposta	Famiglia	Ponti e viadotti	Ed. rilevanti 29-01-2024	Ed. strategici	Scuole	Note
Aquila e d'intorni	2	12	22	12	0	0	0	0	Ci sono 18 edifici all'interno del bacino a cui non è stata assegnata una pericolosità.
	3 ^a	852	364	159	4	0	0	0	
	3b	19	6	3	0	0	0	0	
	4	107	41	22	0	0	0	0	
TOTALE		990	433	196	4	0	0	0	
Brancoleria	2	245	495	222	0	0	0	0	Scuole: 1 centro di alta formazione (e università) Ed rilevanti: 1 edificio di culto + 1 struttura religiosa
	3 ^a	694	522	227	8	2	0	0	
	3b	53	40	18	0	0	0	0	
	4	157	59	30	4	0	0	1	
TOTALE		1149	1116	497	12	2	0	1	
Contesora	2	44	97	46	0	0	1	0	Ed rilevanti: 1 edificio di culto Ed strategici: 1 struttura polivalente
	3 ^a	365	234	114	7	0	0	0	
	3b	4	0	0	1	0	0	0	
	4	19	25	9	3	1	0	0	
TOTALE		432	356	169	11	1	1	0	
Fosso delle Cavine	2	7	9	4	0	0	0	0	Scuole: 1 scuola elementare
	3 ^a	496	563	231	0	0	0	1	
	3b	0	0	0	0	0	0	0	
	4	2	4	1	0	0	0	0	
TOTALE		505	576	236	0	0	0	1	
Freddana	2	49	40	17	0	0	0	0	Scuole: 2 asini nidi e materne + 2 scuole elementari + 1 scuola superiore
	3 ^a	1956	887	388	11	0	0	5	
	3b	0	0	0	0	0	0	0	
	4	122	20	10	2	0	0	0	
TOTALE		2127	947	415	13	0	0	5	
Guappero	2	2568	1879	855	14	2	1	2	Scuole: 2 scuole elementari Ed rilevanti: 2 edifici di culto Ed strategici: 1 struttura militare
	3 ^a	320	83	37	1	0	0	0	
	3b	8	4	1	0	0	0	0	
	4	5	2	1	0	0	0	0	
TOTALE		2901	1968	894	15	2	1	2	
Massaciuccoli	2	1	0	0	1	0	0	0	
	3 ^a	126	25	17	3	0	0	0	
	3b	0	0	0	0	0	0	0	
	4	8	0	0	0	0	0	0	
TOTALE		135	25	17	4	0	0	0	
Ozzeri	2	978	741	353	2	2	0	0	Ed rilevanti: 2 edifici di culto
	3 ^a	73	15	9	0	0	0	0	
	3b	2	0	0	0	0	0	0	
	4	46	22	9	0	0	0	0	
TOTALE		1099	778	371	2	2	0	0	
Cerchia e Freddanella	2	34	3	2	0	0	0	0	Ed rilevanti: 3 strutture religiose + 2 strutture sanitarie
	3 ^a	1147	704	276	2	5	0	0	
	3b	5	0	0	0	0	0	0	
	4	74	11	5	4	0	0	0	
TOTALE		1260	718	283	6	5	0	0	

Segue una guida alla lettura delle aree della tabella precedente.

- **(Aquila e dintorni)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Aquilea, Gugliano, Mammoli, Mastiano, S. Quirico di Moriano, S. Stefano di Moriano, Sesto di Moriano.
- **(Brancoleria)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Ciciana, Deccio di Brancoli, Gignano di Brancoli, Ombreglio di Brancoli, Palmata, Piazza di Brancoli, S. Gemignano di Moriano, S. Giusto di Brancoli, S. Ilario di Brancoli, S. Lorenzo di Brancoli, S. Pancrazio, Saltocchio, Tramonte di Brancoli, Piaggione.
- **(Contesora)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Chiatri, Farneta, Maggiano, Piazzano, S. Macario in Monte, Stabbiano, Vecoli.
- **(Fosso delle Cavine)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Balbano.
- **(Freddana)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Arsina, Cappella, Castagnori, Monte S. Quirico, Mutigliano, Piazzano, Pieve S. Stefano, S. Concordio di Moriano, Torre.
- **(Guappero)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): S. Maria del Giudice, S. Lorenzo a Vaccoli.
- **(Massaciuccoli)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Balbano, Chiatri.
- **(Ozzeri)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Gattaiola, Cerasomma, Montuolo, Vicopelago, Meati, Pozzuolo.
- **(Sant’Alessio e dintorni)** il bacino comprende le seguenti frazioni (interi o parzialmente intersecate): Carignano, Pieve S. Stefano, S. Macario in Monte, S. Martino in Vignale, Monte S. Quirico.

Seguono una tabella riepilogativa e una mappa di inquadramento delle aree citate nella tabella precedente.

Pericolosità idrogeologica comune di Lucca 2024				
	Popolazione	Famiglie	Edifici strategici	Edifici rilevanti
P2	6917	3078	11	2
P3a	3631	1567	7	0
P3b	234	109	0	0
P4	184	87	0	0

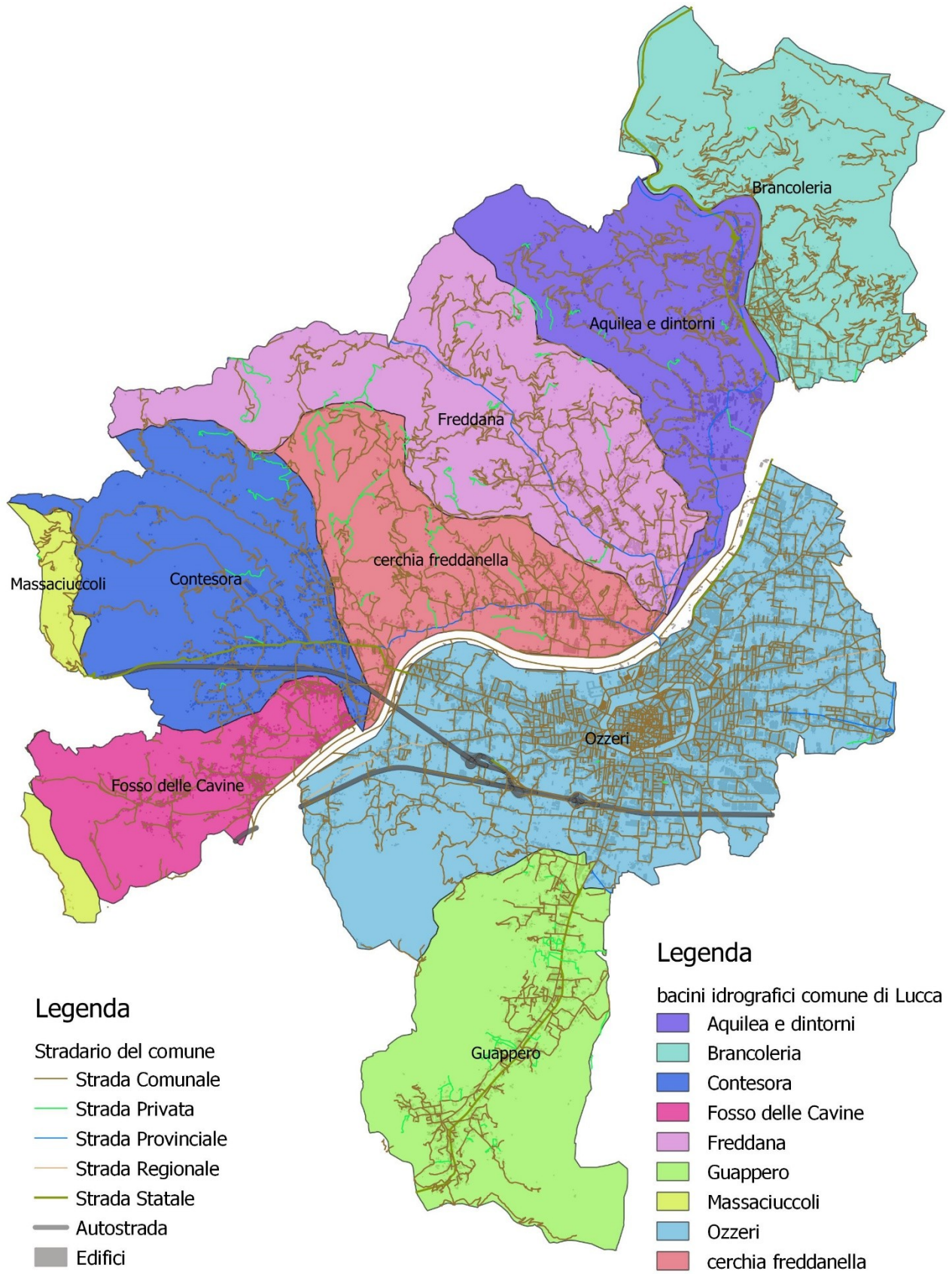


Figura C2.6.

C3 - Fenomeni metereologici critici

Riguardo a gli eventi metereologici critici che possono avere un impatto diffuso e generalizzato sul territorio e pertanto non cartografabili si è ricorso alla descrizione degli scenari di evento utilizzati come riferimento al sistema di allertamento regionale (DGRT 395 del 04.04.2015) in cui a un dato codice colore sono attesi determinati fenomeni e relativi possibili danni.

In tale categoria sono considerati:

- Neve, Ghiaccio,
- Vento,
- Temporali forti

C3.1 - Neve e ghiaccio

C3.1.1 - Neve

Per quanto riguarda il sistema di allertamento regionale viene stimato l'accumulo di neve al suolo su di una superficie piana, senza considerare i possibili effetti derivanti dall'azione del vento. In caso di nevicate con forte vento ("blizzard") gli accumuli locali (ad esempio a ridosso degli edifici) possono risultare molto maggiori rispetto a quelli previsti.

Termine descrittivo		Non previste o non significative	Poco abbondanti	abbondanti	Molto abbondanti
Pianura: 0-200 metri		Non prevista	0-2 cm	0-10 cm	> 10 cm
Collina: 200-600 metri		< 2 cm	2-10 cm	10-30 cm	> 30 cm
Montagna: 600-1000 metri		< 5 cm	5-30 cm	30-80 cm	> 80 cm
Probabilità di occorrenza	alta				
	bassa				

I possibili effetti corrispondenti al relativo codice colore sono elencati nella seguente tabella:

Codice colore	neve	Effetti e danni
Codice verde	Non prevista neve in pianura e/o prevista neve in collina ma inferiore a 2 cm e/o prevista neve in montagna ma inferiore a 5 cm.	nulla da segnalare, non prevedibili
Codice giallo	Probabile neve in pianura di 0-2 cm, possibile localmente di 2-10 cm. e/o Probabile neve in collina di 2-10 cm, possibile localmente di 10-30 cm. e/o Probabile neve in montagna di 5-30 cm, possibile di 30-80 cm.	- locali o temporanei problemi alla circolazione stradale. - possibilità di isolate interruzioni della viabilità. - Possibile locale rottura e caduta rami
Codice arancio	Probabile neve in pianura di 2-10 cm, possibile localmente > 10 cm. e/o Probabile neve in collina di 10-30 cm, possibile localmente > 30 cm. e/o Probabile neve in montagna di 30-80 cm, possibile localmente > 80 cm.	- problemi alla circolazione stradale. - interruzioni della viabilità. - possibili danneggiamenti delle strutture. - possibili black-out elettrici e telefonici. - possibile rottura e caduta rami o alberi
Codice rosso	Probabile neve in pianura > 10 cm e/o Probabile neve in collina > 30 cm. e/o Probabile neve in montagna > 80 cm.	- diffusi e prolungati problemi alla circolazione stradale. - diffuse e prolungate interruzioni della viabilità. - danneggiamenti delle strutture. - black-out elettrici e telefonici. - caduta rami o alberi

Eventi per neve e gelo di riferimento

Evento del 1985
<p>Il gennaio 1985 è stato uno dei mesi più freddi della storia in Italia. Il 1^o gennaio il tempo risultava stabile e soleggiato sulle regioni settentrionali, sulla Toscana, sull'Alto Lazio e sulla Sardegna, con ventilazione da debole a moderata nord-orientale, temperature minime quasi ovunque prossime allo zero e massime tra i 5 e i 10°C. Il 3 gennaio s'intensificò il freddo, in nottata, nevicò addirittura sull'Isola del 'Elba e sul suo capoluogo Portoferraio. Il 4 gennaio, temperature basse e insistettero le nevicate sulla Toscana nord-occidentale (compresa la Costa Apuana e la Versilia). Il 5 gennaio un'irruzione di aria artica molto fredda colpì in pieno l'Italia. Il contrasto tra l'aria fredda e quella assai più calda del mar Mediterraneo provocò nevicate su tutta la Toscana centro-settentrionale (comprese Firenze, Pisa e Viareggio). L'8 gennaio continuarono le nevicate su Toscana, Lazio, Umbria, Campania e pianura padana centro-orientale. Il 12 gennaio presso la stazione meteorologica di Pisa San Giusto la temperatura scese al record storico di -13,8°C, mentre a Lucca la minima arrivò a -13,4°C. Le criticità che si sono verificate sul territorio a seguito delle abbondanti nevicate e dell'ondata di gelo sono state:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interruzione della viabilità - Assenza di un servizio spalaneve e spargimento sale. - Interruzione della viabilità di accesso ai cavalcavia-ferrovia ed ai ponti sul Fiume Serchio. - Isolamento di alcune frazioni delle zone collinari. - Disagi nella circolazione ferroviaria (soppressione di corse e forti ritardi).

<p>-Scoppio dei contatori della fornitura dell'acqua. -Interruzione localizzata nelle zone collinari di fornitura elettrica.</p>
Evento del 18-19/12/2009
<p>A partire dalla serata del 18/12/2009 è iniziata la nevicata che si è protratta fino alla mattina del 19/12/2009. Le temperature sono restate al di sotto di 0° C per tutta la giornata del 19/12 e del 20/12/2009. Le precipitazioni nevose sono riprese nella notte del 20/12 per terminare mattina del 21/12/2009. A seguito delle abbondanti nevicate si è verificato un brusco innalzamento della temperatura che ha generato lo scioglimento delle nevi ad alta quota, seguito da un periodo di piogge abbondanti che hanno generato l'evento di piena del 24-25/12/2009.</p> <p>Le criticità che si sono verificate sul territorio a seguito delle abbondanti nevicate e dell'ondata di gelo sono state:</p> <ul style="list-style-type: none">- Interruzione di parte della viabilità comunale, soprattutto nelle zone collinari;- Centri abitati e frazioni isolate;- Interruzione di servizi essenziali in alcune frazioni comunali (principalmente servizio acquedotto ed energia elettrica).

Evento del 17/12/2010
<p>Dalle ore 7:00 del mattino del 17/12/2010 sono iniziate le precipitazioni nevose che si sono intensificate a partire dalle ore 11:30 circa. La nevicata ha interessato tutta la piana di Lucca creando gravi disagi alla circolazione stradale soprattutto nelle zone pianeggianti. Il giorno 18/12/2010 cessate le estese nevicate ma si sono verificate estese gelate su tutta la viabilità.</p> <p>Le criticità che si sono verificate sul territorio a seguito delle abbondanti nevicate e dell'ondata di gelo sono state:</p> <ul style="list-style-type: none">- Interruzione della viabilità. Si è verificata una congestione completa delle vie di accesso alla città e dei viali della Circonvallazione.- Interruzione della viabilità di accesso ai cavalcavia-ferrovia ed ai ponti sul Fiume Serchio.- Isolamento di alcune frazioni delle zone collinari.- Disagi nella circolazione ferroviaria (soppressione di corse e forti ritardi).- Chiusura uscita caselli autostradali per impercorribilità della viabilità ordinaria all'uscita autostradale.
Evento del 31/01/2012
<p>Dalle ore 14 del giorno 31/12/2014 sono iniziate le precipitazioni nevose sul territorio comunale che sono poi proseguite nella giornata e nella nottata. La nevicata ha interessato le zone pianeggianti e collinari del territorio comunale.</p> <p>Il Centro Funzionale della Regione Toscana aveva emesso in data 31/12/2015 un avviso di criticità regionale, con valenza dalle 15:00 del 31/12/2015 alle ore 23:00 del 02/02/2012 in cui erano previsti fenomeni di ghiaccio e neve con criticità moderata.</p> <p>Le criticità registrate hanno riguardato principalmente la transitabilità delle strade, soprattutto in zone collinari (Brancoferri, morianese, Balbano, Chiatini), interruzione di energia elettrica e telefonica, raggiungimento di abitazioni isolate, caduta alberi in zone collinari.</p>

C3.1.2 - Ghiaccio

Per quanto riguarda il sistema di allertamento regionale viene stimata la possibilità di formazione di ghiaccio sulle strade a seguito dello scioglimento della neve o di pioggia recentemente caduta. A questo scopo si considerano solo le zone del territorio regionale al di sotto dei 600 metri (pianura e

collina). Il rischio viene valutato tramite una matrice probabilità di accadimento – intensità (o tipologia) del fenomeno. Legato a fenomeni di bassa temperatura ma generalmente no a fenomeni nevosi sono gli episodi non frequenti (1 giorno ogni 2-5 anni) Gelicidio o vetro ghiaccio che avvengono per il repentino innalzamento delle temperature in quota per l'ingresso di correnti miti occidentali genera precipitazioni piovose che gelano a contatto con il suolo per la temporanea persistenza di un cuscino freddo nei bassi strati.

Per quanto riguarda il sistema di allertamento regionale viene stimata la possibilità di formazione di ghiaccio sulle strade a seguito dello scioglimento della neve o di pioggia recentemente caduta. A questo scopo si considerano solo le zone del territorio regionale al di sotto dei 600 metri (pianura e collina). Il rischio viene valutato tramite una matrice probabilità di accadimento – intensità (o tipologia) del fenomeno.

Caratteristiche del Ghiaccio		Non previsto	Locale	Diffuso	Diffuso e persistente 24h
Probabilità di occorrenza	alta				
	bassa				

I possibili effetti corrispondenti al relativo codice colore sono elencati nella seguente tabella:

Codice colore	ghiaccio	Effetti e danni
Codice verde	Non previsto	nulla da segnalare, non prevedibili
Codice giallo	Probabile ghiaccio locale, possibile ghiaccio diffuso	- locali o temporanei problemi alla circolazione stradale e ferroviaria. - locali problemi agli spostamenti. - locali o temporanei problemi alla fornitura di servizi (acqua).
Codice arancio	Probabile ghiaccio diffuso, possibile ghiaccio diffuso e persistente	- problemi alla circolazione stradale e ferroviaria. - problemi agli spostamenti - problemi alla fornitura di servizi (acqua, telefono, elettricità).
Codice rosso	Probabile ghiaccio diffuso e persistente	- diffusi e prolungati problemi alla circolazione stradale e ferroviaria. - pericolo per gli spostamenti. - diffusi e prolungati problemi alla fornitura di servizi (acqua, telefono, elettricità).

C3.2 - Vento

Viene considerato in questo contesto la velocità massima istantanea del vento chiamata raffica (in km/h) in zone libere da ostacoli che possono modificare la velocità del vento; inoltre le eventuali raffiche legate all'attività temporalesca (che possono essere altrettanto violente) non vengono prese in considerazione in questo contesto ma rientrano nella categoria "temporali forti".

A causa della marcata variabilità della velocità e della frequenza del vento in funzione dell'altitudine, della conformazione del luogo e della rugosità del terreno, dal punto di vista climatologico vi sono zone (tra cui la prima fascia costiera, le isole, le parti esposte delle zone collinari e i crinali appenninici) dove il vento soffia con maggior intensità e con maggior frequenza rispetto alle zone di pianura.

Inoltre, anche in una stessa zona omogenea dal punto di vista topografico (ad esempio la pianura) particolari effetti locali (sbocco delle valli, presenza di ostacoli, zone urbane con palazzi alti) possono provocare differenze sostanziali nella velocità locale delle raffiche.

Di conseguenza è opportuno identificare tre tipologie di zone ciascuna con soglie specifiche:

- le zone di pianura delle zone interne lontano da effetti locali;
- le isole, le zone della fascia costiera e le zone collinari esposte;
- i crinali appenninici

Si valuta in questo contesto il possibile impatto delle raffiche di vento. Poiché gli effetti delle raffiche del vento dipendono strettamente dalla vulnerabilità del territorio, oltre che ad altri parametri fisici quali la loro direzione e la loro durata, il codice colore non può che esprimere una sorta di impatto "standard" relativo a condizioni medie di vulnerabilità. Di conseguenza non si può tenere conto dei possibili differenti impatti dovuti a situazioni o vulnerabilità locali, che possono portare a effetti localmente più significativi di quanto segnalato in particolar modo in area urbana.

Di seguito sono riportate le valutazioni del rischio dovuto al vento:

		Codice colore "vento" raffiche (km/h)			
Probabilità di occorrenza	alta				
	bassa				
Pianure interne		< 60	60-80	80-100	> 100
Isole e costa		< 80	80-100	100-120	> 120
Crinali appenninici		< 100	100-120	120-150	> 150

I possibili effetti corrispondenti al relativo codice colore sono elencati nella seguente tabella:

Codice colore	vento	Effetti e danni
Codice verde	Raffiche inferiori a 60 km/h in pianura e/o	Nulla da segnalare Non prevedibili

	raffiche inferiori a 80 km/h sulla costa e/o raffiche inferiori a 100 km/h sui crinali	
Codice giallo	In pianura probabili raffiche 60-80 km/h, possibili locali raffiche 80-100 km/h. e/o Sulla costa probabili raffiche 80-100 km/h, possibili locali raffiche 100-120 km/h. e/o Sui crinali probabili raffiche 100-120 km/h, possibili locali raffiche 120-150 km/h.	- isolati blackout elettrici e telefonici, - isolate cadute di alberi, cornicioni e tegole - isolati danneggiamenti alle strutture - provvisori e temporanei problemi alla circolazione stradale; - temporanei problemi ai collegamenti aerei e marittimi
Codice arancio	In pianura probabili raffiche 80-100 km/h, possibili locali raffiche >120 km/h. e/o Sulla costa probabili raffiche 100-120 km/h, possibili locali raffiche >120 km/h. e/o Sui crinali probabili raffiche 120-150 km/h, possibili locali raffiche >150 km/h.	- blackout elettrici e telefonici - caduta di alberi, cornicioni e tegole - danneggiamenti alle strutture provvisorie ed in maniera isolata alle strutture. - prolungati problemi alla circolazione stradale - prolungati problemi ai collegamenti aerei e marittimi.
Codice rosso	In pianura probabili raffiche >100 km/h e/o Sulla costa probabili raffiche >120 km/h e/o Sui crinali probabili raffiche > 150 km/h.	- diffusi e prolungati blackout elettrici e telefonici - diffusa caduta di alberi, cornicioni e tegole - distruzione delle strutture provvisorie e danneggiamenti alle strutture. - interruzione della circolazione stradale - interruzione dei collegamenti aerei e marittimi.

Evento di riferimento

Tempesta di vento del 4-5 Marzo 2015
Tra la tarda sera del 4 e la mattina del 5 marzo venti di burrasca con raffiche di fortunale interessano gran parte della Toscana provocando ingenti danni tra cui: alberi abbattuti, interruzioni delle linee elettriche, tetti scoperchiati, capannoni danneggiati, cartelloni divelti, difficoltà per i collegamenti con le isole dell'Arcipelago, problemi alla circolazione su gomma e su rotaia. Basti pen-

sare che in alcune zone del pratese, pistoiese, lucchese, massese e fiorentino, fra le 05:00 e le 08:00 di giovedì 5 Marzo, durate l'infuriare della tempesta da NE, sono state misurate raffiche di picco davvero eccezionali di ben 130-140 km/h in pianure, e picchi fino a 150-160 km/h all'interno delle vallate dell'entroterra. Il tutto si è maggiormente concentrato sulle seguenti località: Ponte a Moriano in particolare e tutto il morianese per quanto riguarda il Comune di Lucca. Viabilità interrotta in molte zone collinari. In queste zone numerosi sono gli alberi abbattuti e i tetti danneggiati. Particolarmente gravi le situazioni di alcune abitazioni e della viabilità nei comuni di Bagni di Lucca, Coreglia Antelminelli e Barga. Anche nei dintorni di Castelnuovo Garfagnana ci sono danni e la viabilità, a causa di piante cadute sulla carreggiata, è interrotta in zona Ponte di Campia.

C3.3 - Temporal forti

Di seguito sono descritte le caratteristiche dei principali scenari di evento e dei possibili effetti e danni per le criticità ordinaria, moderata ed elevata per il rischio temporal forti.

Criticità idrogeologica per temporal:	<p>Rischio derivante da fenomeni meteorologici caratterizzati da elevata incertezza previsionale in termini di localizzazione, tempistica e intensità. L'allerta viene emessa in funzione della probabilità di accadimento del fenomeno, della presenza di una forzante meteo più o meno riconoscibile e della probabile persistenza dei fenomeni.</p> <p>All'incertezza della previsione si associa inoltre la difficoltà di disporre in tempo utile di dati di monitoraggio strumentali per aggiornare la previsione degli scenari d'evento.</p> <p>Il massimo livello di allerta previsto per i temporal è quello arancione. Non è previsto un codice di allerta rosso specifico per i temporal perché tali fenomeni, in questo caso, sono associati a condizioni meteo perturbate intense e diffuse che già caratterizzano lo scenario di criticità idrogeologica rossa. Anche gli effetti e i danni prodotti sono gli stessi.</p>
--	--

I temporal sono causati da nuvole temporalesche chiamate cumulonembi ed accompagnati da fulminazioni, piogge intense e talvolta anche da raffiche di vento e grandine. Hanno la caratteristica di svilupparsi in tempi rapidi rendendo la previsione molto difficile. Malgrado generalmente interessino porzioni limitate del territorio, per la loro intensità e repentinità sono in grado di provocare un elevato impatto.

La tipologia e le caratteristiche dei temporal sono riassunti nella seguente tabella:

Tipologia	Forzante	Struttura	Durata media	Cumulato puntuale	Grandine di grossa dimensione	Forti raffiche / trombe d'aria
forti	assente o poco riconoscibile	non organizzati	< 60 minuti	> 40mm/1h o >20mm/15min	possibile	possibili
forti e	ben	organizzati	oltre 1	> 40 mm/1h o >100	probabile	probabili

persistenti	riconoscibile		ora	mm/3h		
forti e molto persistenti	ben riconoscibile e stazionaria	Molto organizzati	oltre 3 ore	> 40 mm/1h o >150 mm/3h	Molto probabile	Molto probabili

La classificazione della durata è funzionale alla definizione degli effetti relativi alle precipitazioni del temporale. Infatti, un temporale è quasi sempre un fenomeno intenso, ma i suoi effetti sul territorio dipendono principalmente dalla sua persistenza. In determinate condizioni (sia meteorologiche sia legate alla tipologia e conformazione del territorio) a seguito di temporali forti e persistenti possono verificarsi effetti estremamente pericolosi e repentini, quali le alluvioni lampo e le colate detritiche improvvise. Questa tipologia di effetti (sia per l'incertezza della forzante meteo sia per i tempi di risposta e dimensioni dei bacini) è allo stato attuale della previsione ancora non efficacemente modellizzabile. Quando invece i temporali avvengono in corrispondenza di una forte perturbazione organizzata, in cui i temporali sono soltanto una componente della fenomenologia (“a carattere temporalesco”), e quindi contribuiscono solo in parte alla diffusione, intensità e abbondanza delle precipitazioni (situazione che quindi presenta sia cumuli puntuali molto elevati in breve tempo sia cumuli medi molto significativi su vaste porzioni di territorio), ricadono nella valutazione dei cumuli della pioggia per cui è necessaria la valutazione idraulica e idrogeologica.

La definizione dei livelli di criticità viene eseguita sulla base anche della probabilità di accadimento riassunta nella seguente tabella:

Probabilità di occorrenza	alta				
	bassa				
tipologia		Ordinari	Forti	Forti e persistenti	Forti e molto persistenti

Le caratteristiche dei principali scenari di evento e dei possibili effetti e danni per le criticità ordinaria, moderata ed elevata per temporali ai fini delle attività del sistema di allertamento sono le medesime riportate per il rischio idrogeologico-idraulico.

C4 - Scenari idraulico-idrogeologico del sistema di allertamento regionale

Di seguito sono descritte le caratteristiche dei principali scenari di evento e dei possibili effetti e danni per le criticità ordinaria, moderata ed elevata per il rischio idrogeologico-idraulico.

Ai fini delle attività del sistema di allertamento si definiscono:

Criticità idraulica:	rischio derivante da piene e alluvioni che interessano i corsi d'acqua del reticolo maggiore, per i quali è possibile effettuare una previsione dell'evoluzione degli eventi sulla base del monitoraggio strumentale dei livelli idrici.
-----------------------------	--

Criticità rischio idrogeologico e idraulico del reticolo minore	rischio derivante da fenomeni puntuali quali frane, ruscellamenti in area urbana, piene e alluvioni che interessano i corsi d'acqua minori per i quali non è possibile effettuare una previsione dell'evoluzione degli eventi sulla base del monitoraggio strumentale dei livelli idrici.
--	---

Codice/ Allerta	Criticità		Fenomeni	Effetti / Danni
	fase	tipo		
Verde nessuna allerta	Normalità	.	Assenza di fenomeni significativi prevedibili, anche se non è possibile escludere a livello locale: caduta massi in caso di rovesci e temporali) fulminazioni localizzate, grandinate e isolate raffiche di vento, allagamenti localizzati dovuti a difficoltà dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche e piccoli smottamenti	Eventuali danni puntuali

Criticità			Fenomeni	Effetti / Danni
Codice/ Allerta	fase	tipo		

Giallo	vigilanza	Idrogeologica	<p>Si possono verificare fenomeni localizzati di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - erosione, frane superficiali e colate rapide di detriti o di fango in bacini di dimensioni limitate; - ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale; - innalzamento dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori, con inondazioni delle aree limitrofe, anche per effetto di criticità locali (tombature, restringimenti, occlusioni delle luci dei ponti, ecc); - scorrimento superficiale delle acque nelle strade e possibili fenomeni di rigurgito dei sistemi di smaltimento delle acque piovane con tracimazione e coinvolgimento delle aree urbane depresse. - Caduta massi. <p>Anche in assenza di precipitazioni, si possono verificare occasionali fenomeni franosi anche rapidi legati a condizioni idrogeologiche particolarmente fragili, per effetto della saturazione dei suoli.</p>	<p>Occasionale pericolo per la sicurezza delle persone con possibile perdita di vite umane per cause incidentali.</p> <p>Effetti localizzati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - allagamenti di locali interrati e di quelli posti a pian terreno lungo vie potenzialmente interessate da deflussi idrici; - danni a infrastrutture, edifici e attività agricole, cantieri, insediamenti civili e industriali interessati da frane, colate rapide o dallo scorrimento superficiale delle acque; - temporanee interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria in prossimità di impluvi, canali, zone depresse (sottopassi, tunnel, avvallamenti stradali, ecc.) e a valle di porzioni di versante interessate da fenomeni franosi; - limitati danni alle opere idrauliche e di difesa delle sponde, alle attività agricole, ai cantieri, agli insediamenti civili e industriali in alveo.
		Idraulica	<p>Si possono verificare fenomeni localizzati di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - incremento dei livelli dei corsi d'acqua maggiori, generalmente contenuti all'interno dell'alveo. <p>Anche in assenza di precipitazioni, il transito dei deflussi nei corsi d'acqua maggiori può determinare criticità</p>	
		Idrogeol. Per Temporali	<p>Lo scenario è caratterizzato da elevata incertezza previsionale. Si può verificare quanto previsto per lo scenario idrogeologico, ma con fenomeni caratterizzati da una maggiore intensità puntuale e rapidità di evoluzione, in conseguenza di temporaliforti.</p> <p>Si possono verificare ulteriori effetti dovuti a possibili fulminazioni, grandinate, forti raffiche di vento.</p>	
Criticità		Fenomeni	Effetti / Danni	
Codice/	fase	tipo		

Aranzino attenzione	Idrogeologica	Si possono verificare fenomeni diffusi di: - instabilità di versante, localmente anche profonda, in contesti geologici particolarmente critici; - frane superficiali e colate rapide di detriti o di fango; - significativi ruscellamenti superficiali, anche con trasporto di materiale, possibili voragini per fenomeni di erosione; - innalzamento dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori, con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe, anche per effetto di criticità locali (tombature, restringimenti, occlusioni delle luci dei ponti, etc.). - Caduta massi in più punti del territorio. Anche in assenza di precipitazioni, si possono verificare significativi fenomeni franosi anche rapidi legati a condizioni idrogeologiche particolarmente fragili, per effetto della saturazione dei suoli.	Pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdite di vite umane. Effetti diffusi: - allagamenti di locali interrati e di quelli posti a pian terreno lungo vie potenzialmente interessate da deflussi idrici; - danni e allagamenti a singoli edifici o centri abitati, infrastrutture, edifici e attività agricole, cantieri, insediamenti civili e industriali interessati da frane o da colate rapide; - interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria in prossimità di impluvi e a valle di frane e colate di detriti o in zone depresse in prossimità del reticolo idrografico; - danni alle opere di contenimento, regimentazione e attraversamento dei corsi d'acqua; - danni a infrastrutture, edifici e attività agricole, cantieri, insediamenti civili e industriali situati in aree inondabili.
	Idraulica	Si possono verificare fenomeni diffusi di: - significativi innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua maggiori con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe e delle zone golenali, interessamento degli argini; - fenomeni di erosione delle sponde, trasporto solido e divagazione dell'alveo; - occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori. Anche in assenza di precipitazioni , il transito dei deflussi nei corsi d'acqua maggiori può determinare criticità.	
	Idrogeol. Per Temporal	Lo scenario è caratterizzato da elevata incertezza previsionale. Si può verificare quanto previsto per lo scenario idrogeologico, ma con fenomeni caratterizzati da una maggiore intensità puntuale e rapidità di evoluzione, in conseguenza di temporali forti, diffusi e persistenti . Sono possibili effetti dovuti a possibili fulminazioni, grandinate, forti raffiche di vento.	

Criticità	Fenomeni	Effetti / Danni
-----------	----------	-----------------

Codice/ Allerta	fase	tipo		
Rossa	preallarme	Idrogeologica	<p>Si possono verificare fenomeni numerosi e/o estesi di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - instabilità di versante, anche profonda, anche di grandi dimensioni; - frane superficiali e colate rapide di detriti o di fango; - ingenti ruscellamenti superficiali con diffusi fenomeni di trasporto di materiale, possibili voragini per fenomeni di erosione; - rilevanti innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori, con estesi fenomeni di inondazione; - occlusioni parziali o totali delle luci dei ponti dei corsi d'acqua minori. - Caduta massi in più punti del territorio. 	<p>Grave pericolo per la sicurezza delle persone con possibili perdite di vite umane.</p> <p>Effetti ingenti ed estesi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - danni a edifici e centri abitati, alle attività e colture agricole, ai cantieri e agli insediamenti civili e industriali, sia vicini sia distanti dai corsi d'acqua, per allagamenti o coinvolti da frane o da colate rapide; - danni o distruzione di infrastrutture ferroviarie e stradali, di argini, ponti e altre opere idrauliche; - danni a beni e servizi; - danni alle coperture e alle strutture provvisorie con trasporto di materiali a causa di forti raffiche di vento; - rottura di rami, caduta di alberi e abbattimento di pali, segnaletica e impalcature con conseguenti effetti sulla viabilità e sulle reti aeree di comunicazione e di distribuzione di servizi; - danni alle colture agricole, alle coperture di edifici e agli automezzi a causa di grandinate; - innesco di incendi e lesioni da fulminazione.
		Idraulica	<p>Si possono verificare numerosi e/o estesi fenomeni, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - piene fluviali dei corsi d'acqua maggiori con estesi fenomeni di inondazione anche di aree distanti dal fiume, diffusi fenomeni di erosione delle sponde, trasporto solido e divagazione dell'alveo; - fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura degli argini, sormonto dei ponti e altre opere di attraversamento, nonché salti di meandro; - occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori. <p>Anche in assenza di precipitazioni, il transito dei deflussi nei corsi d'acqua maggiori può determinare criticità</p>	
		Idrogeol. Per Temporali	<p><i>Non è previsto un codice di allerta rosso specifico per i temporali perché tali fenomeni, in questo caso, sono associati a condizioni meteo perturbate intense e diffuse che già caratterizzano lo scenario di criticità idrogeologica rossa. Anche gli effetti e i danni prodotti sono gli stessi.</i></p>	

C5 - Rischio sismico

C5.1 - Sismicità e pericolosità sismica del territorio del Comune di Lucca

La pericolosità sismica è un tipo di valutazione che considera la sismicità del territorio e ne valuta le probabilità di accadimento di eventi di diversa magnitudo in diversi intervalli temporali a venire.

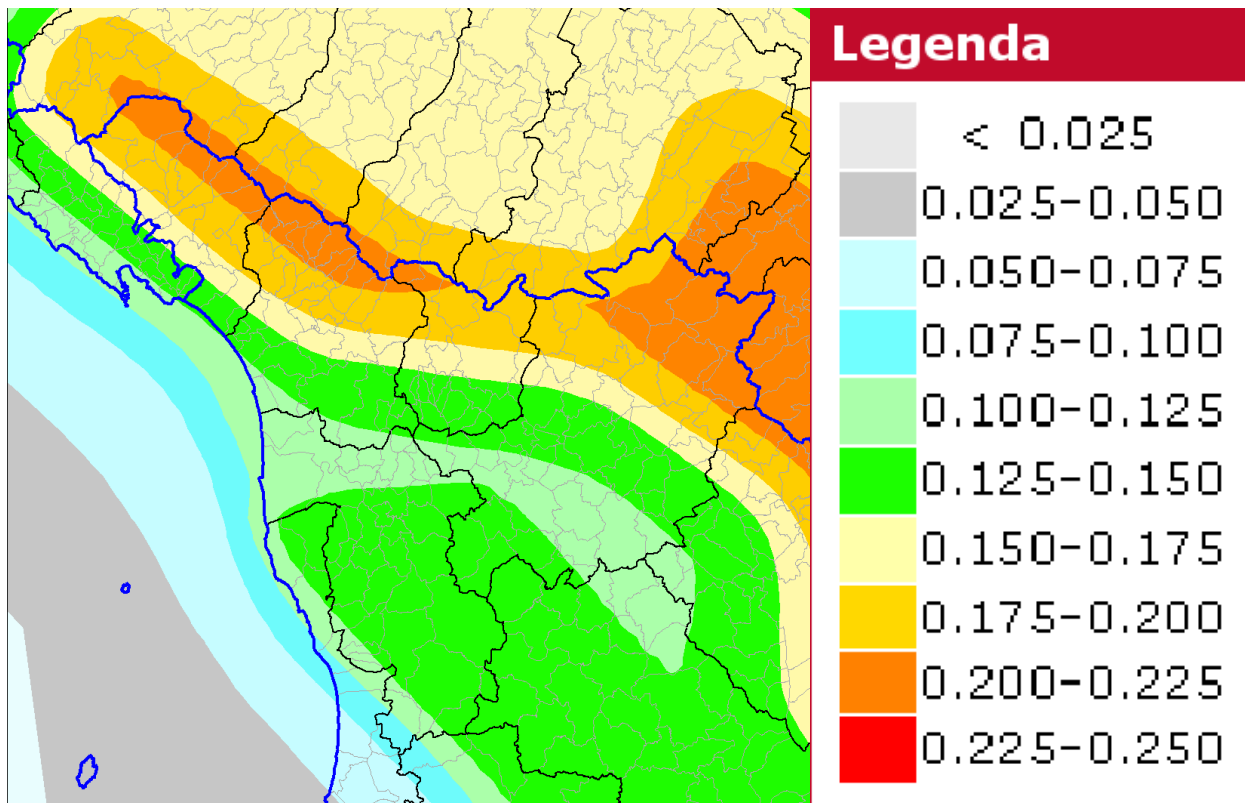


Figura C5.1. Ingrandimento del modello di pericolosità sismica di riferimento del territorio nazionale (OPCM 3519/2006), come rilasciata da INGV nel 2004 (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>).

La pericolosità sismica considera le informazioni che derivano dalla sismicità storica (il catalogo storico italiano fornisce informazioni attendibili, almeno per gli eventi maggiori, a partire dall'anno 1000) e dai dati strumentali (limitati in Italia agli ultimi 30 anni per la mancanza in precedenza di reti sismiche affidabili).

Questa è la cosiddetta pericolosità sismica di base, vale a dire il valore di accelerazione orizzontale atteso con una probabilità che venga raggiunto o superato pari al 10% in 50 anni, considerando un suolo di tipo roccioso. Questa stima è stata condotta con un criterio uniforme a scala nazionale, facendo una serie di assunzioni che non necessariamente coincidono con le condizioni reali a scala locale.

Per questo motivo a scala locale si interviene con indagini di dettaglio, quali la microzonazione sismica, che tendono a segnalare le condizioni in cui il verificarsi di un terremoto può provocare situazioni di amplificazione del moto del suolo, per motivi stratigrafici o topografici.

Il comune di Lucca rientra quasi interamente nella fascia di colore verde brillante, corrispondente ad una accelerazione orizzontale di picco compresa tra 0.125 e 0.150 g (dove g è l'accelerazione di gravità). Si tratta di una fascia di valori che definiscono la pericolosità come media. La mappa di pericolosità sismica, in sintesi, ci dice che eventi molto forti sono meno probabili che in altre aree, ma sono comunque possibili. È quindi evidente che nell'evenienza di un evento

altrettanto disastroso è bene conoscere in dettaglio il territorio, sia ai fini della pianificazione sia ai fini della valutazione dei possibili rischi connessi, individuando e mappando tutte le situazioni di fragilità del territorio.

Per quanto riguarda la sismicità storica (vale a dire i terremoti avvenuti nel passato e ricostruiti in base alle fonti documentali di diverso tipo) si ha un numero elevato di informazioni per il capoluogo, grazie al fatto che si tratta di un centro amministrativo da lungo tempo e quindi sede di archivi e di informazioni che oggi possiamo ritrovare. Per fare un esempio, per la città di Firenze si hanno informazioni storiche attestate per oltre 190 terremoti, a partire dal 1148; è la storia sismica più ricca in Italia. Anche la città di Lucca ha un record di informazioni abbondante, con 108 risentimenti documentati a partire dal 1117.

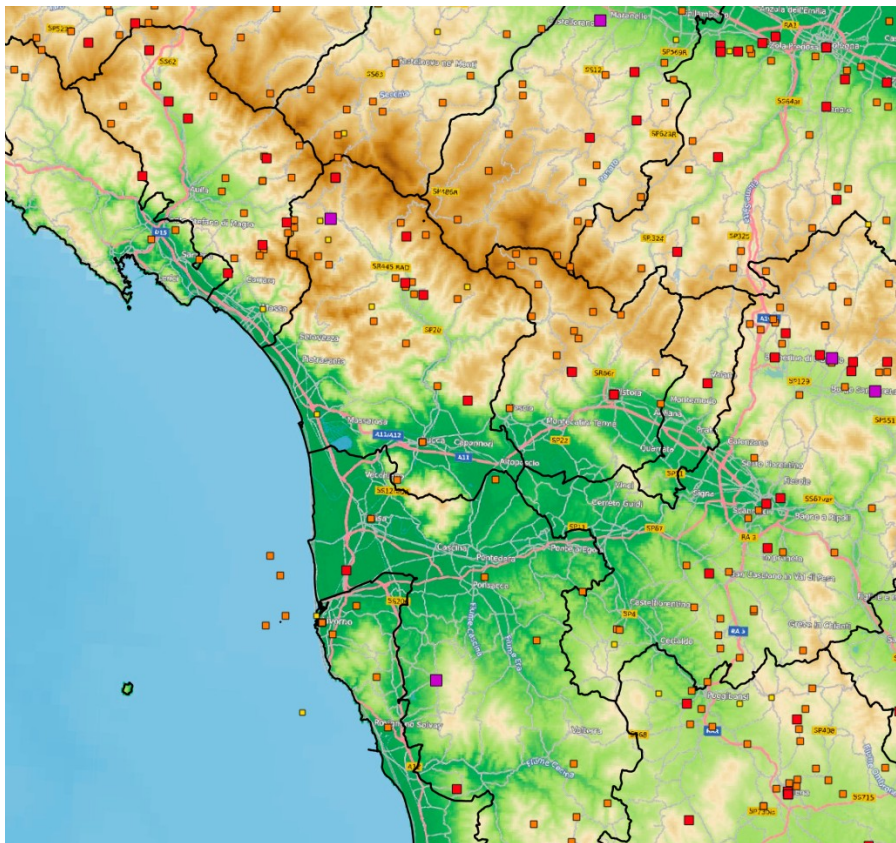


Figura C5.2. Distribuzione degli epicentri dei terremoti, le grandezze variabili dei quadrati mostrano le diverse magnitudo.

È anche possibile integrare i dati disponibili per una certa località con la cosiddetta “storia sismica virtuale”: per tutti i terremoti contenuti nel catalogo storico dei terremoti (CPTI15; <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>) possiamo calcolare quali effetti presumibilmente si possono avere avuto nella località che ci interessa, utilizzando una relazione empirica che ci fornisce il quadro degli effetti attesi a partire da un epicentro, intorno ad esso.

Osservando i dati disponibili, questa è la storia sismica di Lucca, come risulta dal DataBase Macrosismico Italiano, DBMI15 (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/).

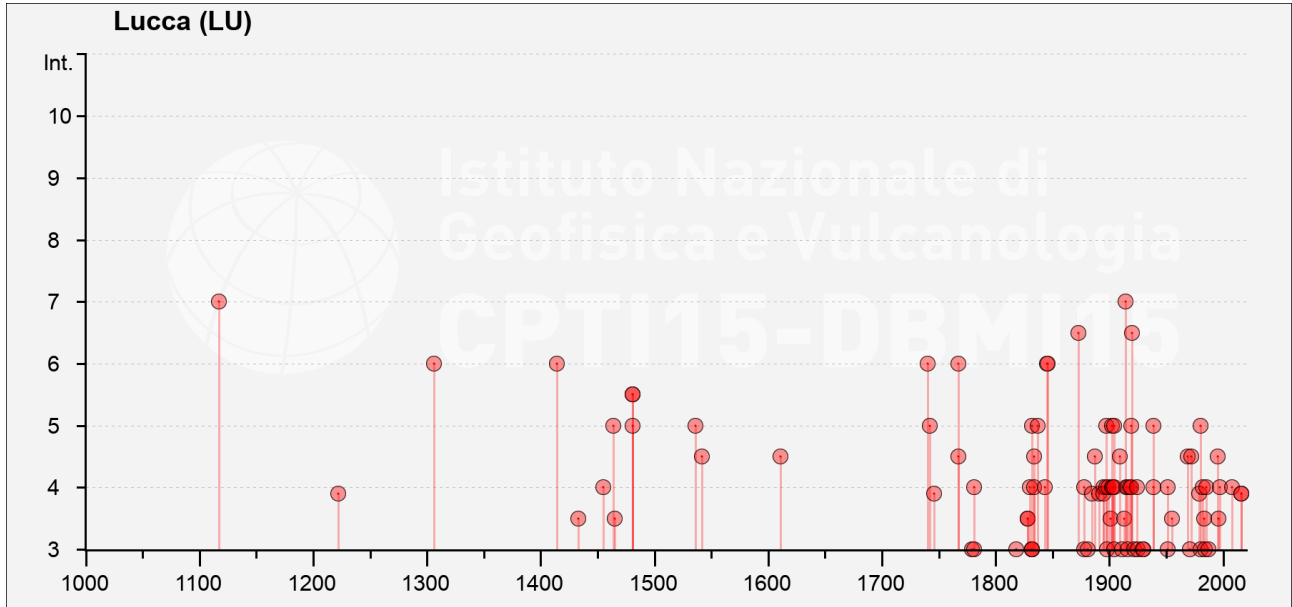


Figura C5.3. Le intensità osservate (Int.) nel tempo. I dati sono mostrati a partire da intensità 3 MCS.

La figura seguente mostra invece il confronto degli stessi dati con la storia sismica “virtuale” di Lucca.

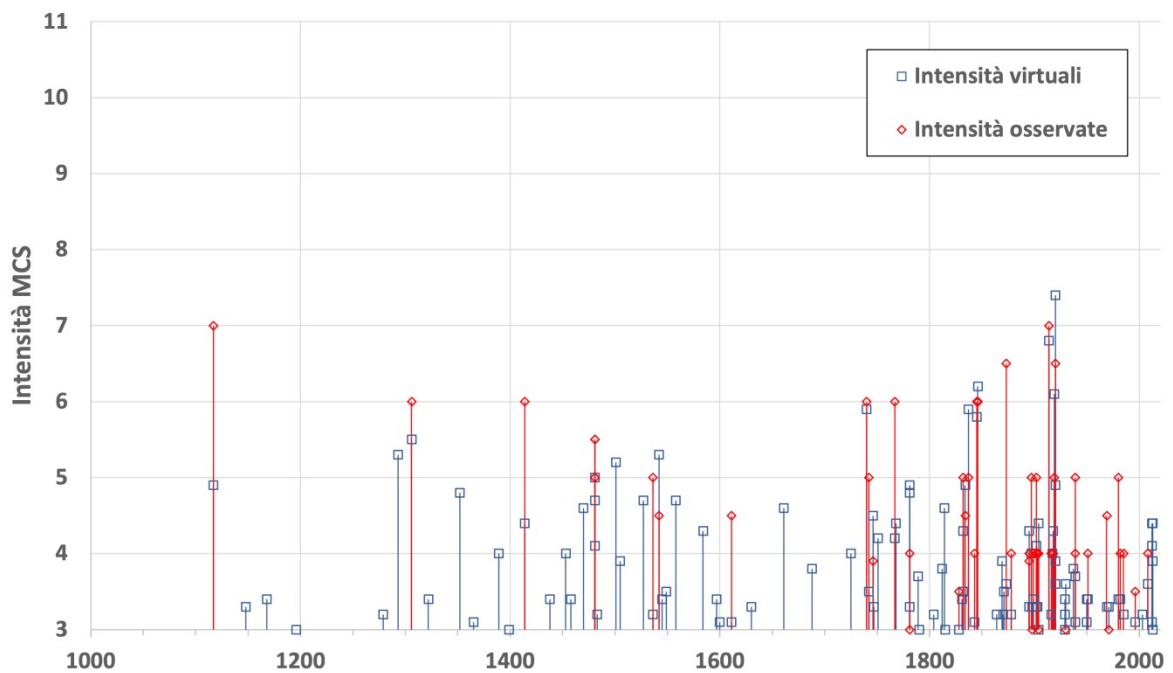


Figura C5.4. Confronto delle intensità virtuali con quelle osservate.

Lungo la scala del tempo (dall'anno 1000 al 2014, quando finisce l'ultimo catalogo storico disponibile) sono riportate le date di tutti i terremoti accaduti in un raggio di circa 200 km da Lucca. Le barrette colorate indicano il valore di intensità macrosismica che il terremoto avrebbe prodotto (valore di intensità virtuale, calcolato empiricamente a partire dalla magnitudo e dalla distanza del terremoto da Lucca, in colore blu) e il valore realmente verificato (dato osservato, in colore rosso), secondo la scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg).

Questo tipo di rappresentazione ha due scopi: il primo è quello di valutare se le informazioni disponibili sono complete o viceversa se ci sono eventi che potrebbero aver prodotto effetti considerevoli che non sono noti; il secondo scopo è quello di verificare se le intensità virtuali mostrano una ricorrente sovrastima o sottostima dell'intensità.

Come detto sopra, si hanno molte informazioni storiche per la città di Lucca e probabilmente mancano informazioni per pochi eventi che comunque non avrebbero potuto produrre effetti che raggiungano il sesto grado MCS (per esempio, terremoti del 1293 e 1501; si veda tabella). Nei casi in cui si ha l'osservazione storica, il confronto con il dato virtuale mostra quasi sempre che l'osservazione rappresenta effetti maggiori di quelli calcolati. Va comunque ricordato che le differenze sono spesso minime e dovute anche al fatto che il valore calcolato ha una stima con la precisione di un decimale, mentre quello osservato è rappresentato con il grado intero oppure con il grado intermedio (esempio: 5 oppure 5.5). In ogni caso una sistematica sottostima del valore calcolato potrebbe essere un'indicazione che ci possano essere degli effetti di sito che amplificano i risentimenti prodotti dai terremoti rispetto ad un modello predittivo medio.

Queste osservazioni fanno anche sì che si possa considerare tale simulazione attendibile, la storia sismica di Lucca sufficientemente completa e quindi effettivamente il massimo valore di intensità per Lucca (Intensità MCS 7) sia stato quello prodotto dai terremoti del 1117 (evento ricostruito sulla base di poche fonti) e del 1914 (un evento avvenuto a forte profondità e con risentimento su un'area molto vasta); il terremoto del 7 settembre 1920 di Garfagnana e Lunigiana ha raggiunto il 6-7 grado MCS.

Per quanto riguarda la presenza di effetti di sito, per molti terremoti si osserva che il dato virtuale (blu) è inferiore del dato osservato (rosso) e quindi effettivamente è possibile che le condizioni di sito siano tali da produrre nella realtà amplificazione locale sistematicamente.

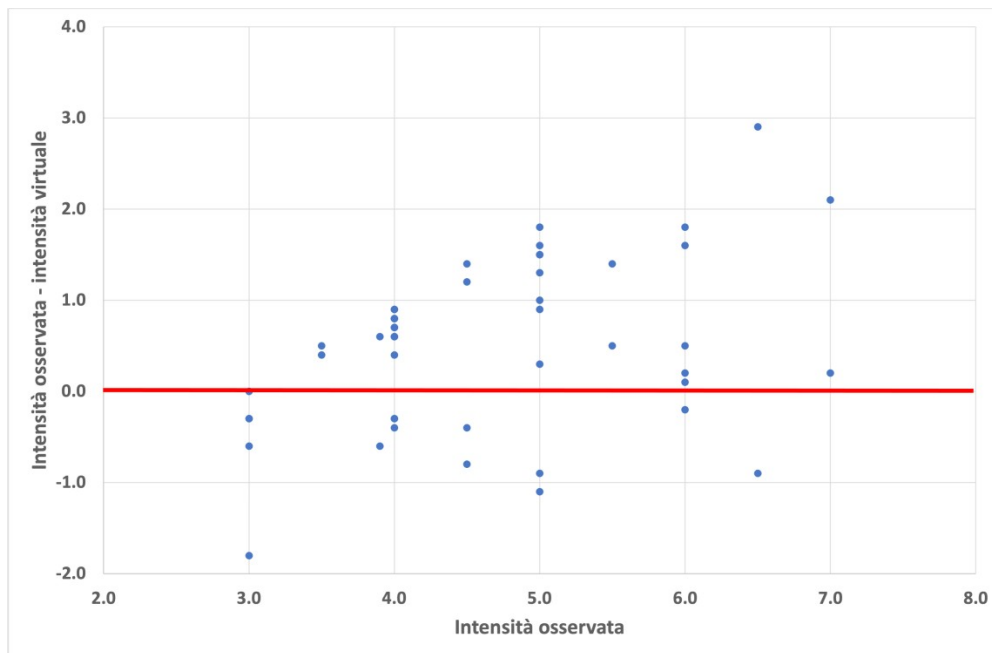


Figura C5.6. Differenza tra intensità osservata e intensità calcolata (o virtuale) in relazione all'intensità osservata. Si nota che soprattutto per le intensità maggiori tale differenza è spesso superiore ad 1 grado.

Per quanto riguarda la sismicità strumentale, i dati disponibili sono a partire dagli anni '80. I dati più affidabili sono però quelli rilasciati a INGV a partire dal 1985; sono disponibili e liberamente accessibili in rete, con un livello di accuratezza molto elevato.

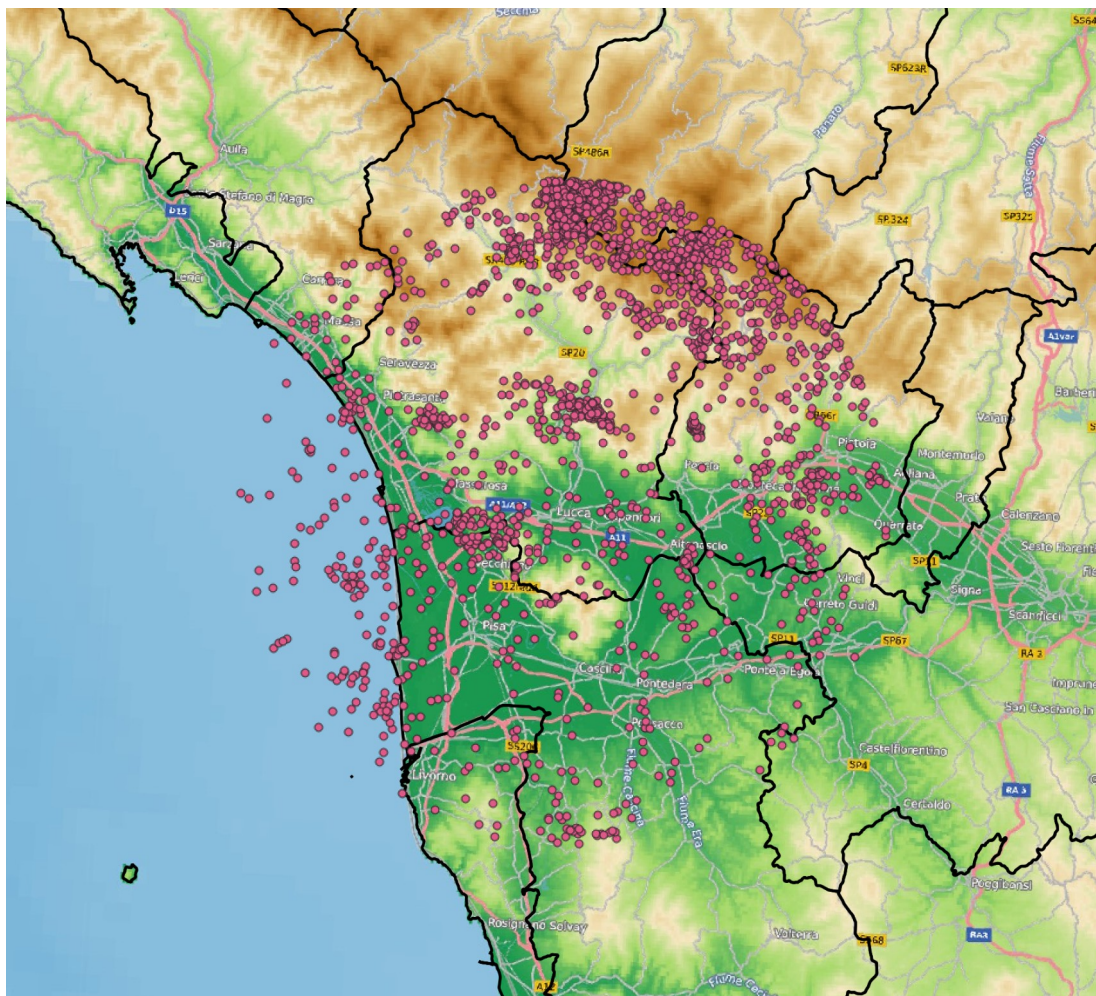


Figura 5.7. La figura che segue mostra la sismicità dal 1° gennaio 1985 al 10 novembre 2021 registrata dalla rete nazionale dell'INGV (<http://terremoti.ingv.it>).

Poco meno di 2300 terremoti hanno interessato soprattutto le aree sismiche ben note della Garfagnana e della Media Valle del Serchio. In particolare si nota la sequenze di Castelnuovo Garfagnana (iniziata il 25/1/2013), di Fivizzano (21/6/2013), nonché la sismicità dell'Appennino Tosco-Emiliano in cui si è avuta una sequenza sismica importante nel 2010. Osservando nel dettaglio , come rappresentato nella figura seguente, si osserva che la maggior parte delle scosse, fortunatamente, sono di magnitudo inferiore a 2.5, vale a dire una magnitudo che viene avvertita dalla popolazione soprattutto in area molto prossima all'epicentro.

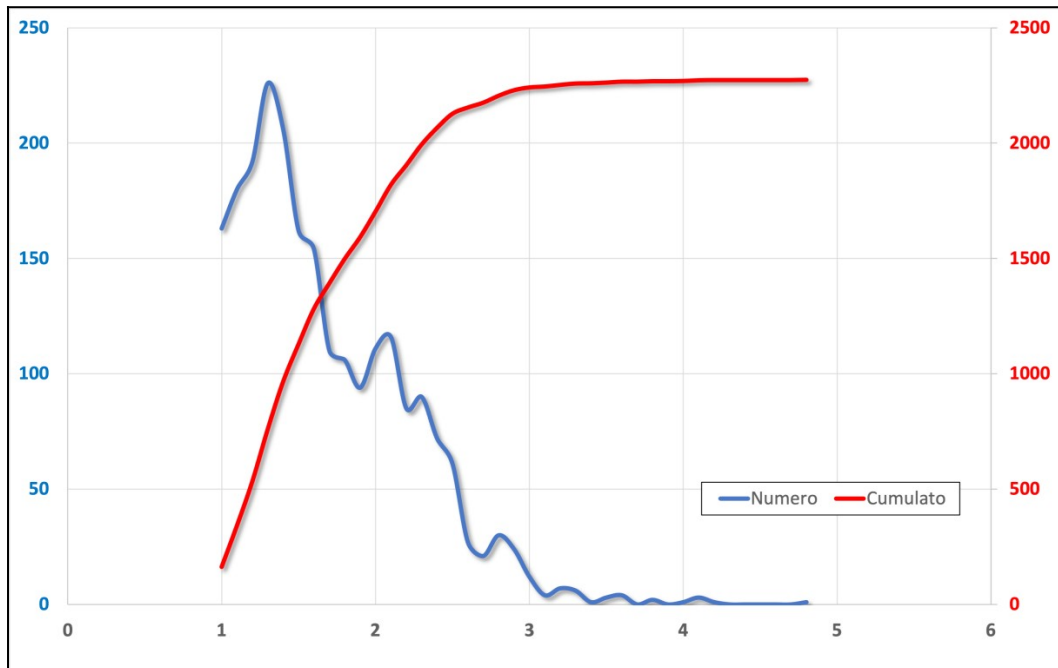


Figura C5.8. Distribuzione degli eventi sismici per valori di magnitudo.

Concentrando quindi l'attenzione sugli eventi più forti, al di sopra del valore di magnitudo di 3.0, il catalogo strumentale riporta 45 scosse. La scossa più forte è quella già citata del 25 gennaio 2013 (magnitudo momento Mw 4.8). Altre scosse di magnitudo maggiore di 3.5 hanno avuto epicentro in mare, di fronte alla costa della Versilia e di Pisa.

In ogni caso, la sismicità più recente non ha mai prodotto effetti significativi, non avendo superato l'intensità di 5 MCS.

Volendo considerare allora gli eventi più prossimi all'area di interesse, è utile la seguente figura

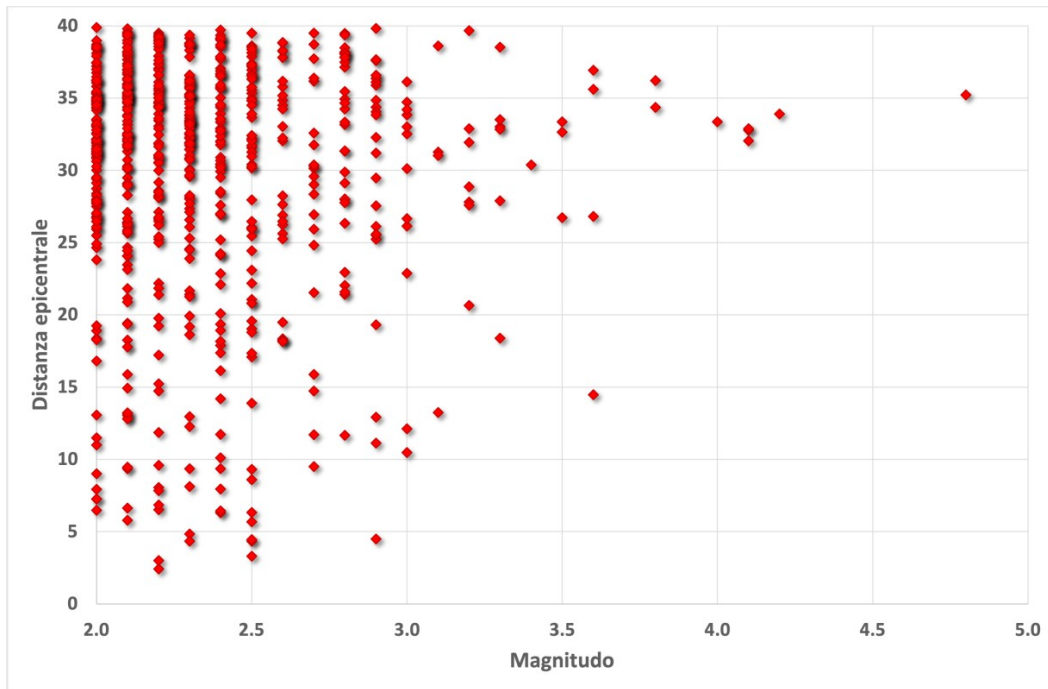


Figura C5.9. – La figura mostra la magnitudo dei terremoti, in relazione alla distanza epicentrale.

I terremoti più prossimi al capoluogo non hanno mai superato magnitudo 3, mentre andando oltre i 30 chilometri (essenzialmente Garfagnana) si sono avuti terremoti di magnitudo più elevata, fino al terremoto di magnitudo 4.8 del 25 gennaio 2013.

C5.2 - Zone e sorgenti sismogenetiche

Da quali aree ci si deve aspettare possibili prossimi scuotimenti nel territorio? Esistono strutture, nel territorio di Lucca, potenzialmente in grado di generare terremoti, magari anche forti terremoti. In parte sono già state fornite informazioni su questo punto. La sismicità storica e strumentale mostra chiaramente quali sono le aree sismiche più importanti che hanno un impatto anche sul territorio comunale. Ulteriori informazioni ci vengono fornite dalla seguente figura:

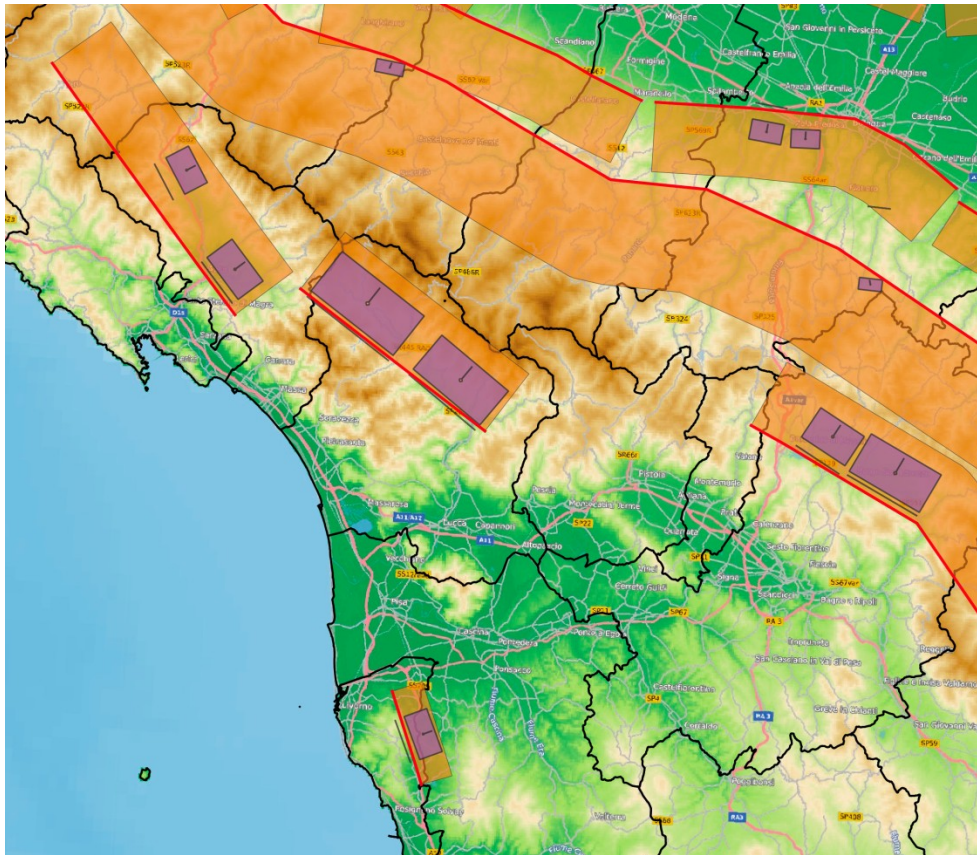


Figura C5.10. Le geometrie delle principali sorgenti sismogenetiche della Toscana settentrionale.

Con il colore arancione si evidenziano le cosiddette sorgenti composite, vale a dire quell'insieme di sorgenti sismogenetiche che possono generare terremoti maggiori ($M > 5.5$), ma dove non si riescono a individuare con certezza le singole faglie attive. I poligoni viola rappresentano le faglie ritenute responsabili dei forti terremoti dell'area in studio, sempre di magnitudo superiore a 5.5. In questo caso, infatti, un terremoto con tale magnitudo lascia un'impronta sul terreno (se non proprio tracce di fagliazione superficiale) che possiamo spesso ritrovare con l'indagine geologica. Soffermandosi alle singole faglie viola, si riconoscono le sorgenti dei terremoti principali dell'area: in Garfagnana le faglie responsabili del terremoto del 1920 (Mw 6.5) più a Nord e di un possibile terremoto di magnitudo fino a 6.1 non riportato in catalogo; in Lunigiana la faglia associata all'evento del 7 maggio 1481 (Mw 5.8) a Sud e più a Nord, presso Fivizzano, la sorgente del terremoto del 14 febbraio 1834 (Mw 6.0); in Mugello le faglie che hanno prodotto i terremoti del 1542 e del 1919 (rispettivamente Mw 6.0 e 6.4). Infine, al confine tra le province di Pisa e Livorno, la sorgente del terremoto del 14 agosto 1846 (Mw 6.0). Per tutti questi eventi si ha l'informazione del risentimento macrosismico nella città di Lucca.

C5.3 - Definizione della pericolosità sismica locale

Allo scopo di definire la pericolosità sismica locale, vengono analizzati gli studi di Microzonazione Sismica (MS), eseguiti a supporto della pianificazione urbanistica che permettono di individuare le aree che possono amplificare lo scuotimento o nelle quali si possono produrre deformazioni permanenti. Gli studi di MS consentono infatti di distinguere tra:

- zone stabili, dove non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura;
- zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale, dove il moto sismico è modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche o geomorfologiche del territorio;
- zone suscettibili di instabilità, dove possono attivarsi fenomeni deformativi permanenti, indotti o innescati dal sisma.

L'esecuzione di questi studi permette quindi di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione degli interventi di riduzione del rischio sismico. Esistono a tale proposito diversi livelli di approfondimento, con complessità e impegno crescenti, passando dal livello I fino al livello III. Per quanto riguarda il Comune di Lucca, sono disponibili gli studi di MS di livello II (disponibili da agosto 2020).

Il Comune di Lucca si trova nella macroarea di transizione ed è caratterizzato da valori di a_g (TR=475 anni) inferiori a 0,150 g. Nel territorio comunale il substrato sismico giace sia a profondità superiore ai 30 metri (piana di Lucca) sia a profondità inferiori ai 30 metri (aree collinari e montane che delimitano la piana).

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) consente di distinguere in maniera qualitativa tra zone stabili, zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale e zone suscettibili di instabilità.

La carta delle MOPS redatta per il Comune di Lucca viene rappresentata in Figura 19C, ed è correlata da una legenda interpretativa delle MOPS, redatta in accordo con gli standard ICMS (2017). Sono contenute informazioni sintetiche sui litotipi (substrato e terreni di copertura) e sugli spessori presenti in ciascuna delle 22 microzone individuate. Con i toni del verde (da 2001 a 2003) la tabella indica substrati lapidei (LP - LPS - ALS) con spessori > 100 metri, i toni del giallo (da 2005 a 2008) indicano invece ghiaie limose che poggiano su un terreno coesivo sovraconsolidato, con spessori < 30 m. I toni dell'arancio (dal 2009 al 2012) la legenda descrive litotipi sempre ghiaiosi limosi ad eccezione del 2011 in cui si ha un litotipo sabbioso limoso. Gli spessori anche qui risultano < 30 m. con i toni del marrone (dal 2013 al 2016) abbiamo la presenza nel seguente ordine di argille- ghiaie- sabbie limose e argille, con spessori > 100 m ad eccezione del litotipo

ghiaioso che mostra uno spessore complessivo < 30 m. con i toni del blu (dal 2017 al 2020) abbiamo la presenza nel seguente ordine di ghiaie- sabbie limose- argille- ghiaie limose, con spessori nel complesso > 30 m. Con i toni del rosa (2021-2022) sono indicate ghiaie con spessori > 30 m e terreni contenenti resti di attività antropica con spessori modesti (1 ÷ 3m).

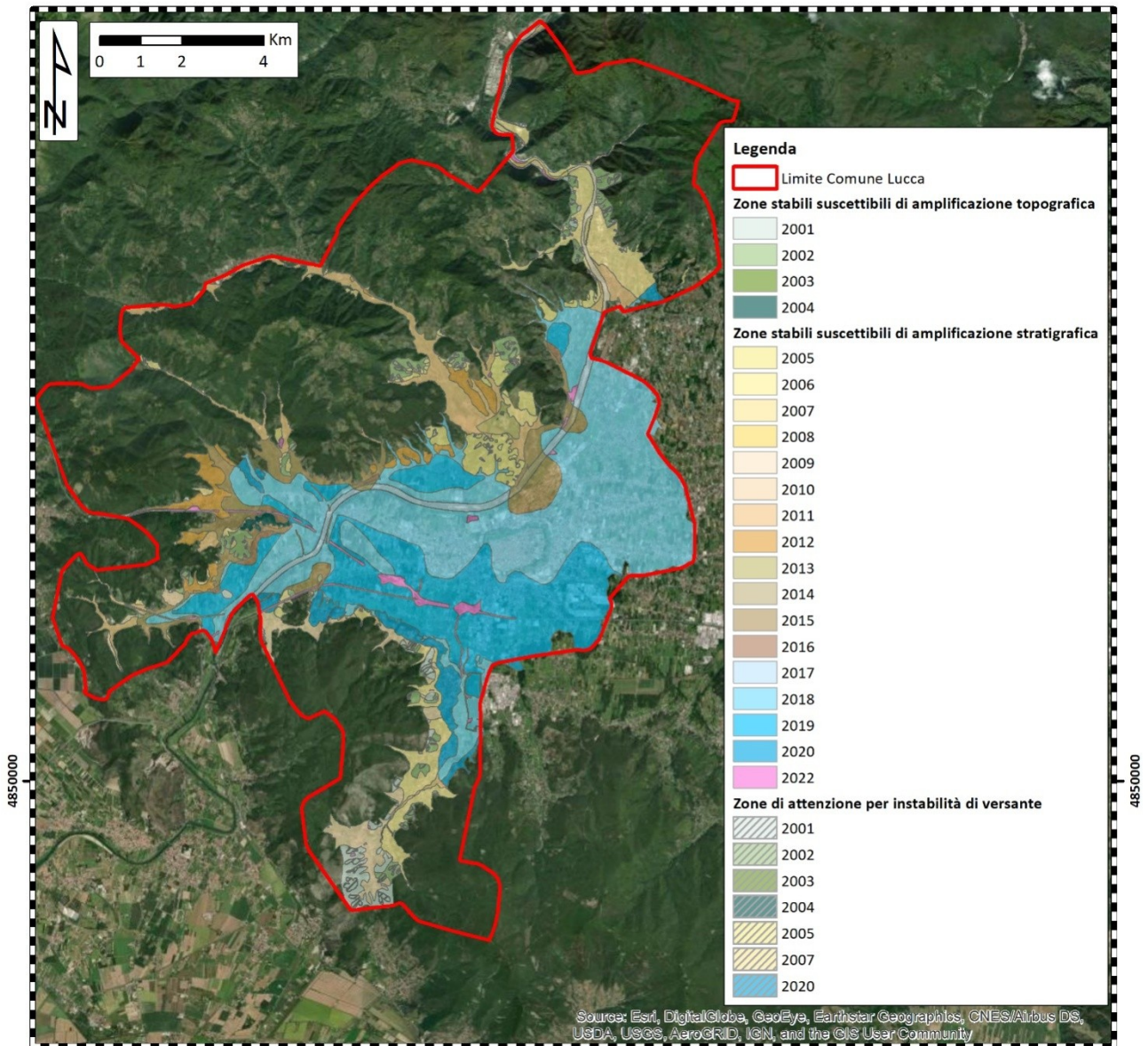


Figura 5.11. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) relativa al Comune di Lucca.

In 19C è possibile osservare che l’area della Piana di Lucca, dove si concentra la maggior parte degli agglomerati urbani del Comune, è dominata dalla presenza delle microzone 2018 e 2019, rispettivamente riferite ai litotipi sabbie limose e argille inorganiche. La MS di livello II è stata effettuata in seguito alla verifica delle condizioni geologico-tecniche per l’applicabilità degli abachi regionali, e restituisce delle mappe nelle quali viene rappresentata la variabilità del fattore di amplificazione sismica (FA) all’interno del territorio.

E' stato possibile quindi disporre di diversi valori di amplificazione per ciascuna MOPS, che hanno consentito di trasformare ognuna di esse in una o più microzone sismiche di livello II. In particolare, in figura 20C viene riportata la variabilità del fattore di amplificazione relativo all'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s; all'interno di questo *range* ricadono infatti i valori del periodo proprio di vibrazione caratteristici delle strutture più rigide, ovvero degli edifici costituiti da un numero di piani limitato, quali quelli dell'edificato presente nell'area in esame. Sono state distinte 13 microzone di livello II: una per le zone stabili, 6 per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e 6 per le zone di attenzione per instabilità di versante. Nella legenda, di fianco a ciascuno dei simboli utilizzati per rappresentare le diverse microzone di livello II, sono riportati i fattori di amplificazione attribuiti ad ognuna di esse.

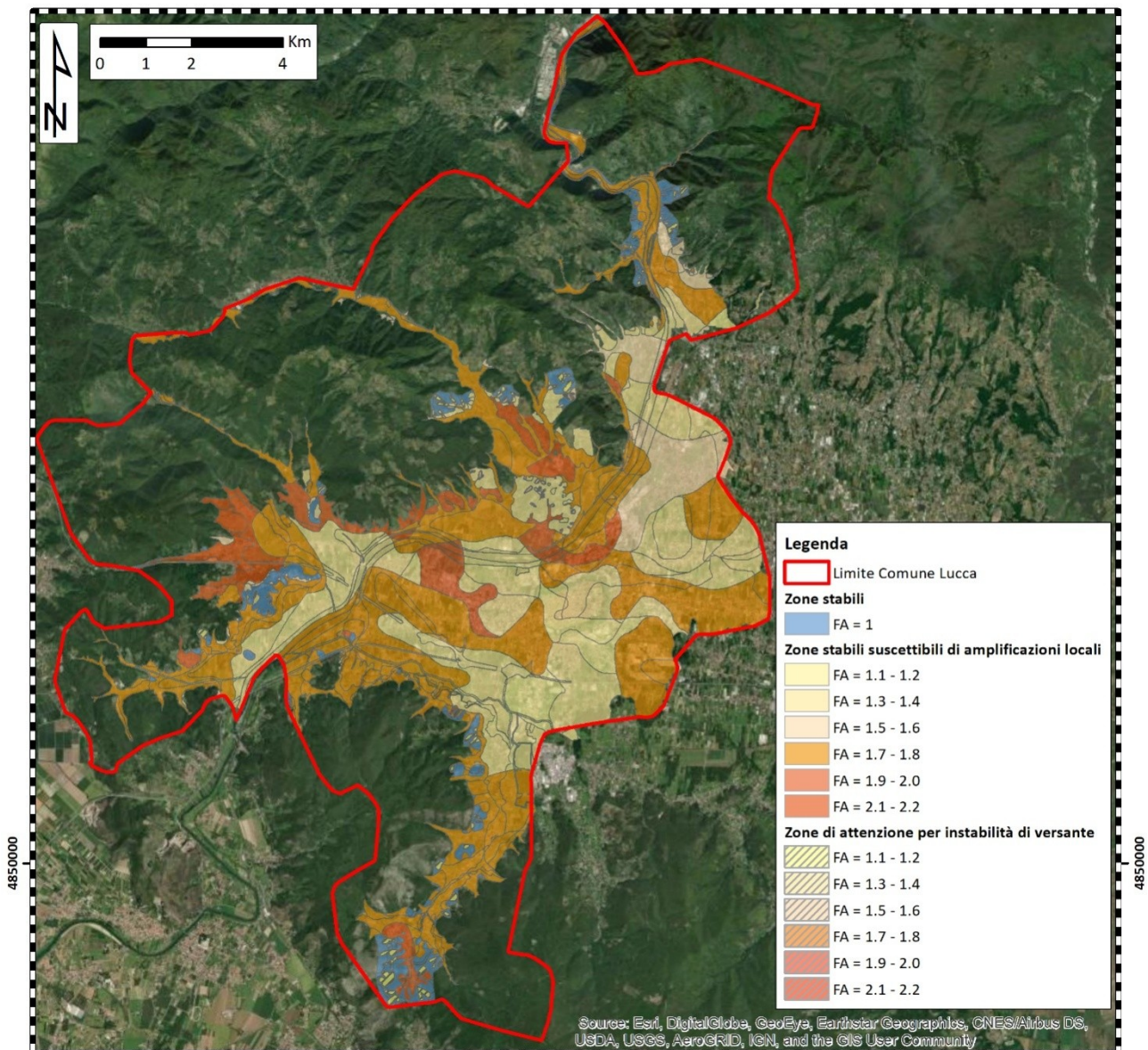


Figura C5.12. Carta di microzonazione sismica di livello II - FHa 0.1-0.5 s.

Nella figura 20C è possibile osservare che tutte le aree che nella Carta delle MOPS ricadono nelle microzone 2001, 2002, 2003 e 2004, sono incluse nella microzona di livello II indicata come zona stabile, priva cioè di amplificazione stratigrafica, caratterizzata da un valore FA = 1.

In figura 21C viene riportata invece la variabilità del fattore di amplificazione nell'intervallo di periodo compreso tra 0.5 e 1.0 s; all'interno di questo *range* ricadono invece i valori del periodo proprio caratteristici delle strutture più flessibili, con elevato numero di piani. Anche in questo caso sono state distinte 13 microzone di livello II: una per le zone stabili, 6 per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e 6 per le zone di attenzione per instabilità di versante.

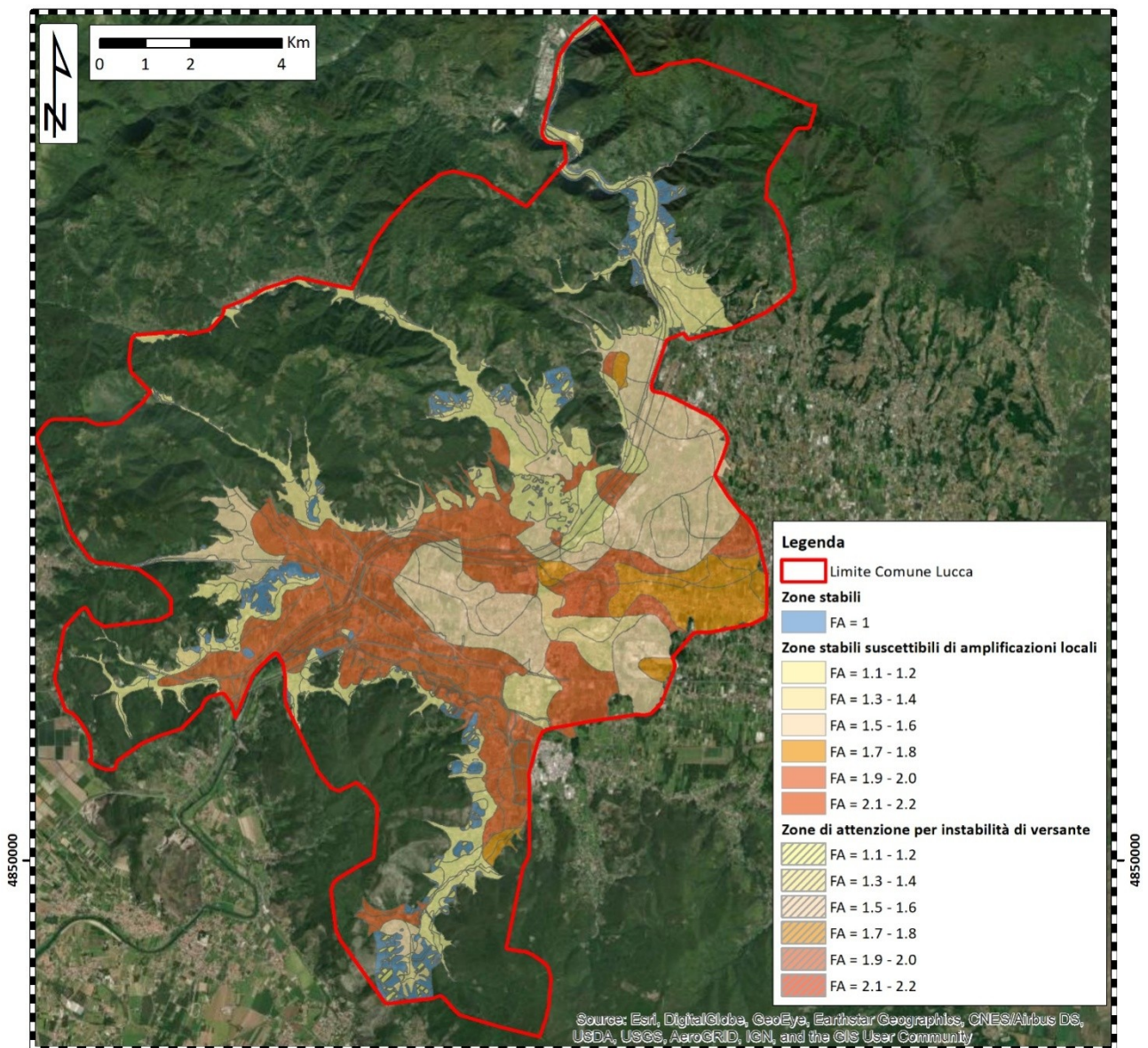


Figura C5.13. Carta di microzonazione sismica di livello II - FHa 0.5-1.0 s.

Anche in questo caso, la microzona di livello II indicata come zona stabile con $FA = 1$, include tutte le aree che nella Carta delle MOPS sono costituite da substrato affiorante o sub-affiorante, indicate come microzone 2001, 2002, 2003 e 2004.

In figura 22C viene infine rappresentata la carta costruita interpolando i valori massimi del fattore di amplificazione FHa ricavati dalle due carte riprodotte in figura 20C e in figura 21C. Anche in questo caso sono state distinte le medesime microzone di livello II: una per le zone stabili, 6 per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e 6 per le zone di attenzione per instabilità di versante.

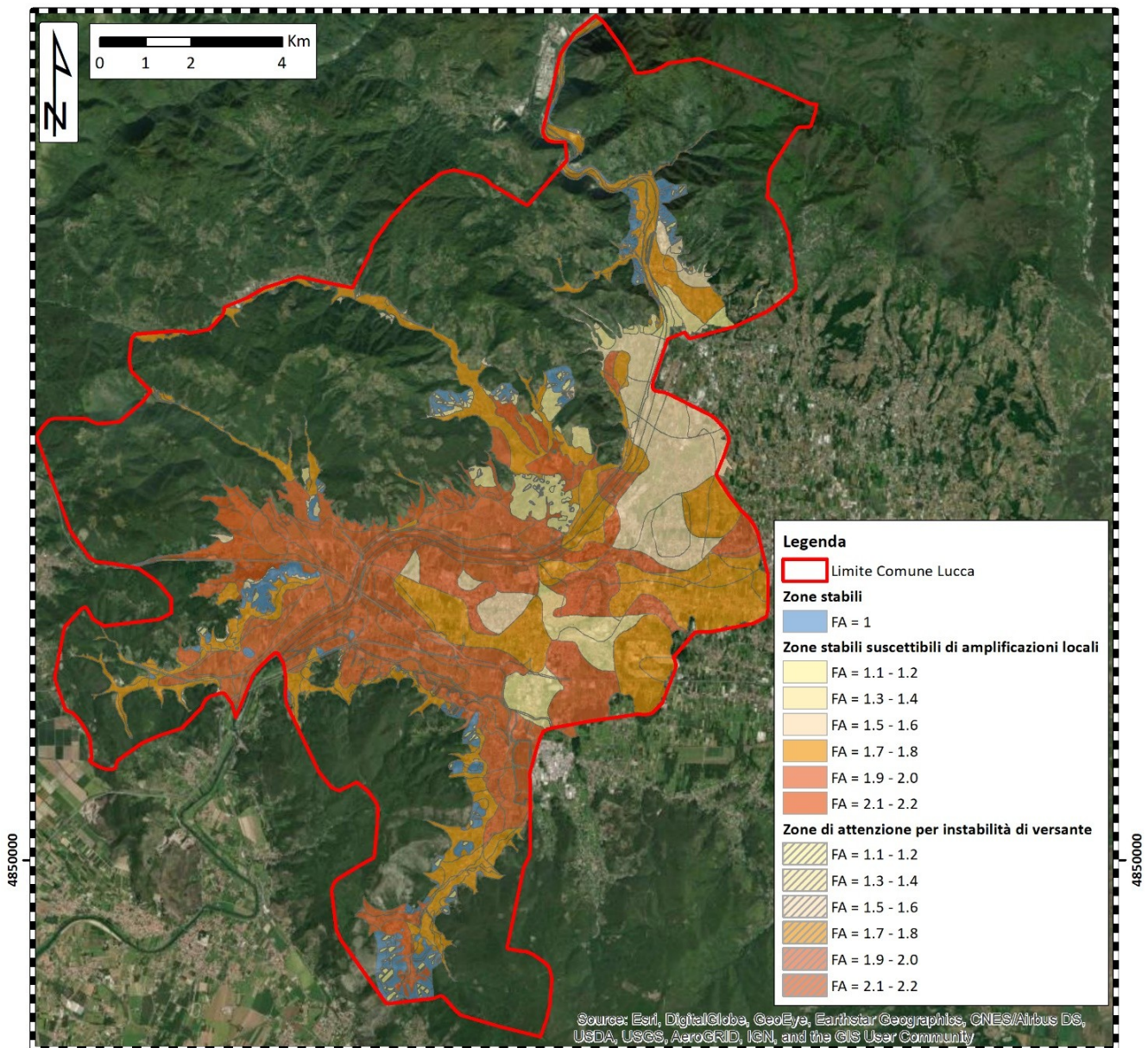


Figura C5.14. Carta di microzonazione sismica di livello II - FHa max.

Anche sulla carta in figura 22C, la microzona di livello II indicata come zona stabile include le MOPS 2001, 2002, 2003 e 2004 e valgono le stesse considerazioni precedentemente esposte.

Proprio in virtù delle modalità attraverso le quali la carta in figura 22C è stata costruita, si osserva che le aree collocate all'interno delle microzone rappresentative dei valori più bassi del fattore di amplificazione sono limitate a piccole porzioni del territorio.

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dagli studi di MS consente la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale delle aree oggetto di studio, mediante l'attribuzione delle classi di pericolosità in funzione della variabilità del fattore di amplificazione sismica locale. In base al D.P.G.R. 5/R/2020 e in particolare alla D.G.R.T. 31/2020, che contiene le direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, sono distinte 4 classi di pericolosità sismica locale:

Pericolosità sismica locale	Caratteristiche
molto elevata (S.4)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aree interessate da deformazione legata alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie; ➤ terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti; ➤ aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici;
elevata (S.3)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti; ➤ aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione; ➤ zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; ➤ zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso attraverso entro alcune decine di metri dal piano campagna; ➤ zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4; ➤ aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate "APF", e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;
media (S.2)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1Hz; ➤ zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4 ➤ zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15°); ➤ zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;
bassa (S.1)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15°), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Nella figura 23C si riporta la Carta della pericolosità sismica locale redatta per il Comune di Lucca sulla base degli studi di MS condotti.

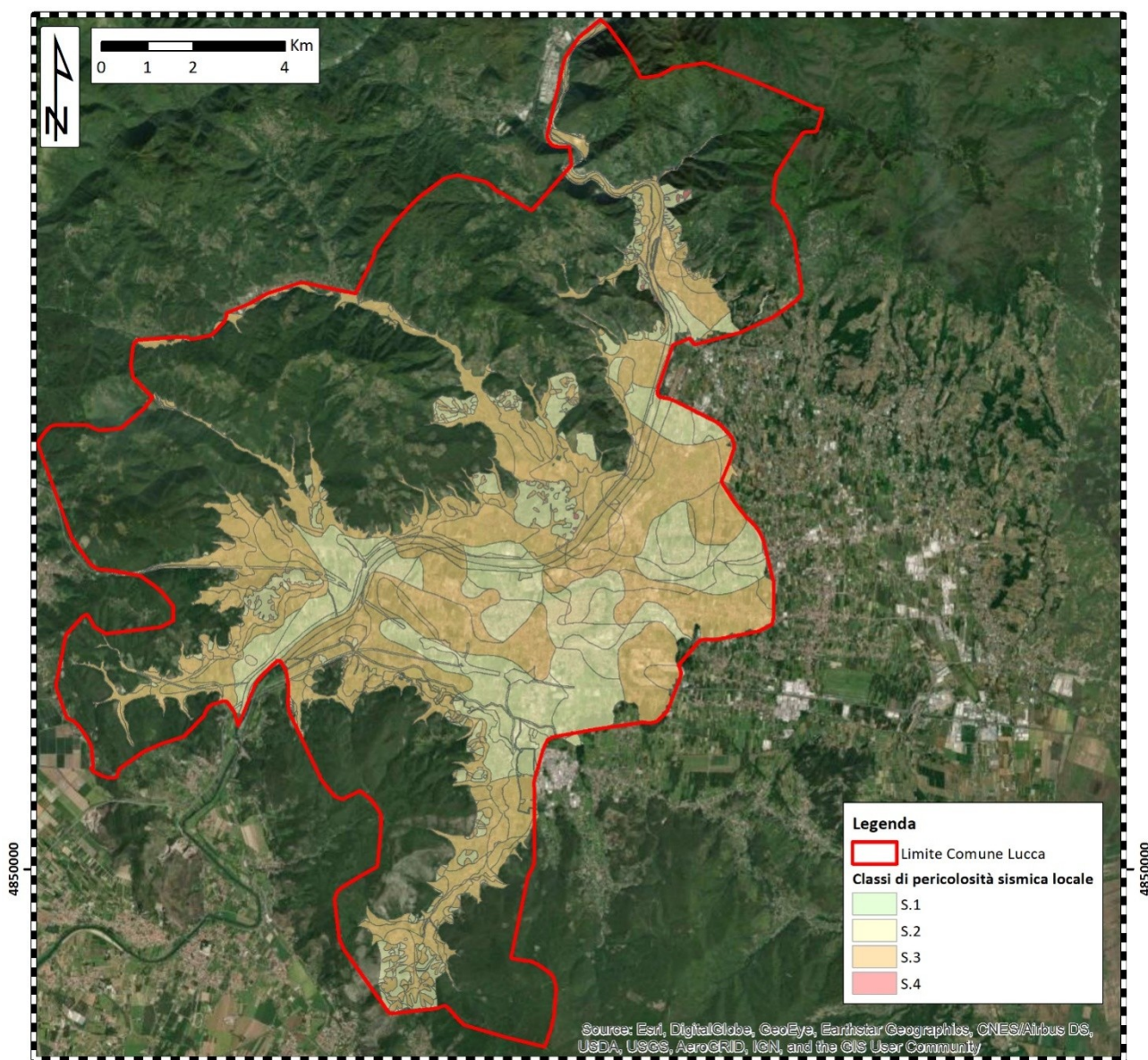


Figura C5.15. Carta della pericolosità sismica locale.

Dalla figura 23C è possibile osservare che non sono presenti aree del territorio ricadenti in classe S.1, ovvero a bassa pericolosità, mentre il territorio del Comune di Lucca è caratterizzato da una pericolosità sismica locale media (classe S.2) ed elevata (classe S.3).

In particolare, ricadono in classe S.2 quasi interamente il Centro Storico e parte delle frazioni di S. Anna, Arancio e Pontetetto. Rientrano in classe S.3 le zone di Ponte a Moriano, Saltocchio e Monte S. Quirico e ampie zone della Piana per le quali sono stati determinati valori del fattore di amplificazione maggiori di 1.4, peraltro tipici anche delle zone di bordo della Piana, il fondovalle e

le digitazioni vallive. Ricadono in classe S.4, a pericolosità molto elevata, delle porzioni del territorio comunale molto limitate, interessate da instabilità di versante attive.

Zone di attenzione per instabilità di versante

In seguito alle indagine eseguite per la relazione del piano operativo comunale, l’analisi di microzonazione sismica è stata completata definendo la pericolosità sismica locale anche nelle aree di collina individuando anche le zone di attenzione per fenomeni di instabilità di versante. Sono state complessivamente distinte 13 microzone di Livello 2 (Mz2): una microzona per le zone stabili (A), 6 per le zone stabili suscettibili di amplificazione locale (B-G) e 6 per le aree instabili per frana (H-M). Le 13 Mz2, con i fattori di amplificazione attribuiti ad ognuna di esse, sono riportate nel quadro seguente.

Zone stabili	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	Zone di attenzione per instabilità di versante - ZAFr
A FA = 1	B FA = 1.3 - 1.2	H FA = 1.1 - 1.2
	C FA = 1.3 - 1.4	I FA = 1.3 - 1.4
	D FA = 1.5 - 1.6	J FA = 1.5 - 1.6
	E FA = 1.7 - 1.8	K FA = 1.7 - 1.8
	F FA = 1.9 - 2.0	L FA = 1.9 - 2.0
	G FA = 2.1 - 2.2	M FA = 2.1 - 2.2

Attribuzione dei valori dei fattori di amplificazione e microzone di Livello 2

Le aree instabili per frana si trovano nelle regioni collinari e montane che circondano e delimitano la pianura di Lucca e interessano i depositi delle zone MOPS Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z7 e Z20. In queste aree, tranne rare eccezioni, non sono presenti misure di microtremore a stazione singola né indagini sismiche di altro tipo. Alle aree in frana è stata attribuita una classe di amplificazione pari a quella delle aree che le includono aumentata, in via cautelativa, di una classe. In base ai criteri sopra descritti, le zone di attenzione per instabilità di versante sono state attribuite a 7 Mz2: microzona H (FHa=1.1-1.2), microzona I (FHa=1.3-1.4), microzona J (FHa=1.5-1.6), microzona K (FHa=1.7-1.8), microzona L (FHa=1.9-2.0) e microzona M (FHa=2.1-2.2).

La Carta della pericolosità sismica locale (Elaborato QG 11) riporta le condizioni di pericolosità sismica locale valutate sulla base di tutte le informazioni derivanti dagli studi di MS di Livello II e distinte nelle seguenti 4 classi, così come definite dal regolamento 5/R/2020. In particolare, per quanto concerne alle “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore si amplificazione (F_x)>1.4”, si precisa che la Carta di riferimento è la Carta di microzonazione sismica di livello II - FHa 0.1-0.5 s.

Potenziale di liquefazione dei depositi

Per il territorio in esame, si ritiene che non sussistano le condizioni per cui possano verificarsi fenomeni di liquefazione, sia in relazione alla bassa energia del terremoto atteso, sia in relazione all'assenza di depositi di sabbie pulite. D'altronde, a prescindere dalla granulometria dei terreni, generalmente i valori di velocità delle onde sismiche trasversali V_s attinenti ai depositi prevalentemente sabbiosi presenti nel territorio comunale sono superiori a $200 \div 220$ m/s, quindi si ritiene improbabile il verificarsi di fenomeni di liquefazione in relazione ai criteri di resistenza indicati in ICMS 2008 validi per magnitudo $M = 7.5$ contro $5,68$ di Lucca.

C5.4 - Valutazione del rischio sismico, della pericolosità, della vulnerabilità ed esposizione

L'identificazione delle aree esposte a rischio sismico costituisce infatti la base sia per la pianificazione territoriale e urbanistica, sia per la redazione, l'integrazione e l'aggiornamento dei piani di Protezione Civile. Per una prima valutazione del rischio sismico, si è fatto ricorso alla metodologia proposta dalla Regione Toscana con la D.G.R.T. 31/2020, e in particolare con la valutazione di rischio di Livello 1 che rappresenta una prima stima sulla base di dati meramente statistici e quindi sufficienti ad avere una visione di insieme ma non certamente a livello di aggregato strutturale o edificio. La metodologia prevede ulteriori livelli di approfondimento che potranno essere sviluppati in futuro, all'aumentare del livello di conoscenza conseguente all'esecuzione di studi di maggior dettaglio relativi alla pericolosità, alla vulnerabilità e all'esposizione.

Il modello proposto si pone l'obiettivo di definire il grado di rischio sismico sulla base di quattro classi tipologiche per ciascuna unità minima di rappresentazione, in funzione dei dati disponibili e della scala territoriale di riferimento. Ciascuno dei parametri di valutazione preso in esame contribuisce alla definizione di un modello a matrice, il cui risultato finale è l'assegnazione di una classe di rischio. Per la pericolosità si fa riferimento alla pericolosità sismica di base, individuata per ciascuna sezione censuaria attraverso i valori dell'accelerazione massima su terreno rigido e pianeggiante di riferimento (a_g , definita come frazione dell'accelerazione di gravità $g = 9.81$ m/s²) per un periodo di ritorno pari a 475 anni. Come si osserva nella Tabella , 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 (cfr. Tab. 1, Allegato 1 “Criteri per la valutazione dei fattori di rischio sismico”, dell’Allegato A alla D.G.R.T. 31/2020).

	PERICOLOSITÀ		VULNERABILITÀ		ESPOSIZIONE		RISCHIO	
	Valori di a_g [g]	Classe di Pericolosità (P)	Valori di I_v	Classe di Vulnerabilità (V)	Valori di I_{es}	Classe di Esposizione (E)	Valori di IR	Classe di Rischio (R)
alta	> 0.200	4	≥ 4	4	≥ 4	4	≥ 10	4
medio-alta	0.150 ÷ 0.200	3	= 3	3	= 3	3	$8 \leq IR < 10$	3
medio-bassa	0.125 ÷ 0.150	2	= 2	2	= 2	2	$6 \leq IR < 8$	2
bassa	< 0.125	1	≤ 1	1	= 1	1	< 6	1

Tabella C5.4. Valutazione della classe di pericolosità sismica, vulnerabilità sismica, esposizione sismica e infine rischio sismico secondo la D.G.R.T. 31/2020.

La vulnerabilità sismica è stata suddivisa in 4 classi e stimata, per ciascuna sezione censuaria, in forma qualitativa, sulla base dei dati statistici disponibili forniti dall’Istat. Tenuto conto dei dati statistici e delle conoscenze consolidate in merito agli effetti dei terremoti sugli edifici, sono stati individuati indicatori intrinseci (rappresentati dalle caratteristiche dell’edificio censito, quali l’epoca di costruzione, la tipologia strutturale e l’altezza degli edifici) ed estrinseci (rappresentati dalle caratteristiche delle aree prese in considerazione) ai quali sono stati associati degli indici di vulnerabilità. Come si osserva nella tabella 2, attraverso la sommatoria di ciascun indice dei diversi fattori presi in considerazione, si determina l’indice di vulnerabilità complessivo della sezione censuaria (I_v), da cui si ricava la classe di vulnerabilità (V).

L’esposizione sismica è connessa con la natura, la qualità e la quantità dei beni esposti ed esprime la possibilità di subire un danno economico e sociale, sia in termini di beni esposti che in termini di vite umane. Anche l’esposizione sismica viene suddivisa in 4 classi e stimata, per ciascuna sezione censuaria, in forma qualitativa, a partire dai dati statistici disponibili forniti dall’Istat, relativi a popolazione residente, numero di edifici e destinazione d’uso dell’area (abitativa e produttiva), ai quali sono stati associati degli indici. Come si osserva nella tabella 2, attraverso la sommatoria di ciascun indice dei diversi fattori presi in considerazione, si determina l’indice di esposizione complessivo della sezione censuaria (I_{es}), da cui si ricava la classe di esposizione (E).

Infine, definiti i valori relativi alle classi di pericolosità (P), vulnerabilità (V) ed esposizione (E), è possibile determinare la classe di rischio (R), sulla base del valore dell’indicatore di rischio (IR), ottenuto dalla somma di P, V ed E, secondo le indicazioni della tabella 2 (cfr. Tab. 17, Allegato 1 “Criteri per la valutazione dei fattori di rischio sismico”, dell’Allegato A alla D.G.R.T. 31/2020).

C5.5 - Valutazione del rischio sismico delle strutture sanitarie e scolastiche.

Al fine della valutazione del rischio si è proceduto con i limiti delle valutazioni di livello I ad un approfondimento relativo alle strutture strategiche e in particolare a quelle sanitarie e scolastiche. Acquisiti dalla Regione Toscana gli *shapefile* delle classi di pericolosità, vulnerabilità, esposizione e rischio relativi al Livello 1 di approfondimento, è stato realizzato un progetto informatico su piattaforma GIS (*Geographic Information System*), nel quale a queste perimetrazioni è stato sovrapposto lo strato informativo contenente il *database* con gli edifici ad uso scolastico e ospedaliero-sanitario.

In questo modo è stato possibile determinare la distribuzione degli edifici investigati nelle 4 classi tipologiche definite nel modello proposto dal Settore Sismica - Prevenzione Sismica della Regione Toscana (1 = bassa, 2 = medio-bassa, 3 = medio-alta, 4 = alta); i risultati ottenuti sono rappresentati nei grafici a colonna in figura 24C.

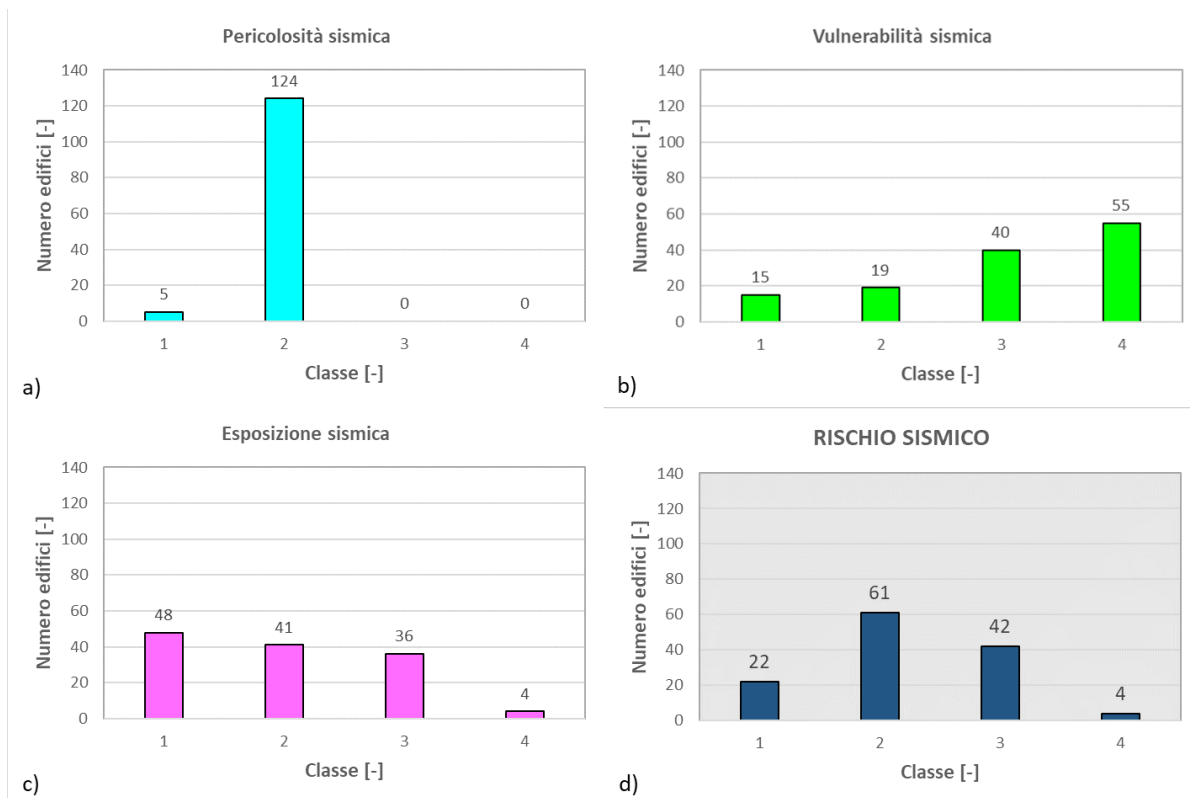


Figura C5.16 - Distribuzione degli edifici ad uso scolastico e ospedaliero-sanitario nelle 4 classi tipologiche in relazione a: a) pericolosità; b) vulnerabilità; c) esposizione; d) rischio sismico.

Nella figura 24C, in a) viene rappresentata la distribuzione delle strutture strategiche ad uso sanitario e scolastico secondo le 4 classi di pericolosità sismica di base, in riferimento ai valori

dell'accelerazione massima su terreno rigido e pianeggiante per un periodo di ritorno di 475 anni, relativi alla sezione censuaria di appartenenza di ciascun edificio. Si rileva che la quasi totalità delle strutture in esame si colloca nella classe di pericolosità 2, mentre nessuno degli immobili ricade nelle classi 3 e 4. I 5 edifici in classe 1 sono la Scuola dell'Infanzia Balbano (cod. 02.041), la Scuola dell'Infanzia S. Maria del Giudice (cod. 02.000), la Scuola Primaria Giovanni XXIII (cod. 02.038), la Scuola Primaria E. De Amicis (cod. 02.037) e infine la Scuola Primaria Divina Provvidenza (cod. 02.007).

Nella figura 24C, in b) viene rappresentata la distribuzione degli edifici secondo le 4 classi di vulnerabilità sismica, ottenuta sulla base dei dati statistici forniti dall'Istat relativi alla sezione censuaria di appartenenza degli edifici. In questo caso, il 43% degli immobili, pari a 55 unità, si colloca nella classe a vulnerabilità più elevata. La maggior parte degli edifici che ricadono in classe 4 è ubicata in corrispondenza di Lucca Città, in particolare all'interno della cerchia muraria, dove l'edificato censito è costituito dalle strutture in muratura del Centro Storico, ben riconoscibile e identificabile per la presenza di torri e campanili. Il 31% degli edifici, pari a 40 unità, appartiene alla classe di vulnerabilità 3 (medio-alta), con una distribuzione più omogenea all'interno del territorio del Comune di Lucca; gli edifici rimanenti sono quasi equamente distribuiti tra le classi 1 e 2.

Nella figura 24C, in c) viene rappresentata la distribuzione delle strutture strategiche di interesse secondo le 4 classi di esposizione sismica, ottenuta, analogamente alla vulnerabilità, sulla base dei dati statistici forniti dall'Istat. Diversamente da quanto si osserva per la vulnerabilità, il 37% degli immobili ricade in classe 1, mentre il 32% rientra in classe 2, ovvero è ubicata all'interno di sezioni censuarie a esposizione bassa o medio-bassa. Gli edifici rimanenti rientrano all'interno della classe di esposizione 3, per un totale di 36 unità, mentre 4 soli immobili si collocano nella classe di esposizione più elevata.

Nella figura 24C, in d) si rappresenta infine la distribuzione degli edifici secondo le 4 classi di rischio sismico, ottenuta dall'applicazione dell'approccio matriciale previsto dalla metodologia proposta dalla Regione Toscana. Si osserva una prevalenza di edifici in classe 2, per un totale di 61 unità, mentre sono 22 gli immobili in classe 1, 42 gli edifici in classe 3 e sono soltanto 4 quelli in classe 4. In relazione alla distribuzione degli edifici strategici all'interno delle 4 classi definite dalla metodologia sviluppata dalla Regione Toscana, i risultati sono stati aggregati in funzione delle 9 ex circoscrizioni (Unità Territoriali Organiche Elementari (UTOE)) che il Piano Strutturale individua all'interno del Comune di Lucca, rappresentate in figura 25C. Nella figura, le strutture strategiche ad uso sanitario e scolastico sono raffigurate rispettivamente mediante simboli circolari di colore rosa e blu, coincidenti con i centroidi dei poligoni rappresentativi delle pertinenze degli edifici.

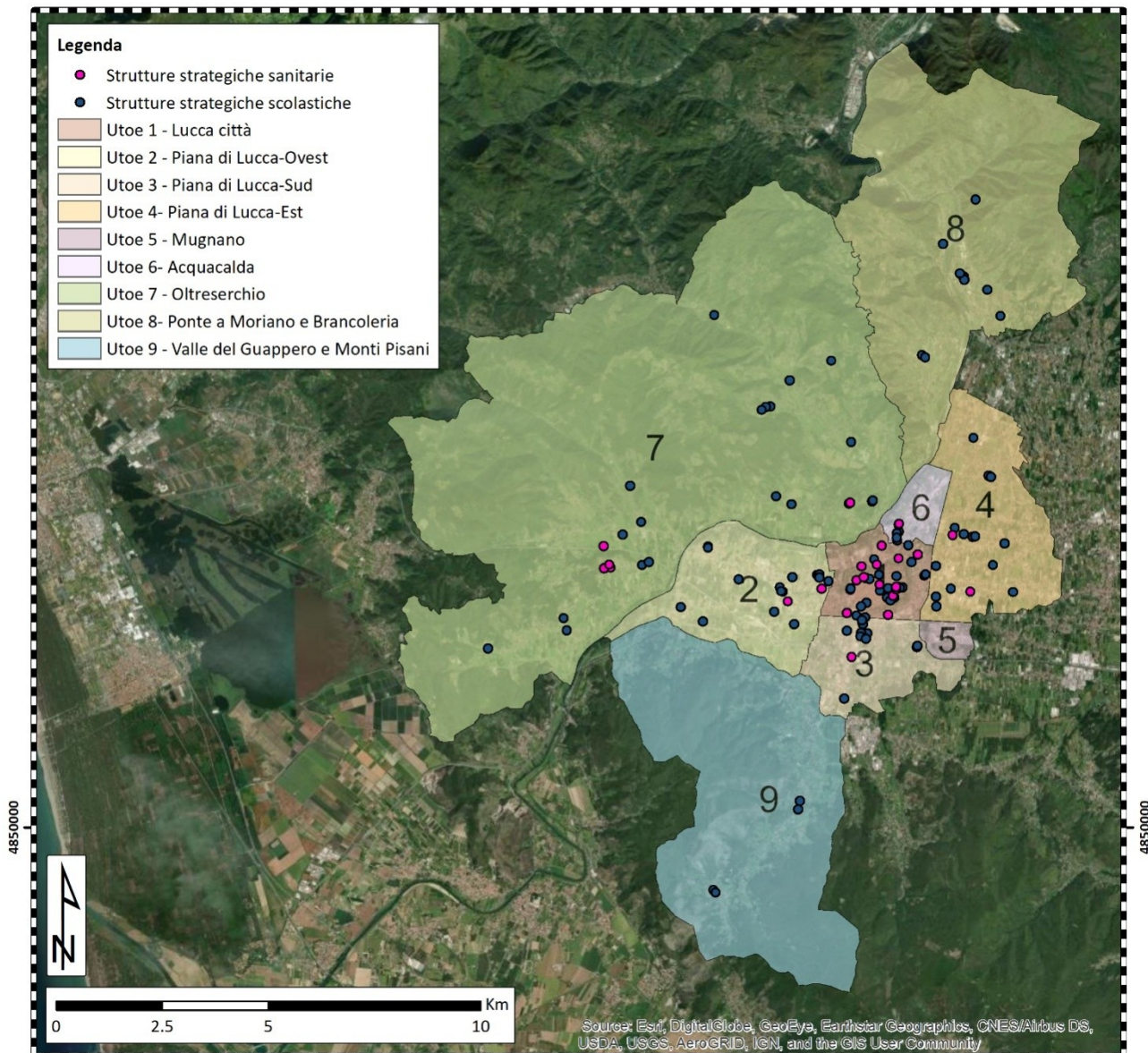


Figura C5.17. Mappa delle 9 UTOE individuate dal Piano Strutturale di Lucca.

Come anticipato, la maggior parte del territorio di Lucca Città, e quindi anche delle strutture qui collocate, ricade in classe di vulnerabilità 4 (alta), poiché l’edificato censito è costituito da fabbricati in muratura costruiti in epoche remote.

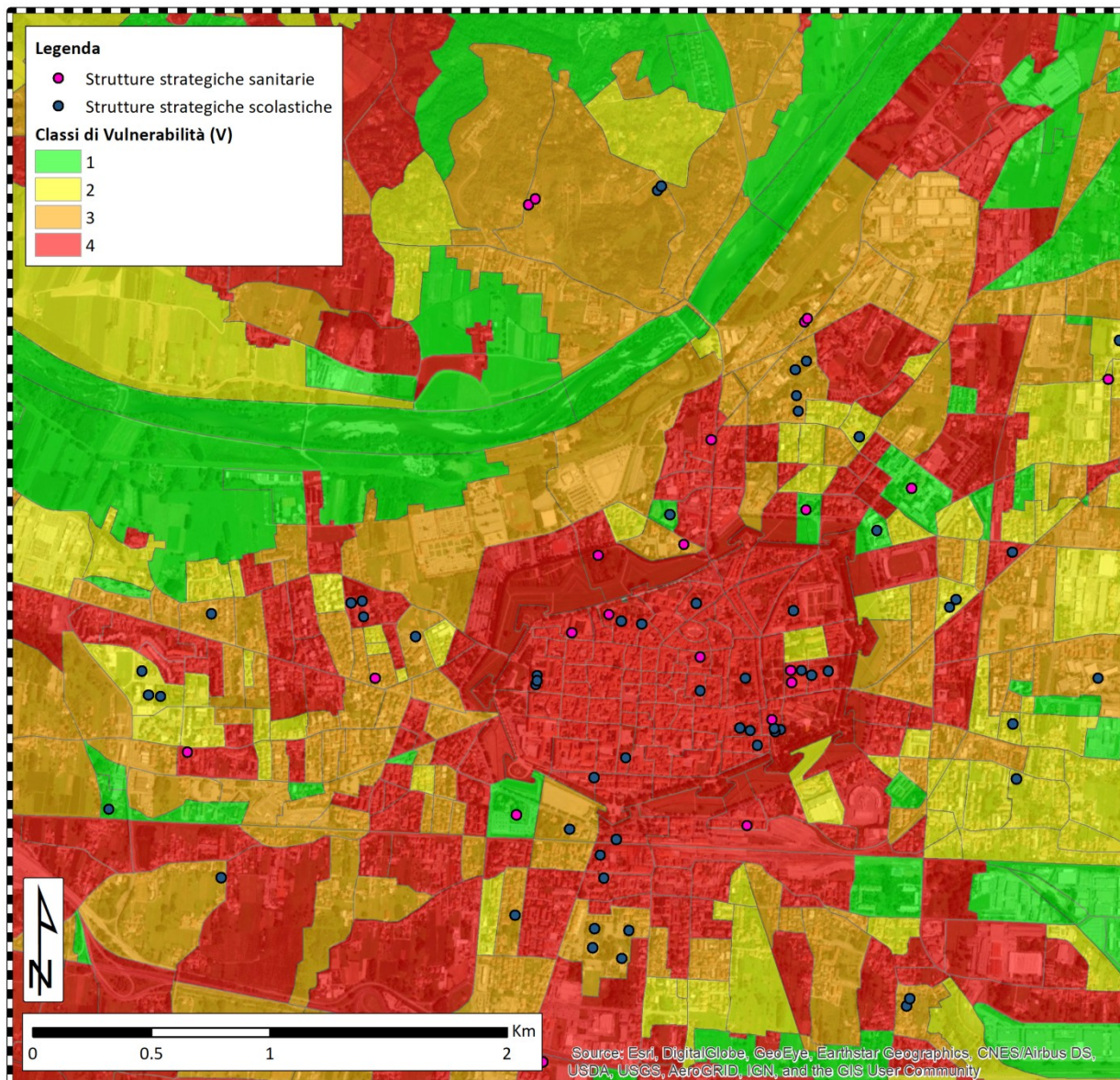
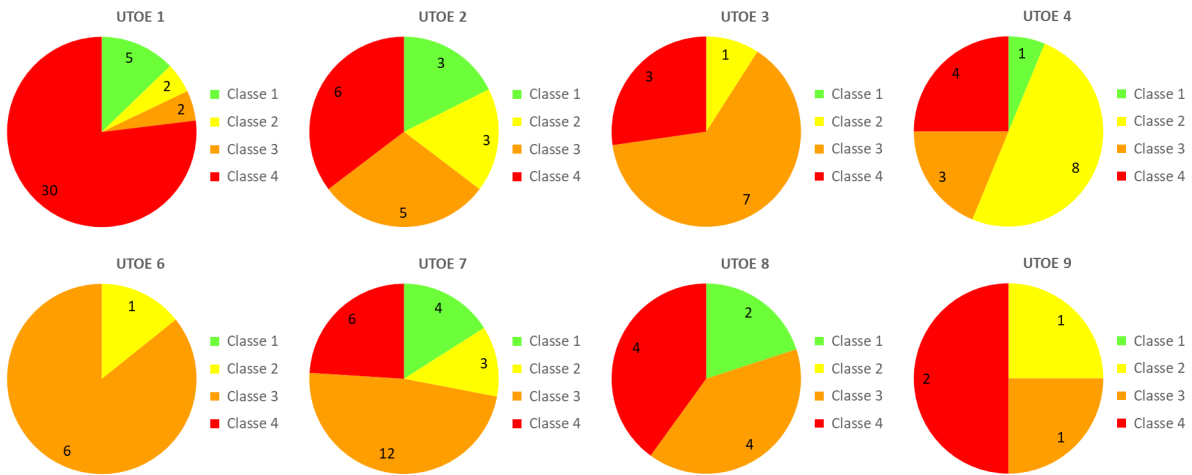


Figura C5.18. Estratto della mappa di vulnerabilità sismica di Livello 1.

In figura 26C si rappresenta la distribuzione degli edifici nelle 4 classi di vulnerabilità in riferimento alle 9 UTOE che il Piano Strutturale individua all'interno del Comune di Lucca. Tuttavia, poiché all'interno della UTOE 5 (Mugnano) non sono presenti strutture strategiche di interesse, non è possibile fornire nessuna rappresentazione relativa alla distribuzione degli edifici nelle diverse classi di vulnerabilità.



UTOE	Classi di vulnerabilità/ edifici			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
1. Lucca città	5	2	2	40
2. Piana di Lucca/ Ovest	3	3	5	6
3. Piana di Lucca / Sud	0	1	7	3
4. Piana di Lucca/ est	1	8	3	4
5. Mugnano	0	0	0	0
6. Acquacalda	0	1	6	0
7. Oltreserchio	4	3	12	6
8. Ponte a Moriano e Brancoleria	2	0	4	4
9. Valle del Guappero e Monti Pisani	0	1	1	2
Strutture di interesse	12%	15%	31%	43%

Figura C5.19. Distribuzione nelle 4 classi di vulnerabilità sismica di Livello 1 delle strutture strategiche sanitarie e scolastiche all'interno delle UTOE.

In figura 28C è rappresentata la perimetrazione del rischio sismico relativa alla medesima porzione della città di Lucca della quale sono state presentate vulnerabilità ed esposizione.

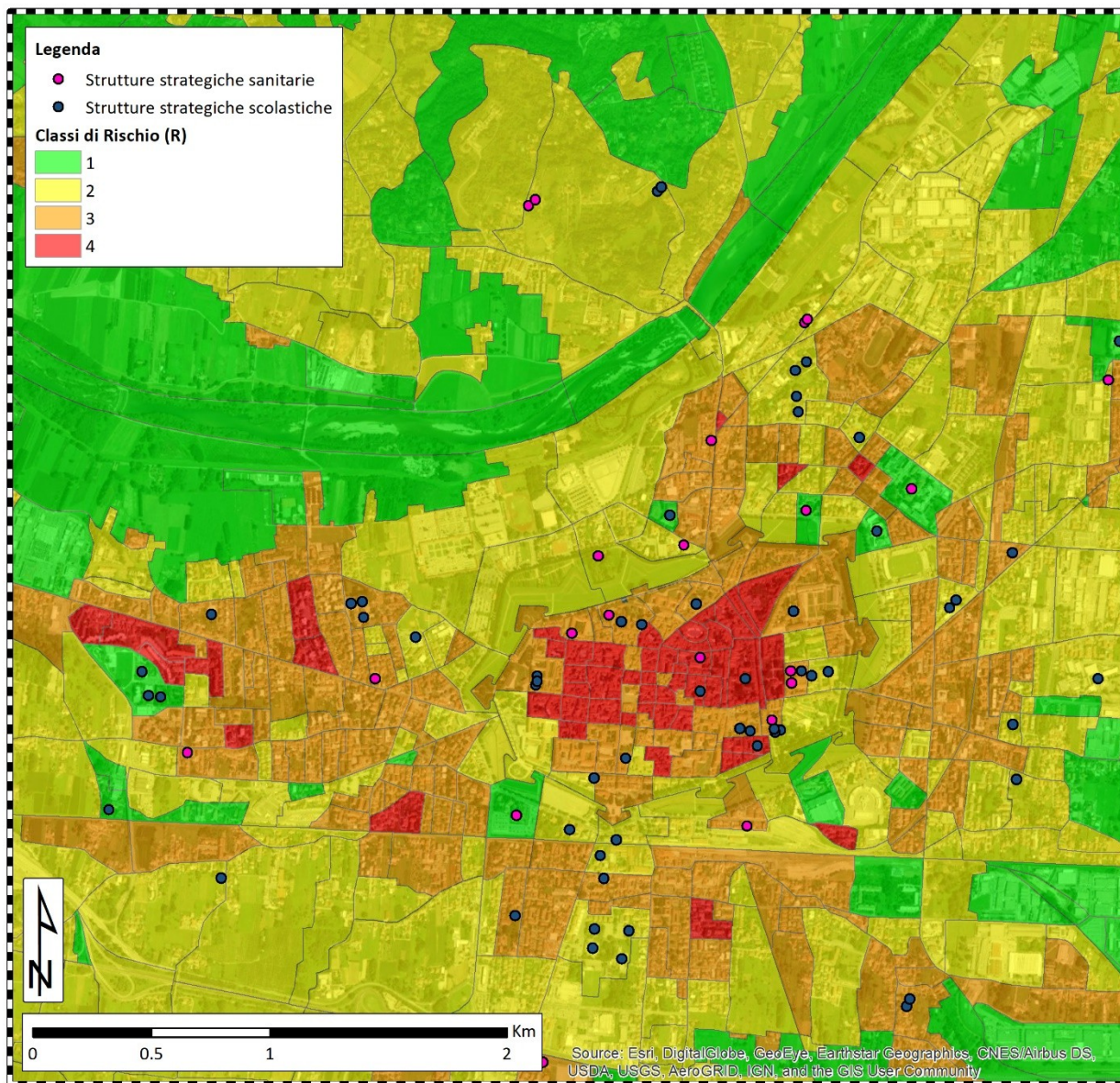
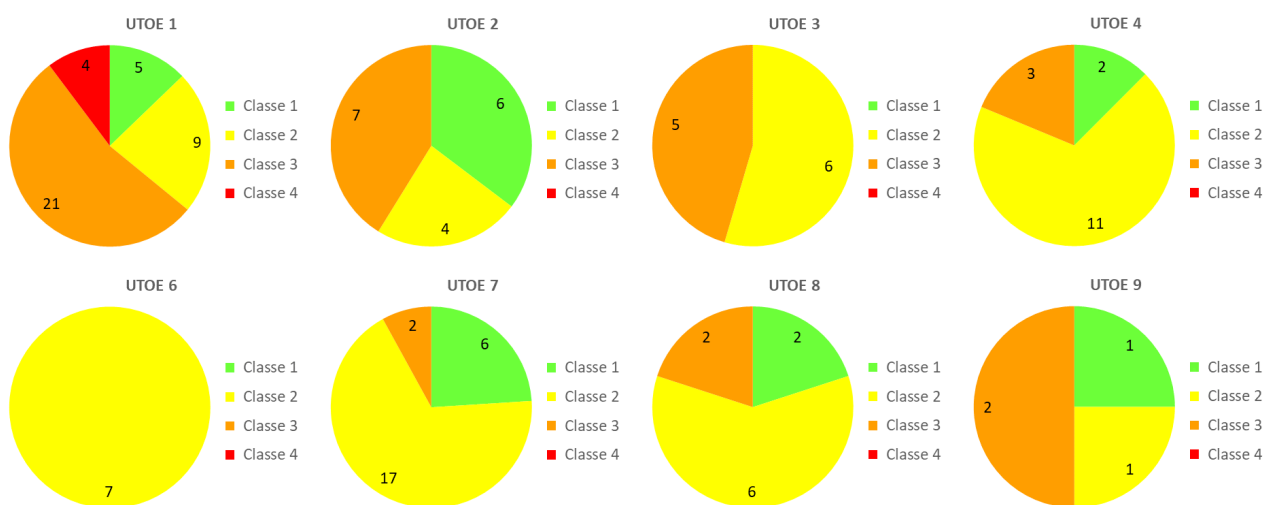


Figura C5.20. Estratto della mappa di rischio sismico di Livello 1.

Analogamente a quanto osservato a proposito della mappa relativa alla vulnerabilità sismica, la distribuzione delle sezioni del censimento Istat all'interno delle 4 classi di rischio sismico risulta piuttosto eterogenea. All'interno di questo contesto, in riferimento agli edifici strategici della UTOE 1 (Lucca Città), questi si collocano per la maggior parte all'interno delle aree inquadrare nelle classi di rischio 2 (medio-bassa) e 3 (medio-alta), con prevalenza di quest'ultima, mentre soltanto 4 degli immobili ricadono in classe 4 (alta). Infine, in figura 28C si rappresenta la distribuzione degli edifici nelle 4 classi di rischio sismico di Livello 1 in riferimento alle 9 UTOE individuate dal Piano Strutturale. Poiché all'interno della UTOE 5 non sono presenti strutture strategiche di interesse,

analogamente a quanto affermato a proposito della vulnerabilità e dell'esposizione, non è possibile fornire nessuna rappresentazione relativa alla distribuzione degli edifici nelle diverse classi di rischio.



UTOE	Classi di rischio/ edifici			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
1. Lucca città	22	0	21	4
2. Piana di Lucca/ Ovest	0	0	7	0
3. Piana di Lucca / Sud	0	0	5	0
4. Piana di Lucca/ est	0	11	3	0
5. Mugnano	0	0	0	0
6. Acquacalda	0	0	0	0
7. Oltreserchio	0	17	2	0
8. Ponte a Moriano e Brancoleria	0	0	2	0
9. Valle del Guappero e Monti Pisani	0	0	2	0
Strutture di interesse	17%	47%	33%	3%

Figura C5.21. - Distribuzione nelle 4 classi di rischio sismico di Livello 1 delle strutture strategiche sanitarie e scolastiche all'interno delle UTOE.

I risultati riportati nel presente documento sono relativi al Livello 1 di approfondimento, in cui la valutazione del rischio sismico è definita, per ciascuna delle aree omogenee coincidenti con le sezioni censuarie Istat, combinando la pericolosità sismica di base con la vulnerabilità e l'esposizione. Tuttavia, attraverso l'acquisizione di ulteriori dati, analisi e valutazione di maggior dettaglio, è previsto un ulteriore livello di approfondimento (Livello 2), definito a partire dagli elementi conoscitivi del precedente

UTOE	Edificio (Codice)	Rischio Regione Toscana
1	Azienda USL N.2 Ambulatorio Lucca Centro (01.010)	Classe 4
	Istituto Professionale Industria e Artigianato G. Giorgi (sede centrale) (02.081)	Classe 4
	Istituto Magistrale M. Civitali (02.094)	Classe 4
	Istituto Musicale L. Boccherini (02.095)	Classe 4
1	Ambulatorio Centro Medico Biomedicalsrl (01.001)	Classe 3
	Ambulatorio Salute Mentale Casa Circondariale (01.011)	Classe 3
	Casa di Cura S. Zita (01.012)	Classe 3
	Casa di Cura M.D. Barbantini (01.015)	Classe 3
	Ambulatorio Centro Medico Check up (01.020)	Classe 3
	Centro Diurno Sette Arti (01.024)	Classe 3
	Residenza Sanitaria Assistenziale Pia Casa, Amb. Salute Mentale (01.025)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia S.ta Dorotea (02.010)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia Il Giardino (02.011)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia Il Girasole (02.014)	Classe 3
	Nido Lo scoiattolo (02.036)	Classe 3
	Primaria S.ta Dorotea (02.044)	Classe 3
	Primaria D. Alighieri (02.050)	Classe 3
	Primaria G. Pascoli (02.071)	Classe 3
	Secondaria di I grado S.ta Dorotea (02.073)	Classe 3
	Liceo Artistico A. Passaglia (p.zza Napoleone) (02.082)	Classe 3
	Liceo Musicale A. Passaglia (02.085)	Classe 3
	Liceo Classico N. Machiavelli (02.086)	Classe 3
	Liceo Artistico A. Passaglia (v. Fillungo) (02.087)	Classe 3
	Istituto Professionale Industria e Artigianato G. Giorgi (succursale) (02.093)	Classe 3
Scuola IMT Alti Studi Lucca (02.099)	Classe 3	
2	Centro Diurno per disabili psichici Peter Pan (01.009)	Classe 3
	Residenza Psichiatrica Gruppo Appartamento La Futura (La Mano Amica) (01.017)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia G. Rodari (02.015)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia G. Giusti (02.017)	Classe 3
	Primaria S. Angelo (02.049)	Classe 3
	Primaria G. Giusti (02.068)	Classe 3
3	Secondaria di I grado C. del Prete (02.074)	Classe 3
	Residenza Psichiatrica Casa Famiglia Le Margherite (La Mano Amica) (01.019)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia Sorbano del Vescovo (02.002)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia Privata (v. Corsica) (02.005)	Classe 3
	Primaria Sorbano del Vescovo (02.039)	Classe 3
4	Scuola dell'Infanzia Piccolo Principe (02.080)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia S. Vito (02.021)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia e Primaria Mimosa (02.051)	Classe 3
7	Primaria L. Donatelli (02.055)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia Maria Immacolata (02.034)	Classe 3
8	Primaria Dismessa Arsina (02.062)	Classe 3
	Nido Gulliver (02.031)	Classe 3
9	Secondaria di I grado M. Buonarroti (02.078)	Classe 3
	Scuola dell'Infanzia S.ta Maria del Giudice (02.000)	Classe 3
	Primaria E. De Amicis (02.037)	Classe 3

Tabella C5.22. Lista dei 46 edifici maggiormente esposti al rischio sismico come risultato della valutazione di Livello 1 proposta dalla Regione Toscana (4 = alto, 3 = medio-alto).

C5.6 - Scenari di danno per evento sismico

La definizione di uno scenario sismico non è facile vista la complessità degli elementi in gioco; infatti, gli effetti di un terremoto essenzialmente dipendono:

- intensità e dalla distanza epicentrale del terremoto
- dall'amplificazione locale delle onde sismiche
- alla resistenza degli edifici e delle infrastrutture

Oltre a elementi di vulnerabilità legati alla dinamica dell'evento (orario, presenza di scosse precedenti, comportamenti delle persone ecc.). Tale aspetto necessita di ulteriori e successivi approfondimenti in funzione anche della conoscenza sismica del territorio e degli effetti della risposta locale derivanti dagli studi di microzonazione sismica già in corso presso alcuni comuni e comunque con livelli di approfondimento progressivi e di non facile realizzazione. Al fine di avere una prima idea degli effetti di un terremoto sul territorio è stato richiesto al Dip. della Protezione Civile Nazionale una modellizzazione speditiva degli scenari di danno attesi sulla base del modello attualmente in uso presso il DPC per la prima valutazione dello scenario in seguito ad un evento sismico. Il modello si basa su elementi statistici molto generali e genera delle tabelle con valori minimi massimi e medi che talvolta presentano “forchette” molto ampie. Il quadro sostanziale che emerge in caso di eventi sismici importanti ragionevolmente provenienti dalle zone sismiche della Garfagnana-Lunigiana (ultimo terremoto distruttivo 1920 con tempi di accadimento dell'ordine dei cento anni) o dalla zona costiera (rif. Terremoto 1846 di Orciano Pisano, con tempo di ritorno non conosciuto) gli effetti sul nostro territorio, come storicamente documentato per entrambi gli eventi citati sarebbero comunque significativi, con la presenza di persone coinvolte in crolli. Di seguito si riporta l'esito di tali elaborazioni per lo scenario massimo atteso per eventi con tempi di ritorno (Tr) compresi tra 98 e 2475 anni e intensità macrosismica MCD, secondo la scala Mercalli-Cancani-Siebert variabile tra V e VII come (i dati si riferiscono alla situazione precedente le fusioni di comuni). Lo scenario riferito a Tr di 475 anni è quello considerato per la progettazione antisismica secondo le norme vigenti (NTC 2008). Il Dipartimento della protezione civile (Ufficio II - Attività tecnico-scientifiche per la previsione e prevenzione dei rischi – Servizio del Rischio Sismico), ha realizzato, nell'Ottobre 2021, una stima preliminare di scenari di danno a livello comunale con la consapevolezza che, in attesa di valutazioni maggiormente dettagliate e dei risultati di ulteriori ricerche attualmente in corso, deve essere reso disponibile il quadro conoscitivo minimo ed indispensabile a coloro che devono predisporre piani di emergenza, pur nei limiti metodologici e delle conoscenze disponibili.

Comune di Lucca (Lucca)

Abitazioni 35096; Popolazione 81862

Scenario per intensità Mercalli=VI-VII(6.40)

Periodo di ritorno: 98 anni

MIN

MEDIO

MAX

Piano Comunale di Protezione Civile 2025 – Allegato C – Pericolosità e rischi del territorio

Persone coinvolte in crolli	0	0	245
Persone senza tetto	1367	5084	11570
Abitazioni crollate(D5)	0	0	111
Abitazioni inagibili(D3+D4+D5)	617	2281	5159
Danno medio totale(mq)	69827	184031	367393

Scenario per intensità Mercalli=VII-VIII(7.60)

Periodo di ritorno: 475 anni

	MIN	MEDIO	MAX
Persone coinvolte in crolli	66	414	1536
Persone senza tetto	4757	12468	23772
Abitazioni crollate(D5)	30	188	694
Abitazioni inagibili(D3+D4+D5)	2153	5593	10560
Danno medio totale(mq)	171194	393517	724061

Scenario per intensità Mercalli=VIII

(8.20)

Periodo di ritorno: 975 anni

	MIN	MEDIO	MAX
Persone coinvolte in crolli	221	1104	3700
Persone senza tetto	8559	19496	34556
Abitazioni crollate(D5)	100	501	1670
Abitazioni inagibili(D3+D4+D5)	3866	8707	15247
Danno medio totale(mq)	280478	600903	1067731

Scenario per intensità Mercalli=IX

(8.90)

Periodo di ritorno: 247 5anni

	MIN	MEDIO	MAX
Persone coinvolte in crolli	879	3616	11386
Persone senza tetto	16925	34069	54683
Abitazioni crollate (D5)	399	1633	5098
Abitazioni inagibili (D3+D4+D5)	7586	15036	23819
Danno medio totale(mq)	526118	1051068	1795113

Lo scenario e le conseguenti perdite vengono calcolati per quattro eventi di riferimento; le informazioni riguardano tutto il complesso del territorio del comune, senza differenziazioni tra diverse porzioni e senza inclusione di effetti geologici locali. Gli eventi di riferimento sono stati definiti assumendo quattro livelli di intensità macrosismica (scala Mercalli CancaniSieberg - MCS) corrispondenti a periodi di ritorno di 98, 475, 975 e 2475 anni (probabilità di superamento DPC rispettivamente del 40%, 10%, 5% e 2% in 50 anni), frutto di analisi di pericolosità pubblicate e riferite alla mappa di pericolosità sismica MPS04 [1, 2, 3] (OPCM n. 3519 pubblicata nella G.U: 108 del 11/05/06). I dati relativi alle abitazioni e alla popolazione sono riferiti ai dati Istat 2001 [7]. Le abitazioni sono suddivise in quattro classi di vulnerabilità (A, B, C1, C2) e i livelli di danno corrispondono a quelli della scala europea EMS [6], da D0 nessun danno a D5 crollo totale.

Le principali differenze rispetto alla versione degli scenari di danno comunali diffusa nel 2008 consistono in:

1. aggiornamento della pericolosità con riferimento a studi più recenti [1, 2, 3] che sono alla base delle nuove norme tecniche per le costruzioni [9];
2. diversa stima delle abitazioni inagibili come risultato della somma dei livelli di danno D3, D4, D5.
3. diversa valutazione dell'incertezza (valori min, med, max) che include sia la deviazione standard delle matrici di probabilità di danno che un'incertezza di mezzo grado sull'intensità macrosismica attribuita al comune per ciascun periodo di ritorno.

C6 - Incendi boschivi e di vegetazione con interfaccia

La presente sezione trae i dati dallo studio eseguito nel 2020 dalla D.R.E.A.M. ITALIA che, oltre a dirigere la Scuola Regionale Antincendi Boschivi della Regione Toscana, vanta un'esperienza pluriennale (anche a livello internazionale) nella gestione dell'attività relativa all'antincendio boschivo. Per approfondire l'argomento, perciò, si rimanda al suddetto studio, che si è ritenuto di non pubblicare interamente.

Il Piano antincendi boschivi della Regione Toscana definisce “le zone di interfaccia urbano-foresta come quelle aree dove le strutture antropiche (case, campeggi, strade, parcheggi, etc.) si trovano a stretto contatto con l'ambiente forestale. In queste porzioni di territorio gli incendi boschivi si possono generare all'interno degli insediamenti o delle infrastrutture, per poi propagarsi verso il bosco, oppure si possono verificare situazioni nelle quali gli incendi boschivi si propagano dall'ambiente boschivo verso le strutture antropiche. In Italia non vi è al momento una definizione paesaggistica di queste zone per cui non è facile individuarle in sede di pianificazione degli interventi di prevenzione”. Comunque sia, l'interfaccia urbano-foresta costituisce una parte di territorio ad altissimo rischio dove i beni, le strutture, le infrastrutture, possono essere minacciati da un incendio boschivo e dove la vita umana può essere messa in grave pericolo di sopravvivenza. Dall'analisi delle definizioni sopra elencate è possibile individuare due tipologie di interfaccia:

- **interfaccia urbano-bosco** (o urbano-forestale a diretto contatto tra bosco e abitazioni);
- **interfaccia urbano-vegetazione** (diretto contatto tra abitazioni e vegetazione che non rientra nella definizione di bosco).

Il sistema Regionale di lotta agli incendi boschivi, è competente direttamente nel primo caso, mentre nel secondo la competenza è dei Vigili del Fuoco.

È importante considerare che l'individuazione del rischio per l'interfaccia urbano-bosco tiene conto di un dato piuttosto permanente nel tempo, in quanto l'ambito vegetazionale bosco è più strutturato e stabile, mentre l'urbano-vegetazione è di difficile individuazione sul territorio, infatti è un dato estremamente dinamico in quanto variabile in un tempo breve e condizionato dalle attività umane.

Le tipologie di interfaccia possono essere individuate come di seguito secondo le indicazioni dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28.08.2007:

Interfaccia classica	Frammistione tra strutture ravvicinate tra loro e la vegetazione (periferie di centri urbani, villaggi, paesi, piccoli borghi, complessi turistici, etc.).
Interfaccia mista	Presenza di molte strutture isolate e sparse nell'ambito di un territorio ricoperto da vegetazione combustibile.
Interfaccia occlusa	Zone con vegetazione combustibile limitate e circondate da strutture prevalentemente urbane.
Interfaccia urbano - vegetazione	Strutture a contatto con una vasta area di vegetazione, si hanno poche strutture a rischio.

L'Ordinanza indica in 50 metri la distanza massima di riferimento che deve essere presa in considerazione per definire raggruppati gli elementi presenti su una porzione di territorio ed indica approssimativamente in 25-50 metri l'ampiezza della fascia di contiguità tra le strutture antropiche e la vegetazione adiacente.

Il presente Piano, in linea con la descrizione contenuta nell'Ordinanza non considera, ad esempio, le zone di interfaccia tra il bosco e le infrastrutture viarie (ferrovie, autostrade, etc.), i parcheggi oppure le aree a campeggio poste direttamente in zone boscate. Si convalida quindi la carta della pericolosità, riportata nel presente studio, anche per l'individuazione del rischio di interfaccia con le infrastrutture.

In Toscana, negli ultimi anni si sono verificati numerosi incendi che hanno interessato le zone di interfaccia, dove l'eccessivo carico di combustibile e la continuità della copertura forestale hanno causato notevoli danni e messo in serio pericolo la vita umana. Tra i tanti eventi vale la pena di citare l'incendio boschivo del 16 luglio del 2017 a Marina di Grosseto (GR) che, pur interessando una superficie limitata di 2,5 ettari di bosco, a causa dell'altissima intensità raggiunta, con fiamme fino a 50 metri di altezza, ha completamente distrutto alcuni autoveicoli e provocato seri danni alle abitazioni; oppure il grande incendio del Monte Serra (PI) che il 24 settembre 2018, oltre a percorrere 1.150 ettari, ha distrutto o danneggiato gravemente 12 abitazioni.

C6.1a - Incendi con interfaccia boschiva - urbana

Per interfaccia urbano-bosco si possono identificare tre tipologie differenti come individuato dal “Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile” (O.P.C.M., 28 agosto 2007, n. 3606). Vediamole nel dettaglio:



Figura C6.1. Esempio di interfaccia classica (disegno D.R.E.A.M. Italia ©).

a) Interfaccia classica: insediamenti di piccole e medie dimensioni (periferie di centri urbani, frazioni periferiche, piccoli villaggi, nuovi quartieri periferici, complessi turistici di una certa vastità, ecc.), formati da numerose strutture ed abitazioni relativamente vicine fra loro, a diretto contatto con il territorio circostante ricoperto da vegetazione arborea.



Figura C6.2. Esempio di interfaccia occlusa (disegno D.R.E.A.M. Italia ©).

b) Interfaccia occlusa: presenza di zone più o meno vaste di vegetazione (parchi urbani, giardini di una certa vastità, "lingue" di terreni non ancora edificati o non edificabili che si insinuano nei centri abitati, ecc.), circondate da aree urbanizzate.

Figura C6.3. Esempio di interfaccia mista (disegno D.R.E.Am. Italia ©).



c) Interfaccia mista: strutture o abitazioni isolate distribuite sul territorio a diretto contatto con vaste zone popolate da vegetazione arbustiva ed arborea. In genere si hanno poche strutture a rischio, anche con incendi di vegetazione di vaste dimensioni. È una situazione tipica delle zone rurali, dove molte strutture sono cascine, sedi di attività artigianali, etc.

C6.1b - Incendi con interfaccia vegetazione - urbana

Questa tipologia di interfaccia prende in considerazione le aree urbane e le infrastrutture a diretto contatto con vegetazione, cioè con quelle aree che non rispondono alla classificazione normativa di bosco. Le situazioni più frequenti comprendono contatti di abitazioni con campi, coltivi, oliveti, aree agricole e incolti abbandonati (da meno di 15 anni).

In queste aree il rischio dipende molto dal contatto della vegetazione con le infrastrutture e dallo stato di gestione della parte agricola. Situazioni legate ad oliveti ed incolti abbandonati sono quelle a maggior rischio. Nelle colture agrarie gli incendi possono essere molto veloci ma generalmente non sono intensi e non producono salti di fuoco.



Figura C6.4. Esempio di interfaccia urbano-vegetazione (disegno D.R.E.A.m. Italia ©).

d) Interfaccia urbano-vegetazione: aree urbane e infrastrutture a diretto contatto con vegetazione, cioè con quelle aree che non rispondono alla classificazione normativa di bosco. Le situazioni più frequenti comprendono contatti di abitazioni con campi, coltivi, oliveti, aree agricole e incolti abbandonati (da meno di 15 anni).

C6.2 -Analisi del Comune di Lucca

Il territorio comunale di Lucca è caratterizzato da una superficie boscata, secondo la definizione dell'art. 3 L.R. 39/2000, di 9.144,30 ettari corrispondente al 49,3% della superficie comunale totale. La copertura boschiva è collocata prevalentemente nelle zone nord, ovest e sud del territorio.

La superficie agricola copre il 29,90% del territorio, mentre l'area urbanizzata il 15,28%.

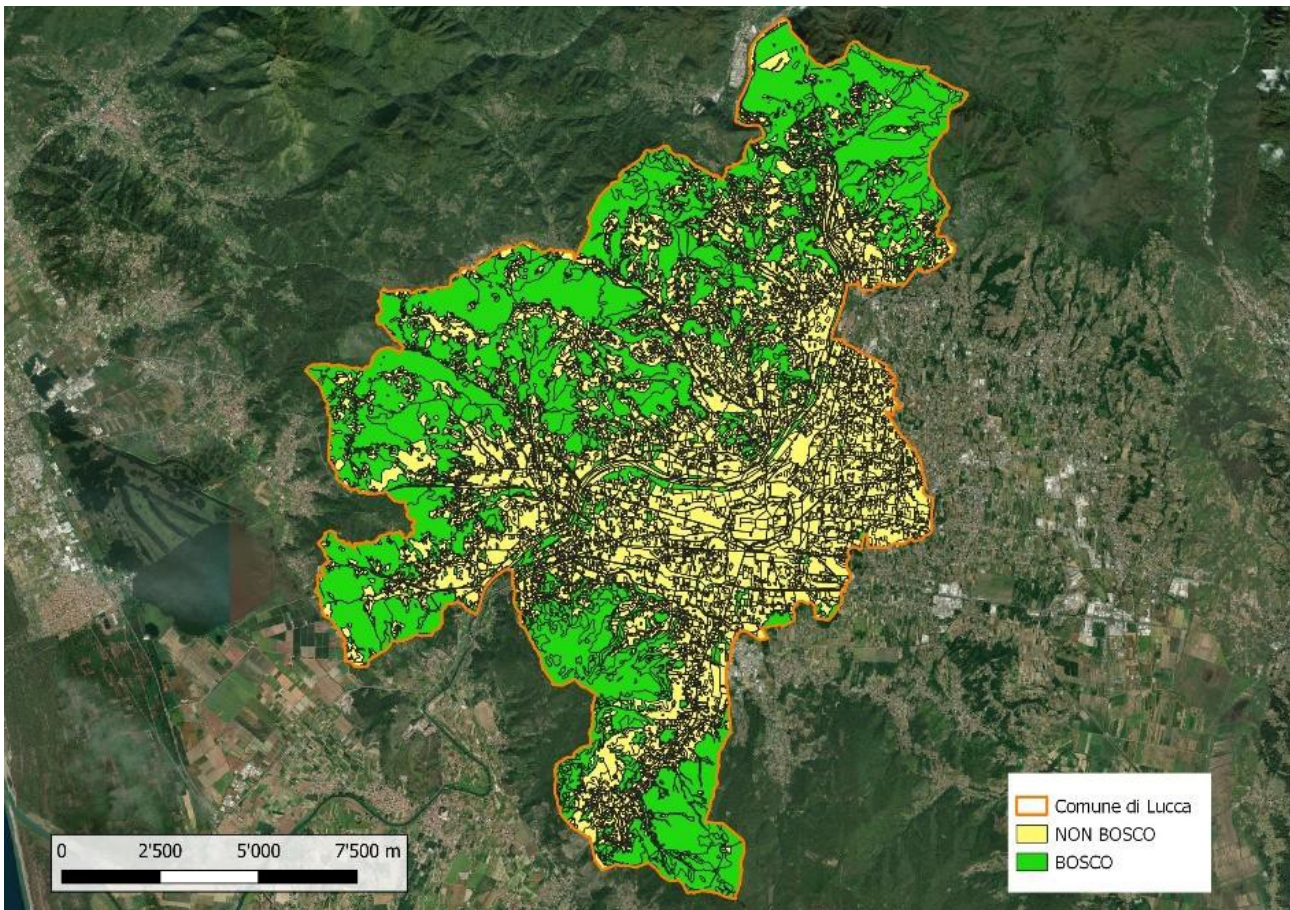


Figura C6.5. Copertura boschiva del Comune di Lucca.

Dallo studio effettuato sulla copertura vegetazionale del comune, risulta che la superficie maggiormente estesa, il 18,14%, è rappresentata da bosco misto di conifere e latifoglie (in prevalenza pini e querce) e distribuiti in prevalenza nelle zone a nord, ovest e sud. Seguono poi le quercete pari a 11,71%, le pinete 6,70% collocate in prevalenza nell'area sud, gli arbusteti 4,28% presenti soprattutto nelle zone ovest e sud, i boschi a prevalenza di robinia con latifoglie miste 4,25%. Seguono altre tipologie di boschi con superfici minori.

Una successiva analisi ha permesso di individuare le categorie di combustibile presenti sul territorio comunale al fine di fornire un altro dato per l'individuazione delle aree più pericolose. Il 28,62% del territorio comunale è occupato da querceti misti ed altre latifoglie (con continuità orizzontale e verticale del combustibile), collocate nelle aree a nord, ovest e sud. Le pinete con continuità orizzontale e verticale, (pino d'Aleppo, marittimo e domestico con continuità di combustibile verticale e orizzontale) coprono il 6,94% e sono collocate prevalentemente nell'area sud (Valle del Guappero) e in superfici decisamente minori a nord-ovest e a ovest. Gli arbusteti di post-coltura, sparsi a macchia su tutto il territorio, sono pari al 4,28%. Altri boschi di latifoglie misti (robinia, ontano, ecc.) con continuità orizzontale e verticale il 4,01%, le quercete di specie miste

(con continuità di combustibile orizzontale e non verticale) sono pari allo 0,68%. Seguono poi altre aree con tipologie di combustibili di superfici minori.

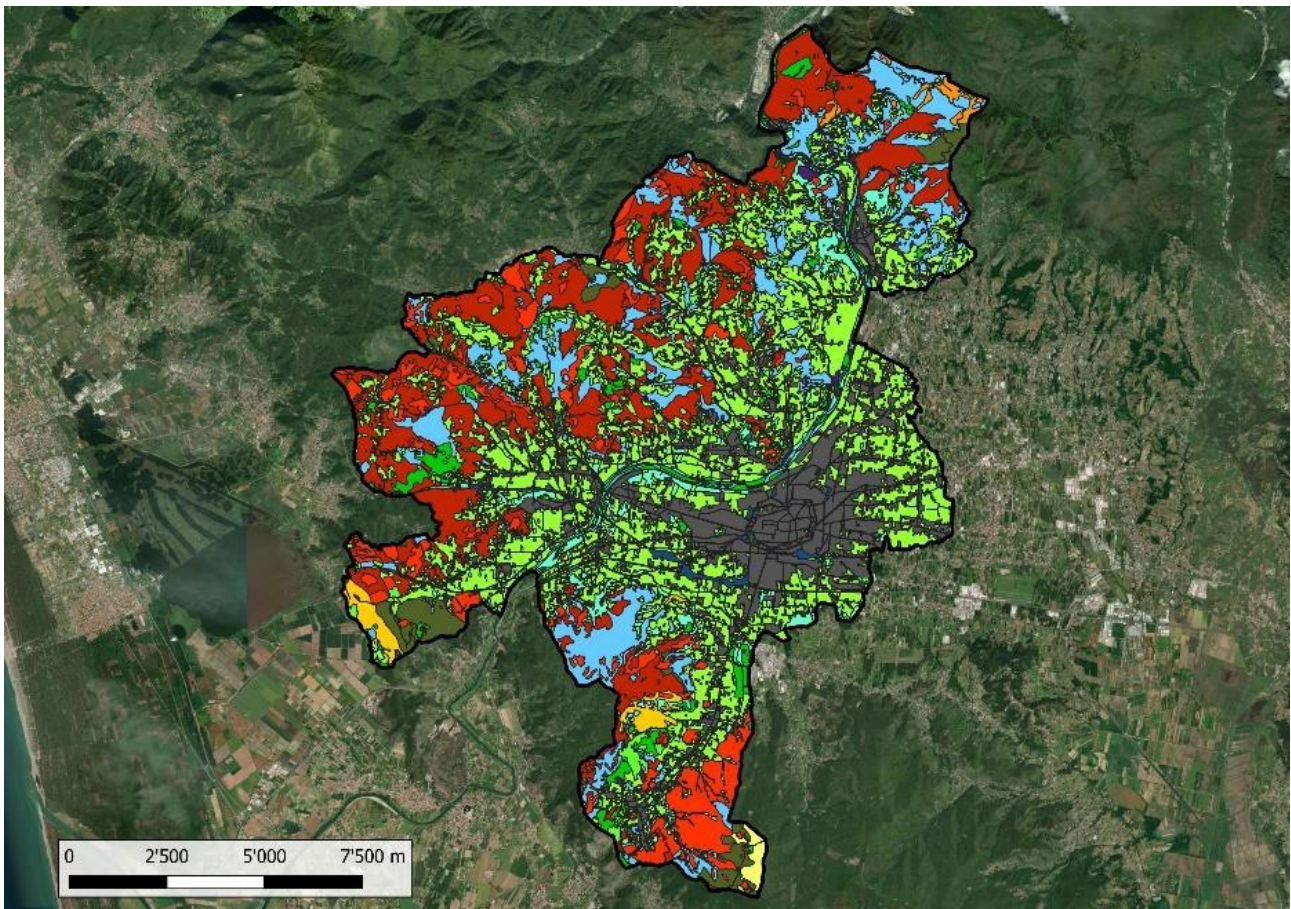







Figura C6.6. Principali accorpamenti di strutture vegetazionali.

Legenda

	Misti conifere/latifoglie (50% - 50%) pinete/querce
	Misti con prevalenza querce e altre latifoglie
	Pinete (pino d'aleppo, domestico e marittimo)
	Robineti e altre latifoglie
	Tonalità di verde = Arbusteti di post coltura; prati e pascoli: incolto; coltivo

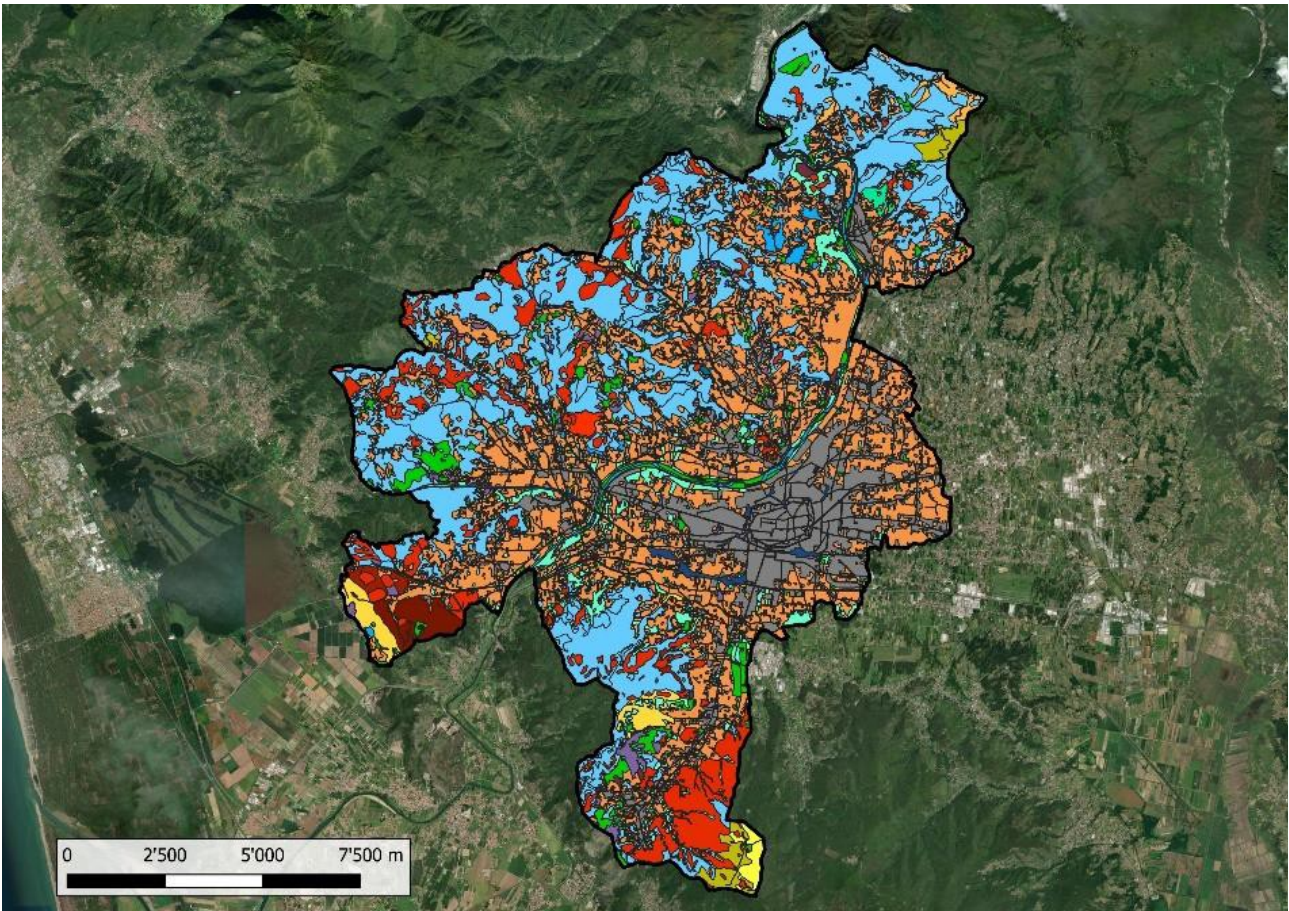


Figura C6.7. Principali accorpamenti di tipologie di combustibile

Legenda

	Misti con prevalenza querce ed altre latifoglie con continuità orizzontale e verticale
	Pinete (nino d'aleno, domestico e marittimo) con continuità orizzontale e verticale
	Robineti e altre latifoglie miste con continuità orizzontale e verticale
	Querceti misti con altre latifoglie con continuità orizzontale e verticale
	Arbusteti di post coltura
	Agricolo
	Prati e nascoli

C6.3 - Analisi della pericolosità e del rischio nelle aree di interfaccia

Lo studio DREAM per arrivare ad una classificazione del rischio nelle fasce di interfaccia urbano/bosco e urbano/vegetazione, si è basato su una profonda rivisitazione delle linee guida del DPC (O.P.C.M. 28 agosto 2007, n. 3606, *Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile*) scaturito dalle loro esperienze maturate nel campo degli incendi boschivi e degli incendi boschivi nelle aree di interfaccia dal 2003 ad oggi.

In estrema sintesi, la valutazione del rischio incendi con interfaccia prevede l'analisi preventiva della pericolosità e della vulnerabilità come di seguito definite.

C6.3.1 - Calcolo della Pericolosità

Un territorio è pericoloso quando le condizioni sono tali che, ad innesco avvenuto, l'evento raggiunge dimensioni e caratteristiche tali da richiedere differenti tipologie e livelli di contrasto e di contenimento. Perciò l'obiettivo, in questa fase di analisi, è quello di valutare quanto sia il pericolo dell'evento incendio boschivo sul territorio comunale di Lucca.

I fattori che condizionano l'incendio sono molti e non tutti possono essere modellizzati, i fondamentali sono:

- il combustibile (la distribuzione, la densità e le caratteristiche del combustibile);
- la topografia del territorio (pendenza, esposizione);
- il meteo (vento e umidità).

I primi 2 sono "statici", nel senso che le loro caratteristiche intrinseche variano lentamente nel tempo e si prestano ad essere modellizzati in questo studio, mentre il terzo, avendo caratteristiche dinamiche molto rapide, non sarà preso in considerazione.

Il fattore legato allo storico degli incendi è un altro parametro che si aggiunge al modello.

COMBUSTIBILE	Uno dei fattori principali per la propagazione di un incendio boschivo è il combustibile vegetale. Per elaborarne la pericolosità sono stati utilizzati i dati di uno studio relativo al grado di infiammabilità di differenti specie forestali. Successivamente sono stati elaborati, con dei criteri di proporzionalità, i valori di pericolosità da attribuire alle tipologie di combustibile presenti nell'area del comune di Lucca, secondo i parametri relativi a: -continuità orizzontale, -continuità verticale, -pecie forestale, -grado di infiammabilità.
TOPOGRAFIA	<u>Fattore pendenza</u> La pendenza del terreno ha effetti sulla velocità di propagazione dell'incendio: il calore salendo preriscalda la vegetazione sovrastante favorendo la perdita di umidità dei tessuti, in pratica facilita l'avanzamento dell'incendio verso le zone più alte. <u>Fattore esposizione</u> L'esposizione del versante al calore della radiazione solare ha un ruolo importante nel riscaldamento del combustibile nell'arco della giornata e, di conseguenza, il combustibile predisposto facilita la propagazione del fuoco.
METEO	Fattore per le sue caratteristiche rapidamente mutevoli, non viene preso in considerazione.
INCENDI PREGRESSI	Lo studio degli incendi pregressi, ci mette in grado di generare uno storico degli eventi permettendo da una parte di tipicizzare gli incendi stessi, dall'altra di verificare la suscettività di un territorio alla reiterazione del passaggio del fuoco. Pertanto l'analisi verificherà solamente se la porzione di territorio è stato colpito da passaggio di un incendio forestale.

Calcolo della pericolosità

Il “grado di pericolosità” scaturisce dalla media ponderata dei valori numerici attribuiti a ciascun fattore. Il peso di ciascun fattore di un valore è attribuito dall’osservazione e analisi delle evoluzioni degli incendi pregressi che hanno caratterizzato il territorio di Lucca.

Si ottiene quindi il valore della pericolosità di innesco di incendi boschivi suddivisa su tre livelli e rappresentata nella carta “Pericolosità degli incendi Boschivi”.

C6.3.2 - Calcolo della Vulnerabilità

Un elemento è vulnerabile quando ha la predisposizione a subire danni o modificazioni in conseguenza del verificarsi di un evento ovvero la minaccia. Nel caso degli incendi boschivi, nell’ambito della protezione civile, la vulnerabilità è da individuarsi nelle strutture urbane in modo particolare gli edifici funzionali all’assemblamento di persone (ospedali, scuole, impianti sportivi), alle vie di comunicazione (infrastrutture ed opere relative alla viabilità) e, ovviamente, insediamenti abitativi (sia agglomerati che sparsi).

Nel presente studio si considera come area di interfaccia la zona attorno a strutture abitative o comunque in grado di accogliere persone. I fattori considerati per elaborare la vulnerabilità delle strutture urbane sono legate all’edificio stesso e alla porzione di territorio che la circonda:

- la sensibilità legata alla tipologia della struttura: se è un edificio abitativo, una scuola, un ospedale;
- l’incendiabilità, anch’essa legata alla tipologia della struttura;
- la topografia del territorio rispetto alla struttura urbana, ovvero se la struttura si trova su un terreno in pendenza avrà una porzione di terreno a valle, una in piano e una a monte;
- la distanza dalle vie di fuga accertate.

Rispetto alla pericolosità, la vulnerabilità, così come definita precedentemente, non può avere la medesima rappresentazione spaziale, ma sarà localizzata all’area attorno alla struttura pari ad un raggio di 30 m (circa 2.800 mq).

Il “grado di vulnerabilità” scaturisce dalla media ponderata dei valori numerici attribuiti a ciascun fattore.

C6.3.3 - Calcolo del Rischio

Il rischio è dato dalla combinazione tra la pericolosità dell'evento e la vulnerabilità degli elementi esposti all'evento.

Per il calcolo del rischio si è proceduto seguendo quanto previsto nel “Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile”, utilizzando una matrice che combina i valori della pericolosità con quelli della vulnerabilità:

$$PERICOLOSITÀ \times VULNERABILITÀ = RISCHIO$$

C6.4 - Cartografia realizzata

La cartografia realizzata a seguito dello studio relativo al rischio incendi in zona di interfaccia è basata sui dati disponibili al momento della conclusione dell'attività di ricerca e quindi il perimetro è stato tracciato attorno ai fabbricati a prescindere dalla tipologia e dallo stato di conservazione degli stessi, così come per il dato complessivo della vegetazione.

Perciò, l'individuazione dei perimetri di pericolosità dell'interfaccia, sono da considerarsi elementi variabili nel tempo.

C6.4.1 - Determinazione della fascia del pericolo e dei perimetri del rischio e di impatto

La fascia di pericolo è un estratto dal raster della pericolosità calcolato nel buffer di ampiezza di 200 m rispetto all'edificato che identifica anche la linea d'allerta. Il perimetro della fascia è utilizzato nella descrizione del Modello di intervento.

Il perimetro di impatto invece è il risultato di una elaborazione di aggregazione dei poligoni che identificano gli edifici. L'algoritmo si basa sulla definizione di aggregato (vedi paragrafo “Calcolo sensibilità”) delimitando con una polilinea quanto più prossima possibile agli spigoli e lati dei poligoni che compongono gli aggregati.

Il perimetro calcolato dai valori del raster del rischio a 30 m dalle strutture esposte, sarà utilizzato per la valutazione di interventi di mitigazione in funzione di eventuali impatti con incendi forestali.

Analizzando la carta della pericolosità si individuano delle fasce prossime all'edificato funzionali rispettivamente alle attività sotto riportate:

<i>Funzione</i>	<i>Fascia</i>	<i>Distanza da edificato</i>
Gestione dell'incendio	Fascia di pericolo	200 m
Attività di prevenzione	Spazi difensivi	30 m

Al fine di avere un quadro più operativo della situazione, si procede alla determinazione della perimetrazione attorno agli insediamenti della fascia di pericolo e del rischio.

Fascia di pericolo	È un estratto della carta della pericolosità calcolato nel buffer di ampiezza di 200 m rispetto all'edificato. Il perimetro della fascia sarà utilizzato nella descrizione del Modello di intervento.
Spazi difensivi	Il perimetro di rischio calcolato dai valori del raster del rischio a 30 m dalle strutture esposte, sarà utilizzato per la valutazione di interventi di mitigazione in funzione di eventuali impatti con incendi forestali. E' il risultato di un'elaborazione di aggregazione dei poligoni che identificano gli edifici. L'algoritmo si basa sulla definizione di aggregato, delimitando con una polilinea quanto più prossima possibile agli spigoli e lati dei poligoni che compongono gli aggregati. Questo vettore sarà utile alla successiva rappresentazione della linea di impatto di un fronte di fiamma negli scenari dei probabili incendi forestali che possono occorrere nel comune di Lucca.

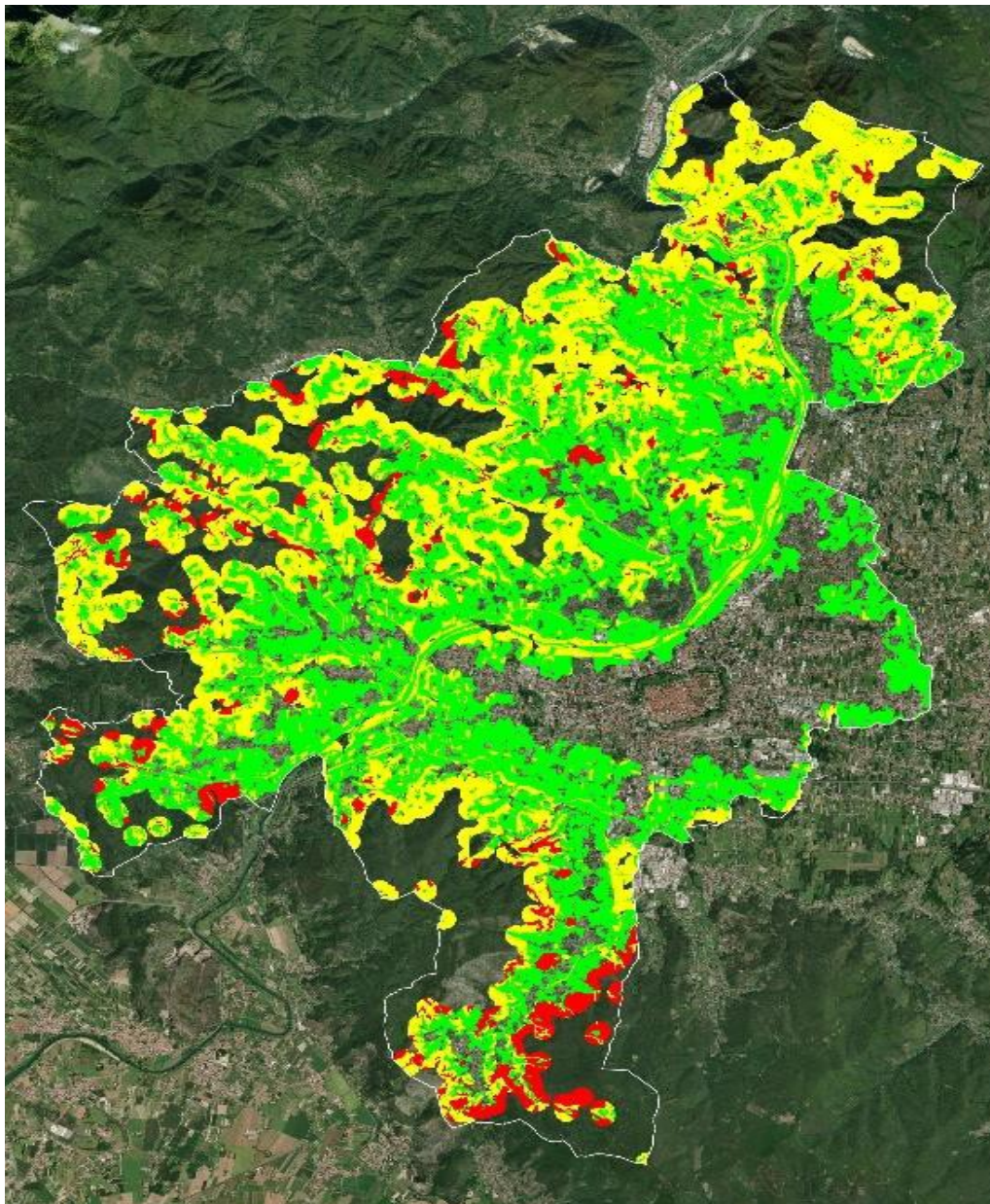


Figura C6.8. - Rappresentazioni della fascia di pericolosità a 200 m dagli edifici che identifica anche la linea di allerta.

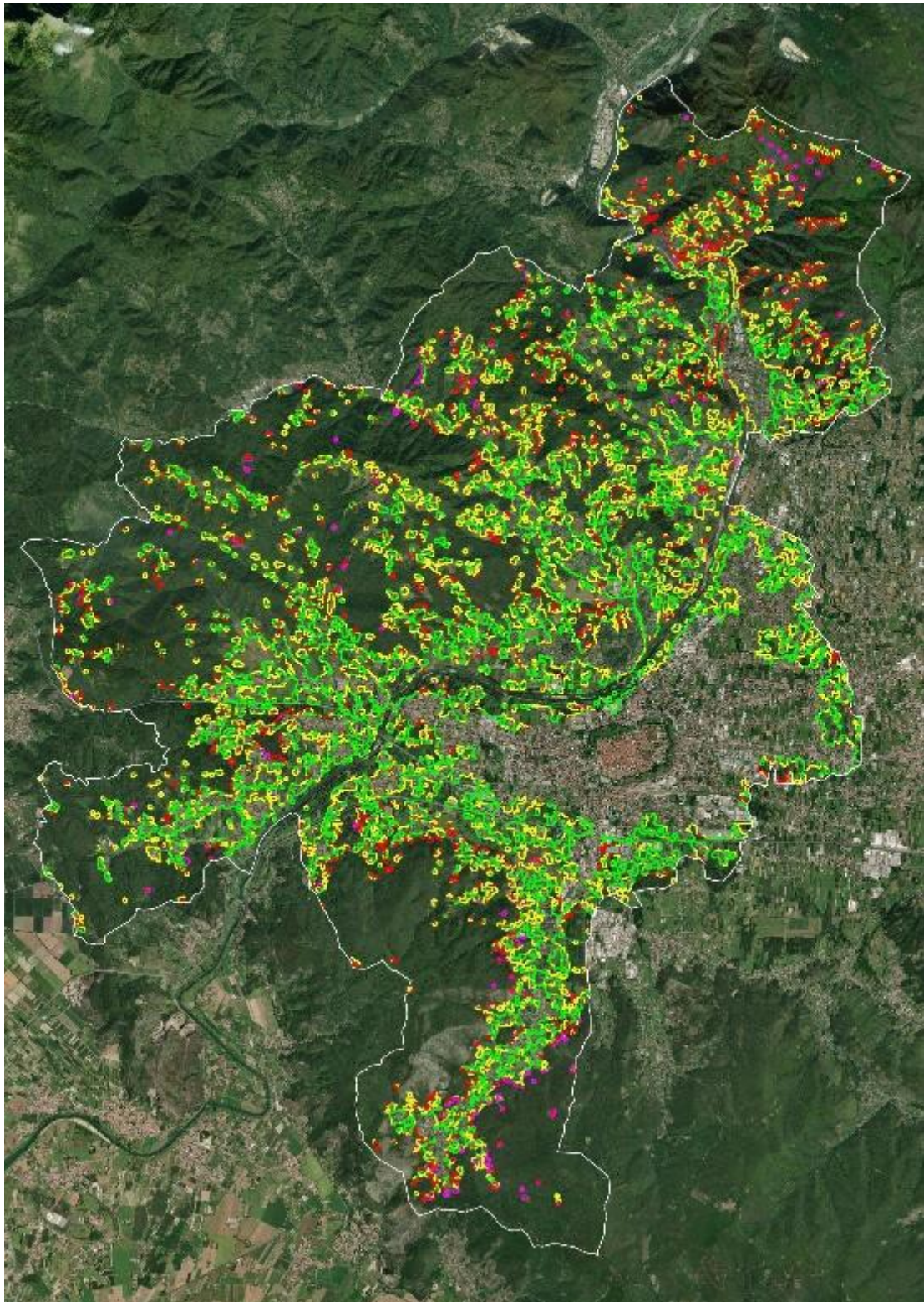


Figura C6.9. Rappresentazioni del perimetro di rischio a 30 m dagli edifici.

C6.5 - Analisi del rischio

Tenendo conto delle carte elaborate in funzione del pericolo e del rischio, sono state individuate alcune zone che potrebbero essere interessate da incendi d'interfaccia. Queste zone sono distribuite in punti precisi nelle differenti aree urbanizzate che si trovano dentro il territorio comunale.

L'analisi della **pericolosità** evidenzia le zone a maggior rischio situate principalmente nell'**area sud** della superficie comunale. Ciò è dovuto in gran parte all'elevata infiammabilità della tipologia di vegetazione (pinete di *Pinuspinaster*) del comprensorio dei Monti Pisani.

Anche la zona del **Monte Quiesa**, a ovest del Comune di Lucca, è interessata da una pericolosità elevata ma con estensioni minori e discontinue. Queste zone sono spesso caratterizzate da boschi adulti con scarsa infiammabilità.

Ai confini **nord e nord ovest** sono presenti aree ad alto pericolo, di estensioni limitate, intervallate da soprassuoli a combustibile di minore infiammabilità.

Per quanto riguarda **la pianura** non si rilevano zone con pericolo alto. Analizzando la vulnerabilità dell'urbanizzato non si rilevano particolari criticità in quanto sono presenti poche strutture con un'esposizione significativa; quelle con valori alti sono incluse principalmente nelle aree già citate.

Nelle **zone collinari**, la maggior parte delle abitazioni risiedono all'interno del mosaico dei terreni coltivati ad olivo. Dall'analisi del **rischio** incendi in zone/fasce di interfaccia le case sparse a contatto con aree boscate/rurali, sono quelle che maggiormente potrebbero essere coinvolte da eventuali incendi. Questa criticità è diffusa su tutto il territorio comunale, come evidenziato nella tavola di rappresentazione.

Lo studio DREAM ha evidenziato delle zone dove porre particolare attenzione per la complessità dello scenario potenzialmente atteso in base ai parametri e i dati sopra descritti, fatte salve tutte le variabili che la tipologia del rischio presenta.

Le aree individuate però, non necessariamente sono da considerarsi come le più soggette al verificarsi di un incendio boschivo. Infatti, anche altre zone classificate a rischio minore possono essere comunque soggette ad eventi. La differenza sta nella fase operativa/gestionale dell'incendio, che presenterà complessità maggiore nelle aree a rischio più elevato.

Su entrambi i versanti della valle del Rio Guappero, che scende da Santa Maria del Giudice, è presente un'elevata diffusione di zone ad alto rischio ed in particolare nella valle del Rio di S. Pantaleone. A tal riguardo il piano specifico AIB (che è in fase di realizzazione) prevedere sulle aree ad alto rischio, la creazione di una Fascia Urbana di Protezione (FPU) idonea a ridurre tale rischio. È fondamentale considerare che, essendo questa zona collegata al comprensorio delle pinete del

Monte Serra, potrebbe essere interessata da scenari di grandi incendi boschivi anche provenienti dai comuni confinanti.

1	Valle del Guappero – San Lorenzo a Vaccoli, S. Maria del Giudice.
<p>Le maggiori criticità derivano dalle propagazioni di incendi guidati dai venti provenienti dal settore SE/NO (maestrale). Nella fascia sud della zona urbana il fuoco può acquisire rilevanza locale a causa della presenza di elevati carichi di combustibile ad alta infiammabilità. Inoltre, la presenza di impluvi nell'orografia circostante, determina una velocità di avanzamento fuori dalla capacità di estinzione a causa dei flussi d'aria che si incanalano nei bacini. Anche gli incendi guidati dai venti provenienti da NO possono creare delle difficoltà nei processi di estinzione a causa della vegetazione confinante con il tessuto urbano e, in presenza di venti di media/alta intensità, si possono originare fenomeni di spotting e fumo intenso.</p> <p>Lo scenario di incendi guidati dallo scirocco (SE), anche se statisticamente non è un vento atteso, comporterebbe incendi molto intensi anche contro pendenza e impatterebbe con gravi problemi a tutta la zona sud-est che ha un rischio elevato. In questo scenario è stata aggiunta l'eventualità di un incendio di vento guidato da libeccio (sud-ovest).</p>	

2	Pozzuolo, Gattaiola, Cerasomma.
<p>La criticità in questa zona è la consistente frammentazione del tessuto urbano in prossimità della vegetazione circostante. La presenza di terreni a vocazione agricola mitiga gli effetti della propagazione di incendi guidati da venti provenienti da SE/NO, anche se gli impatti con le abitazioni sparse potrebbero risultare gravi. Gli incendi boschivi guidati da venti provenienti N sono plausibili solo se provenienti dall'abitato stesso e comunque poco pericolosi per le abitazioni a valle, anche se potrebbero provocare incendi boschivi complessi, perché allineati con le pendenze. Un'altra criticità legata agli scenari in questa zona deriva dalla possibilità di fumo intenso all'interno dell'abitato che potrebbe condizionare i processi di estinzione ed evacuazione della popolazione, soprattutto con incendi guidati da venti da NO e da S.</p>	

3	Arliano. Nozzano. Castiglioncello. Balbano.
<p>In queste aree ci possiamo attendere un impatto locale in funzione di incendi guidati dai venti provenienti da NO e S. Nella fascia sud, la presenza di combustibile ad elevata infiammabilità al confine con le abitazioni può determinare situazioni di emergenza e difficoltà di estinzione. La presenza di nuclei di vegetazione ad alta infiammabilità all'interno di aree urbane (Nozzano San Pietro), può determinare gravi pericoli con incendi boschivi guidati da ogni quadrante. Gli incendi guidati da venti provenienti da N, avranno origine da superfici con bassi carichi di combustibile ma con velocità elevata a causa della presenza di terreni agricoli.</p>	

4	Monte S. Quirico, colline lucchesi.
<p>I rischi maggiori sono determinati principalmente dalle propagazioni derivanti dai venti provenienti dal settore NO. In questa direttrice, il bosco penetra nel tessuto urbano, determinando alcune zone ad elevato rischio. Propagazioni provenienti dal settore S potrebbero</p>	

essere originate dall'abitato stesso e quindi, oltre ad essere poco probabili, sarebbero anche incendi poco pericolosi.

5 Torre, Querce.

Le criticità legate a questa zona sono principalmente dovute alla presenza di numerose abitazioni sparse sul territorio. Questa condizione, connessa alla presenza di vegetazione infiammabile, potrebbe determinare elevate situazioni di rischio e criticità nella gestione dell'emergenza. La presenza di superfici agricole miste alle abitazioni può determinare intensità minori ma elevate criticità a causa del fumo intenso e delle maggiori velocità di avanzamento del fuoco, a causa della presenza di combustibile fine. Il peggior scenario è quello di un incendio guidato dai venti di NO ma anche nel caso di venti provenienti da altri quadranti si potranno prevedere situazioni critiche.

6 Piaggione, Brancoleria.

Gli scenari connessi a questa zona presentano delle criticità principalmente legate alla presenza di numerose abitazioni sparse e piccoli nuclei. Gli incendi boschivi guidati da venti provenienti da NO sono i più pericolosi, a causa della presenza di nuclei di vegetazione infiammabile confinanti con il tessuto urbano. Anche gli incendi provenienti da S, poco pericolosi per la zona sud dell'area, sono invece pericolosi per la parte nord e nordovest dell'area, visto che al fattore vento si somma la pendenza. Con venti dal quadrante N invece, si generano soprattutto incendi mitigati dalla contropendenza. Nell'eventualità di incendi in questo settore, si possono originare criticità principalmente a causa di eventuali fenomeni di spotting e fumo intenso che possono determinare una situazione di emergenza per la popolazione anche in fase di evacuazione.

Ancora una volta preme sottolineare come gli impatti degli incendi di bosco o di vegetazione, sono fortemente condizionati da fattori locali non cartografabili e legati alle caratteristiche del combustibile, alle condizioni metereologiche e alla logistica della zona.

La tipologia di incendio che ci aspettiamo per queste zone sarà fortemente condizionata dal vento, un fattore che non è stato elaborato nella carta del pericolo, ma che condiziona fortemente gli incendi attesi sul territorio.

Nel rischio incendi boschivi, non sempre è possibile stabilire con certezza una via di fuga (ad esempio indicandola con cartellonistica come per altre tipologie di rischio), perché la sua sicurezza dipende sempre dalle caratteristiche dell'incendio, dalle condizioni meteo della giornata e quindi dalla sua evoluzione sul momento. Inoltre, non essendo prevedibile il punto esatto di innesco, non è nemmeno possibile elaborare un piano di intervento.

È importate evidenziare che, dall'esperienza scaturita, l'evacuazione delle persone non è l'unica soluzione. Infatti, in alcune situazioni può essere effettuato il confinamento, cioè la scelta di

lasciare le persone all'interno degli edifici prima dell'impatto con il fronte di fuoco. Questa possibilità è perseguibile qualora non ci sia la certezza di individuare una via di fuga sicura.

Sempre sulla base delle esperienze nella gestione degli incendi boschivi e di interfaccia, ci sono casi di incidenti, anche mortali, legati ad evacuazioni sbagliate a causa di intrappolamenti. Al contrario la struttura, soprattutto se in muratura/cemento, meglio se autoprotetta (come indicato sopra con gli spazi difensivi), fornisce buone probabilità di resistere all'impatto dell'incendio permettendo poi l'uscita delle persone durante la fase della latenza. Le persone che risiedono presso le strutture ad alto rischio devono essere informate sui comportamenti e sulle buone pratiche di autoprotezione.

Si ricorda che la competenza diretta dell'evacuazione della popolazione in caso di incendio di interfaccia, è attribuita al Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, con l'eventuale supporto del Sistema Regionale Antincendi Boschivi. La struttura comunale fornisce tutta la collaborazione necessaria.

E' necessario attivare buone pratiche di **prevenzione** che devono essere orientate ai seguenti aspetti:

- creazione di spazi difensivi per le abitazione/infrastrutture "sparse";
- tempestività di allertamento e di intervento delle squadre operative;
- concentrazione delle risorse (terrestri e aeree) fin dalle prime fasi di propagazione.

È evidente che la difesa di queste zone non può essere affidata alla sola lotta attiva che, per quanto pronta ed efficace giunge comunque, prima o poi, al suo limite di capacità di estinzione.

Sono quindi necessarie delle attività di prevenzione pianificate individuando sul territorio le zone più esposte al rischio incendi boschivi ed i punti strategici di gestione dove effettuare corretti interventi che abbiano come priorità la salvaguardia delle persone e la difesa di beni e strutture, con i seguenti obiettivi:

- provvedere alla percorribilità della viabilità forestale (anche privata);
- realizzare ambienti dove i potenziali incendi boschivi rimangano nella capacità di estinzione dell'organizzazione della lotta attiva;
- proteggere sul posto la vita umana, i beni e le strutture antropiche, evitando il più possibile evacuazioni o movimenti di persone che possono rappresentare un pericolo ancor maggiore per la pubblica incolumità.

È opportuno quindi realizzare uno spazio dove il carico di combustibile è fortemente ridotto ed è assicurata la discontinuità dello stesso, sia in senso verticale che orizzontale, creando delle aree

circostanti alle strutture antropiche isolate (case, insediamenti industriali, artigianali, agricoli, campeggi, parcheggi, ecc).

La determinazione dell'ampiezza dello spazio difensivo fissata in minimo 30 m dalla struttura antropica, non ha riferimenti normativi, ma è un dato ragionevole basato sull'esperienza nella gestione degli incendi di interfaccia.

È buona prassi che in prossimità dei fabbricati:

- non vi siano presenti accumuli di materiali facilmente infiammabili né depositi e serbatoi di combustibili
- che i rami e chiome degli alberi non avessero continuità con gli edifici
- che tetti e canale fossero puliti da ramaglie e foglie
- che pergolati, verande, ecc. non fossero realizzati e coperti con materiali facilmente infiammabili
- che la vegetazione sia curata nel rispetto delle normative vigenti in materia forestale in modo da avere un ridotto carico di combustibile.

Sarebbe perciò opportuno, che ogni proprietario che ha strutture presenti in area di interfaccia, provvedesse a mettere in sicurezza il proprio fabbricato anche secondo gli interventi preventivi sopra descritti.

C6.6 – Popolazione esposta al rischio incendio boschivo e d'interfaccia

Rischio incendi 2024								
Bacini	Pericolosità	Edifici esposti	Popolazione esposta	Famiglia	Ponti e viadotti	Ed. rilevanti 29-01-2024	Ed. strategici	Scuole
Aquila e dintorni	1	3370	2492	1139	11	1	0	3
	2	265	7	5	3	0	0	0
	3	7	0	0	0	0	0	0
TOTALE		3642	2499	1144	14	1	0	3
Brancoferia	1	4114	4634	2066	20	12	3	6
	2	596	144	66	20	0	0	1
	3	18	3	2	1	0	0	0
TOTALE		4728	4781	2134	41	12	3	7
Contesora	1	3116	3179	1402	20	7	1	5
	2	178	37	18	11	0	0	0
	3	9	0	0	0	0	0	0
TOTALE		3303	3216	1420	31	7	1	5
Fosso delle Cavine	1	2956	3436	1440	0	3	2	3
	2	75	24	10	1	0	0	0
	3	13	0	0	0	0	0	0
TOTALE		3044	3460	1450	1	3	2	3
Freddana	1	5886	3589	1580	25	3	1	9
	2	379	49	22	6	0	0	0
	3	30	6	2	2	0	0	0
TOTALE		6295	3644	1604	33	3	1	9
Guappero	1	6025	4150	1917	21	5	1	4
	2	295	87	39	10	0	0	0
	3	105	10	4	1	0	0	0
TOTALE		6425	4247	1960	32	5	1	4
Massaciuccoli	1	162	62	35	4	0	0	0
	2	46	1	1	3	0	0	0
	3	4	0	0	0	0	0	0
TOTALE		212	63	36	7	0	0	0
Ozzeri	1	44425	64578	30868	7	11	34	69
	2	410	161	72	4	0	0	1
	3	4	0	0	0	0	0	0
TOTALE		44839	64739	30940	11	11	34	70
Fosso Freddanella	1	3618	3068	1353	3	7	2	2
	2	92	11	5	3	0	0	0
	3	28	6	2	1	0	0	0
TOTALE		3738	3085	1360	7	7	2	2
Fosso La Cerchia	1	1556	1455	655	5	0	0	0
	2	62	4	2	4	0	0	0
	3	4	0	0	0	0	0	0
TOTALE		1622	1459	657	9	0	0	0
Rio Vorno	1	3	1	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	4	0	0	0	0	0	0
TOTALE		7	1	1	0	0	0	0

Segue una guida alla lettura delle aree della tabella precedente.

- **Aquilea e dintorni:** sono presenti 3 scuole in zona P1, che corrispondono ad un asilo nido e materna, una scuola elementare e una ex scuola. C'è poi un edificio rilevante, sempre in zona P1, che corrisponde ad un edificio di culto.
- **Brancoleria:** sono presenti 6 scuole in zona P1 (2 asili nido e materne, 2 scuole elementari, una scuola media e un centro formazione professionale. Si trovano anche 12 edifici rilevanti in zona P1, ovvero si parla di 9 edifici di culto, 2 strutture religiose, una stazione ferroviaria. Ed infine ci sono 3 edifici strategici, sempre in zona P1, che sono una centrale elettrica, una sede del volontariato e una struttura militare.
- **Contesora:** sono presenti 7 edifici rilevanti in zona P1, ovvero 5 edifici di culto e 2 strutture religiose. Si trova poi un edificio strategico in zona P1, una struttura polivalente. Infine, ci sono 5 scuole in zona P1, che corrispondono a 2 scuole materne, 2 scuole elementari e una scuola media.
- **Fosso delle Cavine:** sono presenti 3 edifici rilevanti in zona P1, ovvero 2 edifici di culto e una stazione ferroviaria. Poi ci sono due edifici strategici in zona P1, che corrispondono a una struttura militare e una struttura ospedaliera. Infine, ci sono 3 scuole in zona P1, ovvero un asilo nido e materna e due scuole elementari.
- **Freddana:** ci sono 3 edifici rilevanti in zona P1, che corrispondono a 2 edifici di culto e un impianto sportivo. Poi si trova un edificio strategico in zona P1, ovvero è presente una sede di volontariato. Infine, ci sono 9 scuole in zona P1, che corrispondono a 3 asili nido e materne, 4 scuole elementari, una scuola media e una scuola superiore.
- **Guappero:** sono presenti 5 edifici rilevanti in zona P1, che sono 4 edifici di culto e una struttura religiosa. Poi è presente un edificio strategico, sempre in zona P1, che corrisponde a una struttura militare. Infine, sono presenti 4 scuole in zona P1, che sono 3 scuole elementari e un asilo nido e materna.
- **Ozzeri:** ci sono 11 edifici rilevanti in zona P1, che corrispondono a 7 edifici di culto, 2 impianti sportivi, una struttura sanitaria e un ufficio amministrativo. Poi ci sono 34 edifici strategici in P1, ovvero 4 centrali elettriche, 2 impianti sportivi, 2 sale per emergenza, 3 sedi istituzionali di enti pubblici, 5 sedi del volontariato, 10 strutture militari, 4 strutture ospedaliere, una struttura polivalente e 3 uffici amministrativi. Infine, ci sono 69 scuole in zona P1: 27 asili nido e materne, 20 scuole elementari, 5 scuole medie, 14 scuole superiori e 3 scuole di alta formazione e università. È presente anche una scuola in P2, ovvero un asilo nido e materna.
- **Fosso Freddanella:** sono presenti 7 edifici rilevanti, ovvero 2 edifici di culto, 3 strutture religiose e 2 strutture sanitarie. Poi ci sono 2 edifici strategici in zona P1, ovvero una sede di volontariato e un impianto sportivo. Infine, ci sono 2 scuole in zona P1, che corrispondono ad una scuola materna e una scuola elementare

Seguono una tabella riepilogativa e una mappa di inquadramento delle are citate nella tabella precedente.

Pericolosità incendi comune di Lucca 2024				
	Popolazione	Famiglie	Edifici strategici	Edifici rilevanti
P1	91194	42716	44	49
P2	550	250	0	0
P3	26	10	0	0

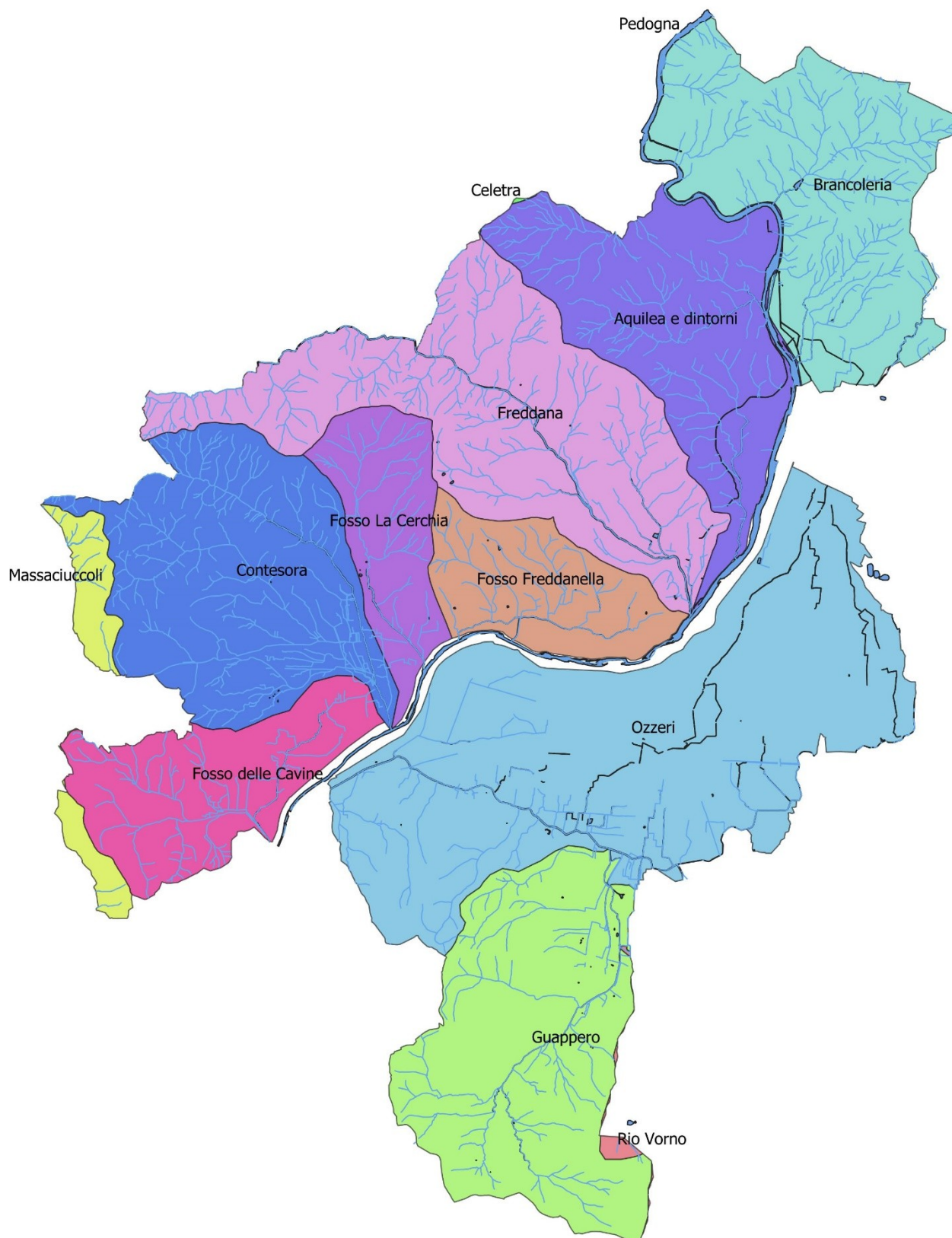


Figura C6.10.

C7 - Altri rischi

C7.1 - Black-out elettrico

Il black-out è una interruzione prolungata e diffusa della fornitura di energia elettrica. Può essere locale, se riguarda una porzione ristretta del territorio, oppure esteso, se interessa uno o più Comuni o aree anche molto più vaste, fino ad assumere portata regionale o addirittura nazionale. Può essere provocato da interruzioni o sovraccarichi improvvisi della rete elettrica, dovuti a guasti alle centrali o alle linee ma anche da eventi calamitosi come terremoti o movimenti franosi e intensi fenomeni di neve e gelo, che incidono sulle infrastrutture di grande distribuzione.

L'evento principale di riferimento è quello del **23 Settembre 2003**:

Alle 3:27 del mattino di domenica 28 settembre 2003, l'intera Italia rimase senza energia elettrica. Il fenomeno causò ingenti disagi: l'interruzione dei trasporti (tra cui aeroporti e ferrovie), lo spegnimento dei semafori e il blocco degli ascensori. Le persone rimaste chiuse all'interno richiesero l'intervento dei vigili del fuoco; timori di un black-out si erano avuti già in estate, a causa dell'eccezionale ondata di caldo e del massiccio uso di condizionatori e sistemi di refrigerazione elettrici che ne derivò. La circolazione stradale fu inoltre aggravata dalla pioggia che in quel momento si stava abbattendo. La situazione rientrò nel corso della giornata, con la fornitura di energia elettrica ripristinata prima al Nord e poi al Sud. Al Nord l'elettricità tornò alle 9, al Centro alle 16:30, al Sud alle 19 e in Sicilia alle 22. Le uniche aree del territorio italiano che non furono coinvolte nell'evento furono le isole di Pantelleria, di Capri e della Sardegna, dotate di centrali e reti elettriche autonome. La causa del black-out si identificò nella caduta di un albero in Svizzera alle 3.01 del mattino che avrebbe danneggiato alcune linee elettriche a cui si collega l'Italia, il carico così si distribuì sulle linee rimanenti, le quali si ritrovarono a loro volta in sovraccarico e si disattivarono. La facilità della propagazione dell'effetto domino lungo la penisola e il ritardo della riattivazione della rete nel sud tale effetto domino è stato facilitato dal fatto che, delle quattro barre di distribuzione (elettrodotti a 500.000 volt) nord-sud, uno era disattivato per manutenzione, uno era stato disattivato per precauzione causa un incendio vicino la A14, il terzo quella notte su anch'esso momentaneamente disattivato in un breve tratto a seguito di controlli dopo una caduta di un fulmine, determinando il sovraccarico della quarta barra di distribuzione.

Per la risoluzione di tali criticità l'ente gestore della rete interessata adotta le misure previste dal piano di emergenza aziendale per garantire la continuità del servizio anche con l'installazione di generatori presso le cabine di distribuzione; a livello nazionale esiste il Piano di Emergenza per la Sicurezza del Sistema Elettrico (PESE). Il Piano ha l'obiettivo di attuare la disalimentazione a rotazione dei carichi al fine di fronteggiare situazioni di significativa e prolungata carenza di elettricità sulla rete nazionale e di evitare interruzioni non controllate del servizio elettrico, che causerebbero un maggiore disagio sociale ed economico per la collettività. L'applicazione dei distacchi programmati dal PESE avviene su richiesta dalla società Terna, gestore della Rete di Trasmissione Nazionale.

A livello locale il sistema comunale di protezione civile può supportare, limitatamente alle risorse disponibili o facilmente recuperabili, la situazione di maggior criticità con l'installazione di generatori presso le strutture di coordinamento e le utenze a maggior fragilità.

C7.2 - Emergenza idrica

L'acquedotto comunale è gestito dalla società G.E.A.L. S.p.A. con sede in Lucca. Nella piana di Lucca, la risorsa idrica è già disponibile a pochi metri dal suolo e nella Valle del Serchio c'è una grande disponibilità di sorgenti, per la maggior parte di tipo superficiale. L'acqua distribuita da GEAL proviene prevalentemente da una serie di campo pozzi ubicati in prossimità del fiume Serchio, la restante, deriva da varie sorgenti presenti sul territorio. La rete dell'acquedotto del Comune di Lucca è in parte monitorata da un sistema di telecontrollo e gestione a distanza, che interessa i principali punti di sollevamento e di deposito. La gestione della rete idrica prevede il controllo qualitativo delle acque e tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti e degli impianti (pozzi, sollevamenti, serbatoi ecc.) che costituiscono gli acquedotti civici. Queste attività sono completamente assicurate da personale aziendale, con l'intera responsabilità qualitativa a partire dai punti di approvvigionamento sino ai contatori d'utenza.

Una situazione di emergenza idrica si verifica quando la richiesta di acqua da parte dei cittadini è superiore alla disponibilità: in questo caso la domanda di acqua degli utenti non può essere soddisfatta. Le cause possono essere naturali, come ad esempio un prolungato periodo di scarse precipitazioni, o attribuibili ad attività umane, come l'inquinamento di sorgenti o pozzi, oppure accidentali, come la rottura di una tubazione. Oppure tale riduzione o assenza può avvenire in seguito a eventi eccezionali come terremoti o movimenti franosi che incidono sulle infrastrutture di grande distribuzione.

In particolare, quando si verifica un'emergenza idrica per uso potabile, il gestore dell'acquedotto attua un piano di emergenza. La società GEAL ha elaborato un *Piano Operativo di Emergenza per la Crisi Idropotabile nel Comune di Lucca*, per maggiori informazioni sugli scenari, gli interventi e le risorse attivabili si rimanda alla lettura di tale piano.

La pianificazione di intervento in caso di emergenza idrica ha lo scopo di definire alcune iniziative e provvedimenti che G.E.A.L. S.p.A. potrà assumersi nell'intento di evitare o mitigare possibili disagi dovuti a carenze nella distribuzione idrica, in rapporto alla tipologia dell'intervento ed alla gravità delle condizioni in atto.

C7.3 - Ritrovamento e brillamento di ordigni bellici inesplosi

Il rischio derivante dal ritrovamento accidentale di ordigni bellici inesplosi è che possono esplodere liberando la loro potenza distruttiva arrecando gravi danni, pertanto un serio pericolo per coloro che si trovino nelle vicinanze.

Fermo restando che rimozione e messa in sicurezza dei residuati esulano totalmente dalle competenze a carico delle Amministrazioni comunali, resta compito del Sindaco, in qualità di Autorità di Protezione Civile ai sensi della Dlgs 1/2018, collaborare con Artificieri, Prefettura e Forze dell'Ordine al fine di garantire l'incolumità pubblica.

In Italia le zone in cui risulta maggiore la probabilità di ritrovare ordigni inesplosi risalenti all'ultimo conflitto mondiale sono quelle dove si sono combattute le offensive più dure e quelle che hanno ospitato postazioni difensive. Sono rimasti inesplosi principalmente bombe di aereo anche di grandi dimensioni ed anche proiettili di artiglieria, bombe a mano anche lasciate nascoste. Tali residuati riaffiorano in superficie principalmente a seguito di lavori stradali e opere edili oppure nei periodi particolarmente siccitosi lungo il greto dei fiumi.

L'individuazione preventiva delle aree interessate dal rischio risulta molto difficoltosa, per cui è più probabile che i rinvenimenti vengano segnalati da parte di privati durante le attività più diverse.

All'interno del comune di Lucca si identificano le seguenti aree in cui esiste una maggiore probabilità di rinvenire residuati della Seconda guerra mondiale:

- Zona di San Concordio e Zona della Stazione (aree sottoposte a bombardamento aereo alleato)
- Zona delle colline dell'Oltreserchio (quest'area rappresentava la linea del fronte)
- Zona di Brancoleria e Aquilea (installazioni difensive tedesche della linea gotica)

§ § §