



Città
di Lucca

PIANO OPERATIVO

Città di Lucca

La casa
della Città

il Piano Operativo

Avvio del Procedimento

Relazione di avvio del procedimento

Allegato B

**Indagini di fattibilità idrogeologica e
sismica - Note preliminari**

ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Serena Mammini

SINDACO DI LUCCA
Alessandro Tambellini

AVVIO DEL PROCEDIMENTO

(articolo 17 LR 65/2014 e s.m.i.)

Allegato B**Indagini di fattibilità idrogeologica e sismica
Note preliminari**

INDICE

PREMESSA.....	5
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	9
3. STATO GENERALE DELLE CONOSCENZE.....	10
3.1. Dati esistenti a livello comunale.....	10
3.2. Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Lucca.....	11
3.3. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino del F. Serchio.....	12
3.4. Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Bacino del F. Serchio.....	13
3.5. Il PAI ed il PGRA del Bacino del F. Arno.....	14
3.6. Il progetto CARG della Regione Toscana.....	14
3.7. CIS (Corpi Idrici Sotterranei della Regione Toscana).....	14
4. ULTERIORI RICERCHE DA SVOLGERE.....	15
4.1 Aspetti geologici e geomorfologici.....	15
4.2 Aspetti idraulici.....	15
4.3 Aspetti sismici.....	20

PREMESSA

L'attuale strumento di pianificazione del Comune di Lucca (Piano Strutturale approvato con Deliberazione C.C. n. 39 del 24/04/2017) risulta supportato da indagini geologico-tecniche redatte in conformità al D.P.G.R. 53/R/2011 ed al PAI del F. Serchio e rappresentate dai seguenti elaborati:

- QG 01** Nord, centro e sud - *Carta geologica*
- QG 02** Nord, centro e sud - *Carta geomorfologica*
- QG 03** Nord, centro e sud - *Carta litologica – tecnica*
- QG 04** Nord, centro e sud - *Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi*
- QG 05** Nord, centro e sud - *Carta delle aree a pericolosità geomorfologica*
- QG 06** Nord, centro e sud - *Carta delle frequenze principali di risonanza del sottosuolo nell'intervallo 0.1 – 1.0 Hz*
- QG 07** Nord, centro e sud - *Carta delle frequenze principali di risonanza del sottosuolo nell'intervallo 1.0 – 20 Hz*
- QG 08** Nord, centro e sud - *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)*
- QG 09** - *Sezioni geologiche rappresentative del modello di sottosuolo*
- QG 10** Nord, centro e sud - *Carta delle categorie di sottosuolo*
- QG 11** Nord, centro e sud - *Carta della pericolosità sismica*
- QG 12** Nord, centro e sud - *Carta delle aree allagabili per tempo di ritorno 30 anni*
- QG 13** Nord, centro e sud - *Carta delle aree allagabili per tempo di ritorno 200 anni*
- QG 14** Centro - *Carta delle aree soggette a potenziale ristagno*
- QG.14.1** - *Carta di approfondimento delle aree depresse*
- QG 15** Nord, centro e sud - *Carta delle aree a pericolosità idraulica*
- QG 16** Nord, centro e sud - *Carta degli ambiti, delle pertinenze fluviali e delle aree destinate agli interventi di laminazione delle piene*
- QG 17** - *Dati geognostici*
- QG 18** - *Relazione illustrativa degli approfondimenti idraulici*
- QG.19 bis** - *Relazione illustrativa degli approfondimenti sulla pericolosità da dinamica torrentizia.*

Premesso quanto sopra, il quadro conoscitivo oggi esistente è da considerarsi esaustivo ed adeguato al citato Regolamento 53/R/2011. Risulta, invece, solo parzialmente adeguato alle successive intervenute disposizioni in materia di rischio da alluvioni di cui alla L.R. n. 41 del 24/07/2018.

Al fine comunque di affinare il quadro delle conoscenze in tema di rischio alluvionale in occasione del Piano Operativo, è previsto che vengano idraulicamente studiati una serie di corsi d'acqua minori, facenti parte del *Reticolo idrografico* di cui alla L.R. 79/2012 ed attraversanti il territorio urbanizzato. Tali corsi d'acqua sono stati selezionati in accordo con il Genio Civile di Lucca.

Al fine poi di un adeguamento alla L.R. 41/2018 è previsto che venga elaborata una nuova aggiornata Carta della pericolosità idraulica e la Carta della magnitudo idraulica.

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune di Lucca è situato nella porzione occidentale della pianura compresa tra le prime alture appenniniche delle Pizzorne a nord e i Monti Pisani a sud nel tratto che precede lo sbocco nella Piana costiera ed ha una superficie di circa 185,53 kmq.

Il territorio di Lucca rientra nella regione temperata sublitoranea tirrenica, caratterizzata da inverni generalmente miti ed umidi, con rare nevicate, estati calde e secche, anche se con qualche precipitazione, da primavera ed autunni piovosi.

Dal punto di vista morfologico nel comune di Lucca si distinguono alcuni ambienti principali:

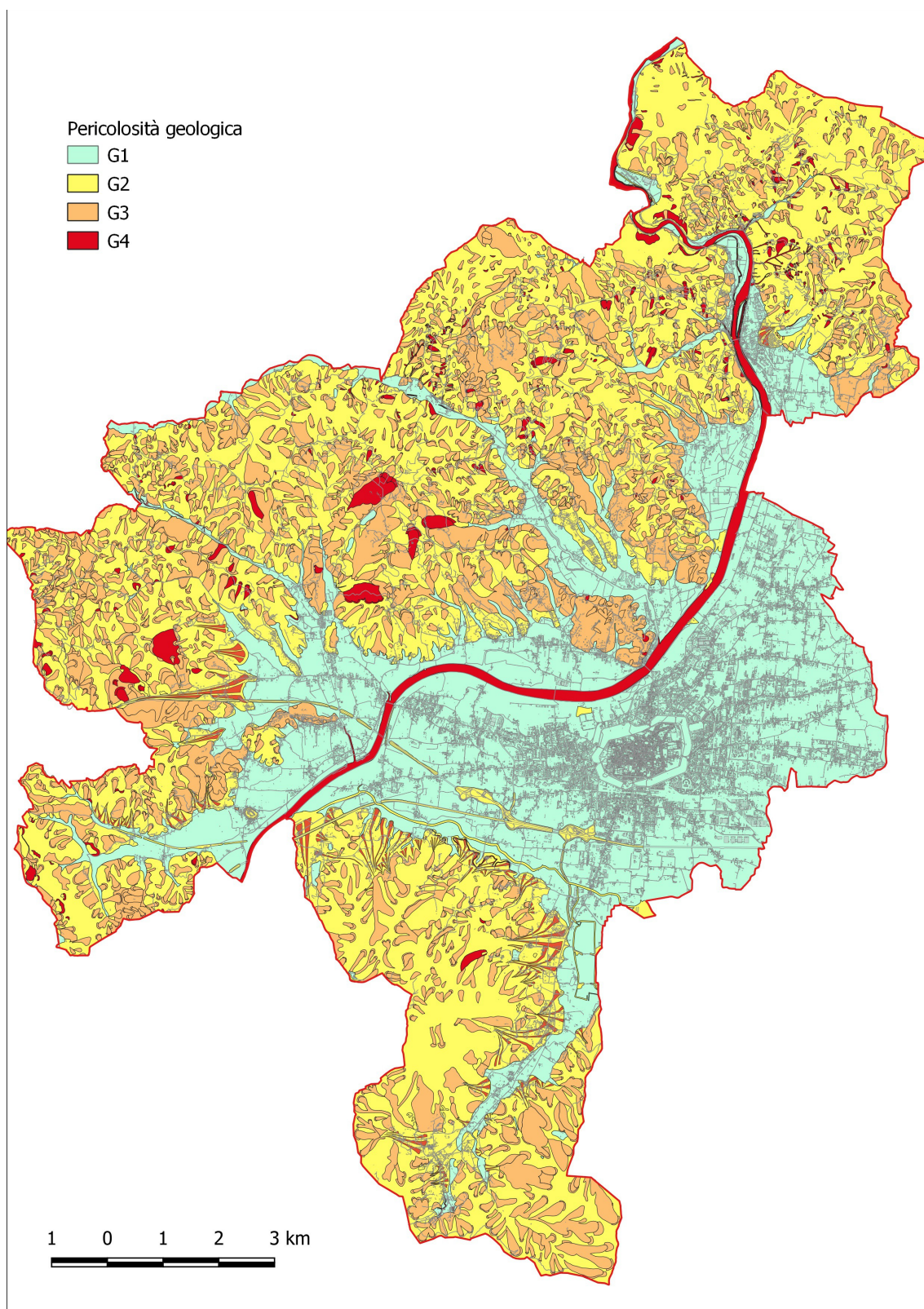
- la pianura, prevalente come estensione, che presenta una pendenza generale verso sud di circa il 3%, a quote variabili da 6 a 18m. s.l.m.;
- la zona dei rilievi nord in prossimità dello sbocco della valle del F. Serchio nella piana, caratterizzati da elevate pendenze e quote oltre i 700 m nell'alta Brancoleria;
- la zona delle colline dell'Oltreserchio in destra idrografica tra Ponte a Moriano e Balbano con quote oltre i 500 m presso Torre e fino a 3-400 m nei monti di Chiatari, pendenze per lo più blande e che si raccorda dolcemente con le aree di pianura;
- la zona dei M. Pisani a sud tra Cerasomma e la Valle del Rio Guappero caratterizzata da pendenze elevate e presenza di affioramenti rocciosi con quote intorno ai 4-500 m fino agli 829 m di M. Faeta.

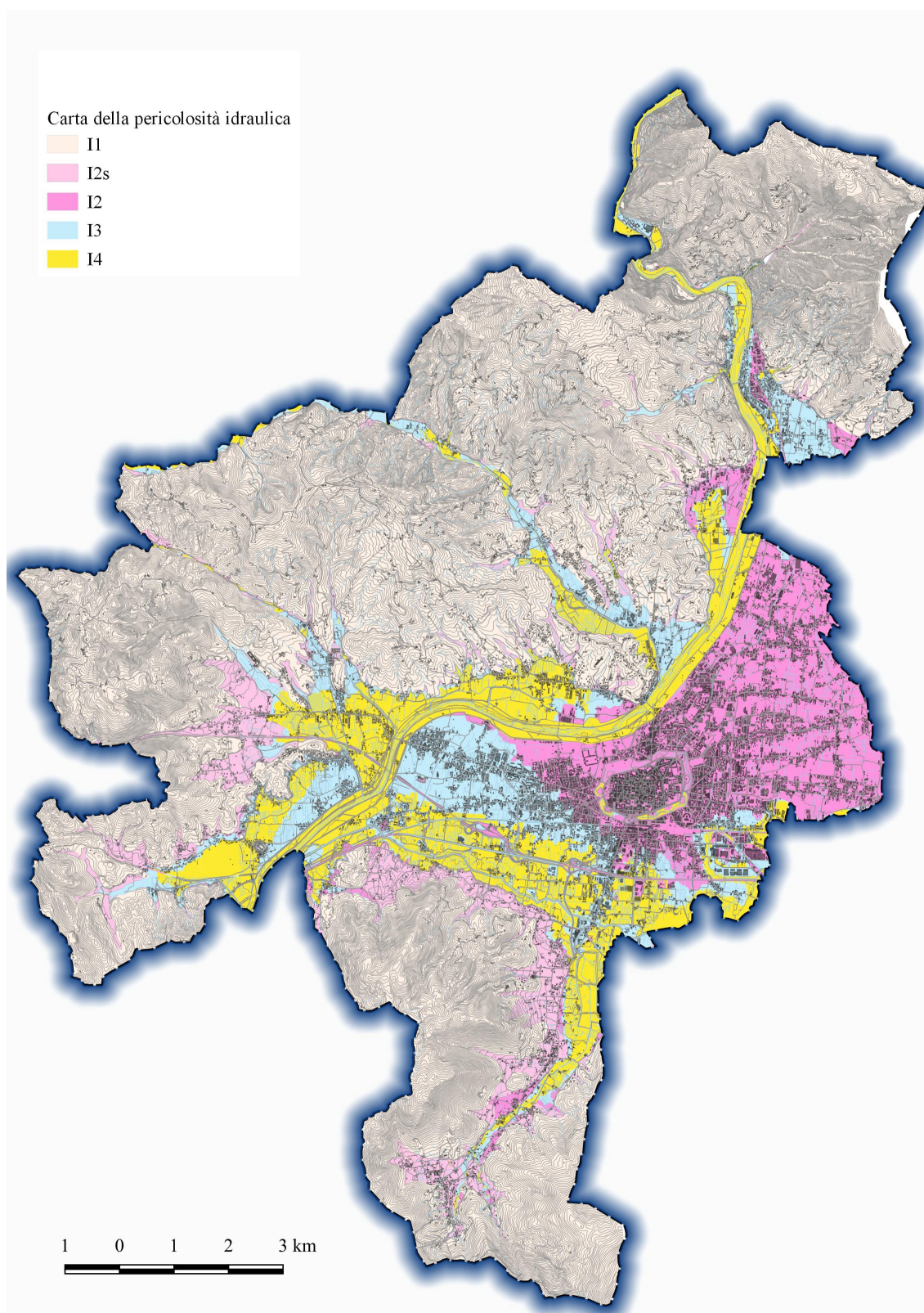
Le principali criticità che interessano il territorio comunale lucchese sono ovviamente quelle geomorfologiche, da frana, nelle aree collinari ed idrauliche nelle aree di pianura legate ad esondazioni ed allagamenti. Tali criticità nascono dall'interazione di fattori naturali ed artificiali (urbanizzazione intesa come alterazione negativa sia delle condizioni di stabilità dei versanti sia del minuto sistema idrografico che caratterizzava la pianura lucchese).

Tali criticità, con riferimento al Piano Strutturale vigente, sono rappresentate nella carta della pericolosità geomorfologica ed in quella della pericolosità idraulica (aree a pericolosità elevata G3-I3 e molto elevata G4-I4).

Tali carte evidenziano che una parte importante del territorio lucchese è a rischio idrogeologico s.l.: in particolare ben il 42,9 del territorio di collina è a rischio da frana e ben il 44,2% del territorio di pianura è a rischio da alluvione.

Superficie territorio comunale: 18540 ha		
Territorio di pianura: 7094 ha (38,3%)		
Territorio di collina: 11446 ha (61,7%)		
G4 da propensione al dissesto: 90 ha (0,8% su collina)	G4= 2.3 %	G3+G4= 42.9%
G4 da frana: 168 ha (1,5% su collina)		
G3 da propensione al dissesto: 1293 ha (11,3% su collina)	G3 = 40.6%	I3+I4=44.3%
G3 da frana: 2232 ha (19,5% su collina)		
G3 da detrito acclive 1128 ha (9,8% su collina)		
I3: 1479 (20,8% su pianura)	I3+I4=44.3%	
I4: 1668 (23,5% su pianura)		





2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Le vicende orogenetiche che hanno interessato l'Appennino settentrionale e quindi anche la zona di Lucca, sono rappresentate fino al Miocene sup. (Tortoniano inf.) da una tettonica compressiva polifasata, connessa con la chiusura della zona oceanica ligure-piemontese che ha dato luogo ad una serie di strutture a pieghe generalmente a vergenza E-NE.

Al termine dei movimenti compressivi della tettonogenesi tortoniana, ha inizio in quest'area una fase di tipo distensivo collegabile ai processi di espansione del Tirreno. A tale fase (databile al Messiniano nelle aree a sud dell'Arno e al Villafranchiano in quelle a nord) è riconducibile la formazione di depressioni morfologiche in cui si imposta la sedimentazione neogenica dei sedimenti fluvio-lacustri.

Tali sedimenti lacustri e fluviolacustri, suddivisi in due successivi cicli di sedimentazione interrotti da episodi di sollevamento e traslazione, si ritrovano oggi dislocati ai margini settentrionali ed orientali della pianura lucchese, mentre nella pianura stessa si ritrovano coperti dai sedimenti alluvionali più recenti lasciati dal F. Serchio e dai suoi affluenti a partire dalle variazioni climatiche collegate alle glaciazioni quaternarie.

Dal punto di vista strutturale la Pianura di Lucca corrisponde quindi ad un'ampia depressione tettonica, prolungamento verso SudEst del "graben" del Serchio.

Tale depressione, interessata successivamente da subsidenza, fu colmata inizialmente da depositi lacustri principalmente argillosi e in epoca più recente modellata ed alluvionata dal F. Serchio attraverso il corso principale ed i rami derivati, almeno fino al XVI secolo d.C.: dopo tale periodo tutto il sistema fluviale della piana venne regimato con una serie di interventi idraulici che hanno portato alla situazione attuale, con il Serchio arginato e pensile rispetto alla pianura.

La piana di Lucca è pertanto costituita da terreni di origine alluvionale depositati prevalentemente dal F. Serchio. Tali depositi, attribuibili al Quaternario recente, mostrano frequenti variazioni di facies, sia in senso verticale che orizzontale, anche se è in genere riconoscibile la seguente successione stratigrafica tipo con, dall'alto verso il basso, depositi prevalentemente fini (limo-argilloso-sabbiosi), ai quali seguono depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ciottoli e sabbie).

Tale successione sedimentaria recente poggia in profondità, come precedentemente accennato, su depositi più antichi (Pliocene - Villafranchiano), di origine lacustre, prevalentemente argillosi, il cui spessore supera certamente alcune centinaia di metri.

L'ossatura dei rilievi delle Pizzorne è costituita invece da formazioni litoidi appartenenti alla porzione alta della "Successione Toscana non metamorfica", sottostanti verso sud alle "Successioni Liguri s.l.". Più a nord, nella stretta di Vinchiana e fino al Piaggione, una ampia anticlinale porta all'affioramento i termini giurassici della successione.

Nella zona pedecollinare le formazioni litoidi sono coperte da depositi continentali di ambiente lacustre e fluvio-lacustre, formati all'interno delle zone tettonicamente depresse, a partire dal Miocene Superiore e almeno fino al Pleistocene Inferiore.

A seguito di eventi tettonici di età plio-pleistocenica, le Pizzorne hanno subito un forte "ringiovanimento tettonico" in età. Il più recente innalzamento ha portato, oltre che ad una forte tettonizzazione di alcune aree con formazione di faglie e diaclasi, ad una accentuazione dell'attività erosiva dei corsi d'acqua che si presentano fortemente incassati nei versanti.

I rilievi dei Monti Pisani fanno parte della cosiddetta "Dorsale Medio Toscana", separata da faglie dirette, attualmente in gran parte ricoperte da depositi del Quaternario, dalla fossa tettonica della Versilia ad Ovest, dal bacino della fossa tettonica di Lucca a Nord e del bacino della fossa tettonica di Bientina – Cerbaie – Fuецchio ad Est; queste faglie hanno direzione sia

appenninica che trasversale rispetto a questa e sono state in seguito parzialmente riprese da movimenti neotettonici di età probabilmente Pleistocene medio e sicuramente Pleistocene superiore.

Su tali rilievi, tra S. Maria del Giudice e Cerasomma, affiorano terreni appartenenti alla Successione Toscana anchimetamorfica, rappresentati in sostanza da terreni simili a quelli presenti nella Successione Toscana, ma soggetti ad un debole metamorfismo che ne ha parzialmente modificato le caratteristiche tessiturali e composizionali.

Sui monti d'Oltreserchio, la fascia di raccordo con la pianura è ancora costituita dai depositi fluvio lacustri già descritti in precedenza. Più in alto si rinvencono le formazioni della Successione Toscana, fino ai termini triassici nella stretta valle del T. Certosa. Più a nord-est, tra S. Macario e Ponte a Moriano, i termini della Successione Toscana sono sovrastati da formazioni riferibili ai Domini Liguri.

3. STATO GENERALE DELLE CONOSCENZE

Il territorio comunale di Lucca si colloca nell'area ovest della Piana di Lucca e lungo i rilievi circostanti che da tempo sono oggetto di approfonditi studi di tipo geologico, strutturale e idrogeologico; le prime cartografie che interessano almeno in parte il Comune di Lucca sono relative alla zona dei Monti Pisani e delle Alpi Apuane e risalgono al 19° - inizio del 20° secolo ad opera di SAVI, 1832; DE STEFANI, 1875; SACCO, 1895; LOTTI, ZACCAGNA, FOSSEN, 1908; MASINI, 1923; FUCINI, 1925; FUCINI, 1926.. Si tratta essenzialmente di cartografie geologiche a piccola scala (da 1: 25.000 fino a 1: 250.000), generalmente con sezioni, che rappresentano i rapporti formazionali senza contenere informazioni strutturali o tettoniche, al tempo non ancora sviluppate. Successivamente si assiste ad una stasi della ricerca scientifica fino all'inizio degli anni 60, quando riprendono ad opera della "scuola di Pisa" con GIANNINI & NARDI, 1965; TREVISAN & AL., 1969, RAU & TONGIORGI, 1974 con lavori che trattano invece più compiutamente l'aspetto strutturale, seguendo le nuove teorie che indicavano le varie serie impilate in falde da una tettonica compressiva a formare la catena appenninica, in seguito interessate da una fase distensiva che avrebbe portato all'individuazione della Piana di Lucca. Segue uno studio di tipo stratigrafico ed idrogeologico della Piana di Lucca, NARDI & AL., 1987. Più recentemente l'area è stata interessata marginalmente dal rilievo della media Valle del Serchio di tipo geologico-geomorfologico, finalizzato alla redazione di carte di stabilità dei versanti (NARDI & AL., 1985-1989), che in seguito verrà ripreso ed ampliato dall'Autorità di Bacino del F. Serchio ed esteso a tutto il territorio comunale.

Nei paragrafi che seguono vengono elencati sia i principali studi certificati svolti a livello comunale su cui si basa l'attuale quadro conoscitivo geologico, sia i piani di settore, sovraordinati a quello comunale, presi in considerazione al fine di valutare la necessità di implementare il quadro conoscitivo.

3.1. Dati esistenti a livello comunale

Si ricordano in particolare quelli relativi alla formazione del Piano Strutturale vigente (TRIVELLINI M.: Inquadramento geologico e geomorfologico e franosità del territorio del Comune di Lucca. Dicembre 1997; CHINES C. & NOLLEDI G.: Indagini idrogeologiche e geotecniche di supporto alla realizzazione del Piano Strutturale del Comune di Lucca. Dicembre

1997) ed al successivo Regolamento Urbanistico (STUDIO DI GEOLOGIA BARSANTI, SANI & SANI: Regolamento Urbanistico, La Pericolosità Geologica e Idraulica. Relazione Esplicativa. Febbraio 2004; STUDIO DI GEOLOGIA BARSANTI, SANI & SANI: Regolamento Urbanistico, La Fattibilità Geologica. Relazione Esplicativa. Febbraio 2004).

Ci sono poi alcune Varianti parziali che contengono importanti informazioni geologiche ed altri studi di dettaglio per interventi pubblici, che contengono informazioni di dettaglio riguardanti le caratteristiche stratigrafiche e la caratterizzazione dei terreni.

Si ricordano in particolare:

- **Variante al Regolamento Urbanistico per l'adeguamento alle norme della pericolosità Sismica ai sensi dell'art. 17 della L. R. n. 1/2005** approvata con delibera del Comm. Str. n. 69 del 15.05.2007 e pubblicata sul BURT n.27 del 04.07.2007

- **Variante di adeguamento al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) relativa al bacino dell'Ozzeri** approvata con delibera C.C. n° 147 del 30.12.2008 pubblicata sul BURT n. 11 del 18.03.2009.

Come accennato in premessa, sono infine disponibili gli elaborati cartografici e testuali prodotti per la formazione del Piano Strutturale vigente

3.2. Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Lucca

Il territorio comunale risulta interessato dalla cartografia relativa alla "Integrità fisica del territorio".

In particolare sono presenti elementi nella Tav. A.1 - Carta della fragilità geomorfologica, riguardanti le aree vulnerate da frane attive e da frane quiescenti nonché aree di pianura caratterizzate da subsidenza potenziale.

Sono presenti elementi riferibili al territorio comunale anche nella Tav. A.2 - Carta della fragilità idraulica, limitatamente alle aree di pertinenza fluviale (art. 60) suddivise in

- alveo fluviale ordinario in modellamento attivo
- area golenale
- alveo di naturale esondazione

Risultano inoltre censite alcune aree vulnerate da esondazioni (art. 23, 1.a), e aree vulnerate da fenomeni di ristagno (art. 23, 1.b).

La Tav. A.3 indica invece gli ambiti di salvaguardia dei corsi d'acqua ai sensi dell'art. 60. Sono segnalati i tratti di corsi d'acqua dotati di ambito "B" di cui alla D.C.R.T. n.230/94 e già ricompresi nell'elenco allegato al P.I.T. 2000-2005.

Sono indicati inoltre i tratti di corsi d'acqua dotati di fascia di naturale pertinenza, già elencati al par. 2.2 degli allegati alle Norme di Piano sui quali svolgere le delimitazione delle aree di pertinenza fluviale, in aggiunta a quelli presenti nell'elenco allegato al P.I.T. Tali corsi sono:

R. di Arsina; R. Balbano; R. Canabbia; R. Castiglioncello; R. di Cerasomma; R. Cerchia; R. Cerreto; R. Certosa; T. Contesora; R. Coselli; T. Freddana; R. Guappero; R. Mulerna; R. di Ribongi; F. Serchio; R. di S. Pantaleone; T. Vinchiana.

La Tav. A.4 indica infine le aree ad elevata vulnerabilità intrinseca potenziale di cui all'art. 27 delle Norme di Piano. Sono inserite in elevata vulnerabilità per alta/elevata permeabilità primaria, le aree dei conoidi e delle alluvioni di fondovalle, mentre in elevata vulnerabilità per alta/elevata permeabilità secondaria le aree di affioramento dei complessi carbonatici.

Trattasi in ogni caso di dati di cui era già stato tenuto in debito conto nella formazione del Piano Strutturale vigente.

3.3. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino del F. Serchio

Con DPCM 26/07/2013 è stato approvato il "Piano di bacino, stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Serchio (PAI) - Primo Aggiornamento", il quale definisce, all'interno del territorio comunale, problematiche di tipo geomorfologico e di tipo idraulico.

In data 17/12/2015 con delibera del Comitato Istituzionale n. 180, è stato inoltre adottato il "Progetto di Piano di bacino, Stralcio Assetto Idrogeologico del fiume Serchio (P.A.I.) II Aggiornamento". Il "Progetto di Piano - II Aggiornamento" si compone dei seguenti elaborati:

- Relazione illustrativa
- Variante alle Norme di Piano
- Tavole settore Rischio Idraulico
- Tavole settore Rischio Frana

Dal 17/12/2015, data di adozione da parte del Comitato Istituzionale del "Progetto di Piano – II Aggiornamento", sono immediatamente efficaci quali misure di salvaguardia, ai sensi dell'art. 65 comma 7 del D.Lgs. 152/2006, le disposizioni di cui agli articoli 7, 9, 23, 25, 25 bis, 40, 46, le disposizioni di cui alla Direttiva n° 10 e alla Direttiva n° 13 delle Norme del Progetto di Piano di bacino e le perimetrazioni delle aree a pericolosità da frana e idraulica rappresentate nelle tavole del Progetto di Piano, con esclusione della Tav. 10.

Le Misure di Salvaguardia sono state nuovamente adottate dalla Conferenza Istituzionale Permanente con delibera n. 10 del 27 dicembre 2018 a partire da tale data e per il periodo massimo di tre anni.

Le problematiche geomorfologiche sono rappresentate nella "Carta della Franosità del bacino del F. Serchio".

Tali cartografie pur evidenziando in particolare la propensione al dissesto forniscono anche dati geologici e strutturali di base. Le "Carte della Franosità, nell'ultima versione, osservano la stessa identificazione numerica della CTR Toscana.

La "Carta di riferimento delle normative di Piano nel settore del rischio idraulico" (scala 1/75.000-1/10.000), individua invece sul territorio la vincolistica delle Norme di PAI dovuta alla pericolosità idraulica e la perimetrazione delle aree da destinare ai principali interventi idraulici.

Le tavole che interessano il comune di Lucca sono la 7.35 (Piaggione, Ponte a Moriano), 7.40 (Valfreddana, OltreSerchio), 7.41 (S. Pietro a Vico, Lucca Nord), 7.44 (Balbano, Nozzano), 7.45 (Nozzano, Lucca sud ovest), 7.46 (Lucca sudest).

Gli elementi individuati sono i seguenti, con il riferimento agli articoli delle Norme di Piano: **"Aree di laminazione delle piene e/o destinate ai principali interventi idraulici"** (art. 20) "; **"Alveo fluviale in modellamento attivo"** (a1), **"Alveo relitto"** (a2) e **"Aree golenali"** (P1) (art. 21); **"Aree ad alta probabilità di inondazione"** (art. 22); **"Aree inondabili in contesti di particolare fragilità geomorfologica e/o ad alta probabilità di inondazione"** Apg (art. 22 bis); **"Aree a moderata probabilità di inondazione (P2) ed aree storicamente interessate da inondazioni (PS)"** (art. 23); **"Aree di pertinenza fluviale e/o aree a moderata probabilità di inondazione in contesti di fragilità geomorfologica P2g"**, art 23 bis; **"Aree morfologicamente depresse (tra 0 e -2 m. s.l.m.) della piana di Lucca"** (art. 24).

Lo S.U. vigente risulta già adeguato al PAI II° aggiornamento.

3.4. Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Bacino del F. Serchio

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è stato approvato con [Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016](#) e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 4 febbraio 2017 - Serie Generale n. 29.

Gli scenari alluvionali del PGRA sono praticamente gli stessi di quelli del PAI. Cambiano solo le classi di pericolosità, rese coerenti con la Direttiva alluvioni attraverso un accorpamento delle classi di pericolosità del PAI, come da tabella di correlazione che segue.

PAI Serchio			Direttiva alluvioni		
tipo di ambito	codice vincolo	classe di pericolosità P.A.I.	classe di pericolosità DCE 2007/60 e DLgs 49/2010	scenario DCE 2007/60	scenario DLgs 49/2010
geomorfologico	a1, a2, P1, APL	molto elevata (P4)	P3	elevata probabilità di alluvioni	alluvioni frequenti: Tr compreso tra 20 e 50 anni (elevata probabilità)
geomorfologico	PL; PU	molto elevata (P4)			
idraulico	AP	molto elevata (P4)			
prev. geomorfologico	APg	molto elevata (P4)			
geomorfologico	a2a	elevata (P3)	P2	media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno probabile > o = a 100 anni)	alluvioni poco frequenti: Tr compreso tra 100 e 200 anni (media probabilità)
idraulico	P2	elevata (P3)			
prev. geomorfologico	P2g	elevata (P3)			
storico-inventariale	Ps	elevata (P3)			
idraulico	MP	moderata (P2)	P1	scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi	alluvioni rare di estrema intensità: Tr fino a 500 anni (bassa probabilità)
prev. geomorfologico	P2a	moderata (P2)			
geomorfologico	BP	bassa (P1)			

Con il [Decreto del Segretario Generale n.39 del 12 giugno 2018](#) è stato inoltre adottato il progetto di variante al PAI del Serchio denominato "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", che avvia il percorso per il progressivo avvicinamento del PAI del Serchio al Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, mantenendo i contenuti del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico del fiume Serchio nelle parti compatibili con la nuova disciplina e fino all'integrazione di questo nel PGRA dell'Appennino Settentrionale.

3.5. Il PAI ed il PGRA del Bacino del F. Arno

Il PAI interessa – per la sola problematica geomorfologica - un'area collinare limitata di circa 0,5 kmq nei dintorni della loc. La Specola della fraz. di S. Pancrazio, oltre ad alcune aree minimali lungo il crinale dei M. Pisani. Stante l'assenza di problematiche idrauliche non esistono per queste zone cartografie di PGRA.

Le problematiche geomorfologiche sono rappresentate nella "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante" (Tav.: pai_pf25k_023), dove si individuano pericolosità di classe P.F.1 (moderata) e P.F.2 (media).

3.6. Il progetto CARG della Regione Toscana

Comprende le cartografie geologiche di base (scala 1:10.000) redatte all'interno del Progetto CARG dalla Regione Toscana; in particolare interessano il territorio comunale di Lucca le sezioni 261030, 261060, 261070, 261090, 261100, 261110, 261130, 261140, 261150, 273020.

Tali cartografie sono state realizzate dall'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) del CNR o dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Pisa.

3.7. CIS (Corpi Idrici Sotterranei della Regione Toscana)

In attuazione del D.Lgs 152/99 e della DGRT 225/2003 la Regione Toscana, avvalendosi dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) del CNR, ha provveduto a perimetrare e caratterizzare, sulla base della nuova Carta Geologica alla scala 1:10.000, i CISS. Inizialmente erano stati istituiti formalmente 45 CISS, denominati Corpi Idrici Sotterranei Significativi, allo scopo di definire il livello di tutela da garantire e le eventuali azioni di risanamento da mettere in atto mediante il Piano di Tutela. Dei 45 CISS individuati dalla Regione Toscana, 29 erano costituiti da acquiferi in mezzi porosi e 16 in mezzi fratturati.

In base alla deliberazione del 26 ottobre 2009, n. 939 (Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana) i Corpi Idrici sono stati riconsiderati applicando nuovi criteri per la determinazione degli stessi che hanno portato modifiche sia nel numero che nella denominazione, essendo ora definiti 66 CIS (Corpi Idrici Sotterranei) dando per acquisito il termine 'significativi'. A seguito della suddetta delibera è in corso una revisione degli studi già effettuati.

I prodotti disponibili sono il risultato della perimetrazione dei suddetti CIS, in base alla Carta Geologica in scala 1:10.000 (fase 1 dello studio) e sono rappresentati dalla ricostruzione in pianta della geometria tridimensionale, per isobate delle superfici limite (base e tetto) e isopache della copertura impermeabile o a permeabilità molto bassa.

Infine è stato reso disponibile un approfondimento del livello di conoscenza degli acquiferi, risultato della fase 2 dello studio, che ha come obiettivi principali l'individuazione dei livelli multistrato negli acquiferi in mezzi porosi e la definizione dei livelli di tetto e di letto per gli acquiferi in roccia. I suddetti studi sono stati realizzati attraverso l'utilizzo dei dati presenti nella Banca dati sottosuolo e sono stati conclusi per tutti gli acquiferi entro il 2011 con il completamento della fase 2.

Relativamente all'area in studio vengono individuati i seguenti CIS:

ACQUIFERI IN ROCCIA

- Acquifero delle arenarie di avanfossa della Toscana nordorientale (cod. 99mm930) relativo ad aree della zona nord ed est del territorio comunale
- Acquifero dei monti di S.Maria del Giudice e dei Monti Pisani (cod. 99mm010b) relativo ad aree della zona sud del territorio comunale
- Acquifero delle Alpi Apuane (cod. 99mm010a) relativo ad aree situate nella zona sud ed ovest del territorio comunale

ACQUIFERI IN MEZZI POROSI

- Acquifero della Piana di Lucca (cod. 12se010) relativo alla zona centrale del territorio comunale.

4. ULTERIORI RICERCHE DA SVOLGERE

Il quadro conoscitivo, facendo riferimento a quanto già prodotto a supporto del Piano Strutturale vigente, è da considerarsi per lo più completo nella quantità e nella qualità dei dati di base a disposizione. Sono da prevedersi soltanto alcuni limitati aggiornamenti per gli aspetti geologici, unitamente ad approfondimenti/adeguamenti degli aspetti relativi al rischio idraulico.

Quanto sopra ad esclusione degli aspetti sismici, in quanto a supporto del Piano Strutturale è stata effettuata una microzonazione sismica di Livello 1 e, qualora dovesse entrare in vigore il nuovo Regolamento – attualmente in fase conclusiva – si renderebbe necessario procedere ad una microzonazione di Livello 2.

Si elencano di seguito le azioni necessarie per la conclusione del processo di formazione del Quadro Conoscitivo, suddivise nei vari aspetti di interesse.

4.1 Aspetti geologici e geomorfologici

I dati geologici utilizzati nella carta realizzata con il Piano Strutturale derivano dalla cartografia CARG, che risulta a sua volta allineata a quella utilizzata dall'Autorità di Bacino del Serchio per la cartografia di pericolosità da frana. Sono quindi da effettuare soltanto integrazioni di eventuali dissesti occorsi nell'ultimo periodo. Per il riconoscimento di movimenti in atto del suolo – in particolare legati a subsidenza nelle aree di pianura, ma anche a movimenti lenti di massa su versanti – verranno comunque utilizzati anche i dati interferometrici radar satellitari forniti dal Geoportale della Regione Toscana.

4.2 Aspetti idraulici

Il quadro delle conoscenze in tema di rischio alluvionale verrà integrato con lo studio idraulico di una serie di corsi d'acqua minori - facenti parte del Reticolo idrografico di cui alla L.R. 79/2012 ed attraversanti il territorio urbanizzato - selezionati in accordo con il Genio Civile di Lucca.

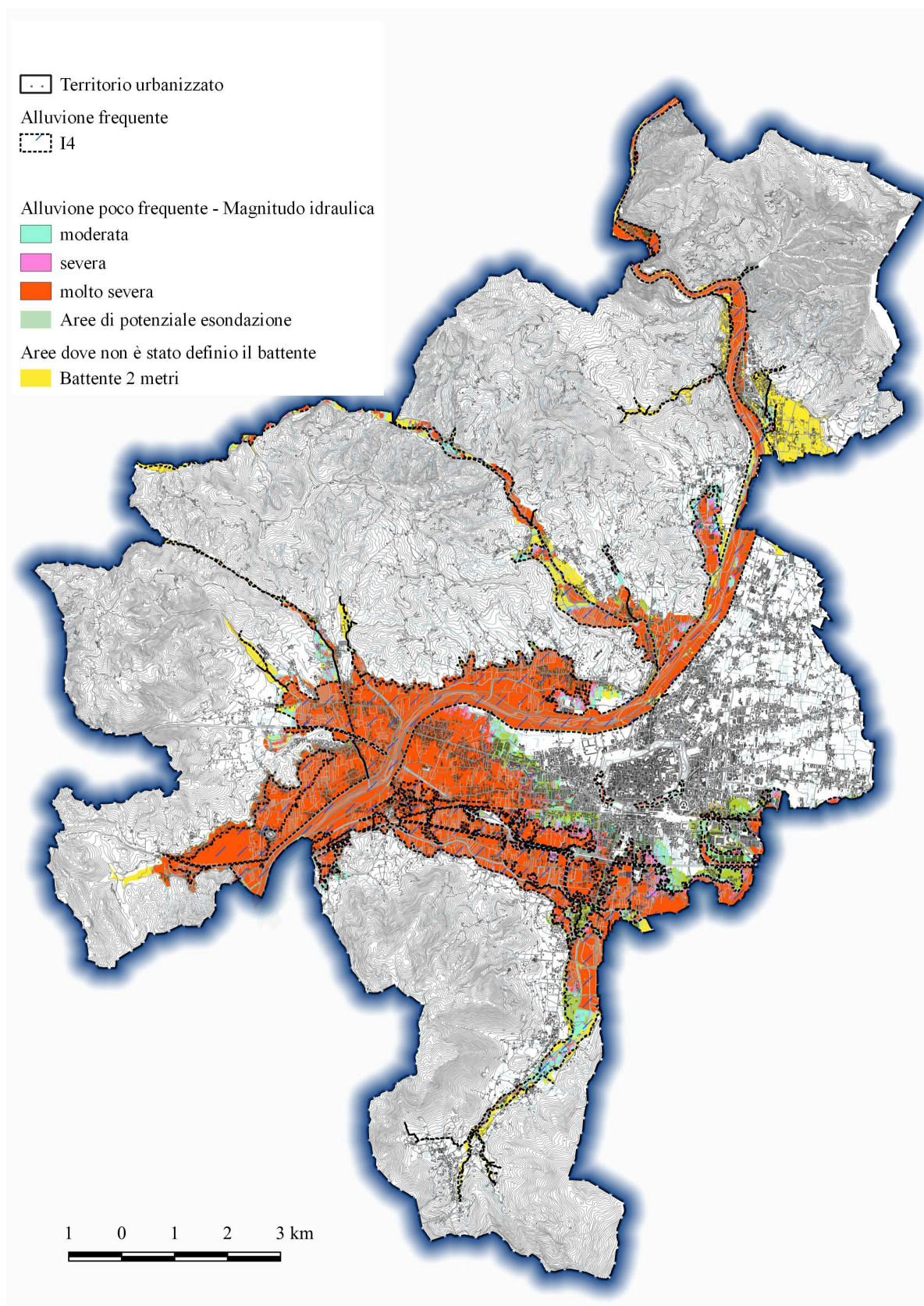
Al fine poi di un adeguamento alla L.R. 41/2018 è previsto che venga sia elaborata la Carta della magnitudo idraulica, sia rielaborata la carta della pericolosità idraulica, integrando gli scenari alluvionali esistenti con quelli derivanti dal citato studio dei corsi d'acqua minori.

Più in dettaglio, per l'elaborazione delle varie nuove carte verranno utilizzati sia gli studi svolti a supporto del Piano Strutturale, sia i dati di pericolosità e dei battenti raccolti all'interno del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, che risulta lo strumento sovraordinato per la caratterizzazione del quadro conoscitivo in materia idraulica. Quest'ultimo materiale, già consegnato direttamente dal Distretto di Bacino dell'Appennino Settentrionale al Comune di Lucca, consiste nei seguenti elementi:

- **Aree di Potenziale Esondazione nella piana di Lucca definite** dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio nell'ambito del PAI, che coprono gran parte della superficie comunale interessata da pericolosità idraulica, individuando dei comparti per ognuno dei quali sono definiti un livello liquido trentennale ed un livello liquido duecentennale che, per differenza con le quote del terreno desumibili dal rilievo LIDAR, permettono la determinazione dei battenti idrici di riferimento così come riportate peraltro nelle carte ufficiali del PGRA (TAV3 e TAV 4);
- **Battenti e velocità per i fenomeni aventi tempo di ritorno 30 e 200 anni** desunti da modelli idraulici bidimensionali svolti dall'ufficio tecnico del Distretto di Bacino in relazione ai corsi d'acqua Contesora, Cerchia e Canabbia nonché al Fiume Serchio in località Ponte a Moriano;
- **Battenti e velocità per i fenomeni aventi tempo di ritorno 30 e 200 anni** desunti da modelli idraulici bidimensionali svolti nell'ambito della redazione del Piano Strutturale comunale del 2016 (corsi d'acqua Isoella - San Lorenzo, Mulerna, Cerasomma, Arsina e Cerreto);
- **Sezioni dei corsi d'acqua Serchio e Freddana** con indicazione dei livelli liquidi delle simulazioni monodimensionali (cioè solo sul reticolo idraulico, non in relazione ad eventuali fuoriuscite) per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Sulla base di queste indicazioni è stata prodotta la carta di sovrapposizione tra le aree a pericolosità, le aree per le quali sono disponibili dati dei battenti alla luce del materiale sopra riportato (Aree di Potenziale Esondazione o zone coperte da studi idraulici bidimensionali approvati) ed il perimetro del territorio urbanizzato. Questa mappa ha consentito di individuare con chiarezza le seguenti criticità:

- aree per le quali, pur essendo indicato un grado di pericolosità medio o elevato (riferendosi alla classificazione di PGRA), non è definito un battente di riferimento. Al loro interno, ai sensi dell'articolo 18 della LR 41/2018, nelle more di dato ufficiale del battente e delle velocità, per la gestione degli interventi edilizi si deve assumere come riferimento un battente pari a 2 m. Esse corrispondono principalmente alle zone per le quali l'Autorità di Bacino del Fiume Serchio ha individuato, nell'ambito della stesura del PAI e delle sue varianti, una pericolosità idraulica di tipo geomorfologico, non legata a modellazioni idrauliche vere e proprie. In alcuni casi queste situazioni riguardano il territorio urbanizzato, in altri invece porzioni di territorio al di fuori di esso.
- aree riferibili ai tratti non studiati di rami secondari del reticolo idrografico di cui alla LR 79/2012 che attraversano il territorio urbanizzato. In questo caso, l'assenza di pericolosità è correlabile all'assenza di approfondimenti idraulici sulle aste in questione e pertanto si rende necessario un approfondimento.



Con riferimento a queste situazioni l'amministrazione si è posta i seguenti obiettivi:

- In primo luogo definire il battente in tutti quei casi in cui la pericolosità idraulica di una certa area non è associata a un battente per quanto riguarda il territorio urbanizzato;
- In secondo luogo, analogamente al punto precedente, definire il battente in tutti quei casi in cui la pericolosità idraulica di una certa area non è associata a un battente al di fuori del territorio urbanizzato almeno per quanto riguarda quelle aste con bacini superiori a 0.5 kmq o con criticità storicamente note o per aree suscettibili di trasformazioni future;
- In terzo luogo, studiare quei corsi d'acqua ancora sprovvisti di modellazione che intersecano il territorio urbanizzato, almeno per quanto riguarda quelle aste con bacini superiori a 0.5 kmq o con criticità storicamente note.

Il raggiungimento degli obiettivi sopra esposti rappresenta un traguardo ragguardevole in quanto la definizione del battente (e di conseguenza della magnitudo idraulica) sulla globalità delle aree caratterizzate da pericolosità idraulica facilita e chiarifica gli iter delle pratiche sugli interventi edilizi in tali fasce di territorio in essere e futuri. Per di più, verificando il panorama dei quadri conoscitivi in materia idraulica per quanto riguarda i comuni della Regione Toscana, la definizione globale del battente su tutte le aree caratterizzate da pericolosità o comunque all'interno del perimetro del territorio urbanizzato, risulta piuttosto rara e il conseguimento di questo obiettivo renderebbe Lucca un Comune all'avanguardia poiché potrà disporre di questa informazione in modo diffuso su tutte le aree soggette a rischio idraulico.

In relazione alle situazioni di cui al punto precedente, preme sottolineare alcune situazioni particolari che permettono di stabilire il battente senza ricorrere a modellazioni idrauliche di dettaglio. Ci si riferisce in particolare alle seguenti situazioni:

- **Le fasce di territorio senza pericolosità idraulica a cavallo del Torrente Freddana.** Su tale corso d'acqua, infatti, sono in corso di svolgimento due analisi idrauliche di dettaglio (una promossa dalla Regione Toscana, l'altra dal Distretto di Bacino dell'Appennino Settentrionale). Per tali ragioni appare chiara la non opportunità di condurre un terzo studio idraulico indipendente, anche in considerazione della possibilità di ricavare risultati differenti dalle altre due simulazioni. Per la definizione del battente si attenderà la validazione dei dati degli studi sopra citati che dovrebbe sopraggiungere nel periodo tra l'avvio del procedimento e l'adozione del PO, o, in alternativa, tra l'adozione e l'approvazione del PO. Prima della validazione dei risultati di tali studi, in ogni caso, per la gestione delle pratiche edilizie nelle fasce a pericolosità idraulica a cavallo della Freddana sarà utilizzato il battente esistente e, se non disponibile, il dato del battente fornito dal Distretto di Bacino associato alle sezioni trasversali del corso d'acqua. Qualora l'altezza dell'acqua risultasse inferiore rispetto al piano di campagna, si imporrebbe comunque l'impiego di un franco di sicurezza da definire nel corso della stesura del PO stesso.
- **Le fasce di pericolosità in adiacenza al Fiume Serchio in località Vinchiana e in località Sesto di Moriano,** per le quali valgono le stesse considerazioni svolte a proposito del torrente Freddana;

- **Quelle aree all'interno delle Aree di Potenziale Esondazione la cui quota sul livello del mare è superiore rispetto alla quota del pelo libero trentennale e duecentennale** individuato per i comparti individuati dai tecnici dei distretti di Bacino: trattasi di aree "di frangia", poste in prossimità del perimetro delle APE stesse, o di singolarità all'interno delle APE in cui il piano di campagna si innalza al di sopra dei livelli di esondazione indicati dal Distretto di Bacino. Tra tutti questi casi si cita con particolare riguardo i territori posti a valle del sistema dei Bottacci, in prossimità della confluenza dell'Ozzeri con il Guappero: tali aree risultano di per sé protette dal sistema di laminazione dei Bottacci e da interventi di adeguamento svolti sul Guappero a valle delle casse di espansione realizzati dalla Provincia di Lucca su progetto dell'ing. Bessi. Pertanto, in tali zone la pericolosità non è associabile al Guappero, quanto piuttosto al sistema dell'Ozzeri in generale attraverso i battenti già recepiti dal Distretto di Bacino. Anche in questo caso, qualora il dato del battente risultasse inferiore rispetto al piano di campagna, si imporrebbe comunque l'impiego di un franco di sicurezza da definire nel corso della stesura del PO stesso.

A fronte di queste considerazioni, i corsi d'acqua oggetto di analisi idrauliche di approfondimento sono i seguenti:

- *Affluente destro del Serchio in località Sesto di Moriano;*
- *Rio Lama e Rio di Carraia in località Ponte a Moriano e Saltocchio;*
- *Rio del Topo in località Sant'Alessio, a monte dell'area già oggetto di analisi;*
- *Fosso Canabbia e n. 2 affluenti del Rio Certosa a monte del tratto con battenti del Fiume Serchio già individuati;*
- *Rio Guappero a monte dell'immissione nei Bottacci, Fosso dei Frati, Rio di Vaccoli, Rio San Pantaleone, Rio del Querceto, Fosso dei Frati e affluente sinistro del Rio Guappero individuato nella cartografia allegata nel sistema del Rio Guappero (Solco di Colle);*
- *Ad essi sarà aggiunta un'analisi semplificata dell'area di Saltocchio interessata dal reticolo di bonifica al di fuori del territorio urbanizzato*

Le analisi si svolgeranno secondo il seguente schema logico:

- *Recupero di rilievi topografici disponibili sul corso d'acqua o, laddove non disponibili, realizzazione di nuovi rilievi topografici;*
- *Analisi idrologiche con determinazione delle portate di deflusso per i tempi di ritorno 30 e 200 anni*
- *Analisi idrauliche monodimensionali sui corsi d'acqua per la definizione degli eventuali punti di criticità e degli idrogrammi di esondazione*
- *Analisi idrauliche delle esondazioni sul piano di campagna a partire dai punti di criticità precedentemente definiti con determinazione dei battenti, delle velocità e magnitudo ai sensi della LR 41/2018.*

Si fa infine presente che è in essere l'aggiornamento del regolamento regionale 53R/2011, contenente le indicazioni per la conduzione delle analisi idrauliche di dettaglio a supporto dei Piani urbanistici e dei loro aggiornamenti o varianti. Allo stato dei fatti, la proposta di revisione contempla la produzione di due carte non previste dalla normativa vigente ovvero:

- **La carta dal rischio idraulico**, da effettuare incrociando i dati di pericolosità con il danno atteso. Tale mappatura si può realizzare sovrapponendo la pericolosità idraulica all'uso del suolo e ad eventuali ulteriori strati contenenti specifiche relative all'uso del suolo (ad esempio la presenza di edifici strategici, ecc).
- **La carta con indicazione delle aree presidiate da difesa arginale**, così come definite dall'art. 14 della LR 41/2018

E' in corso una ricognizione sulla necessità di produrre tali documenti anche qualora la nuova normativa entrasse in vigore nel periodo che intercorre tra avvio del procedimento ed adozione o tra adozione e approvazione del PO: qualora tali verifiche dessero esito positivo, si procederà con il perfezionamento di tali elaborati.

4.3 Aspetti sismici

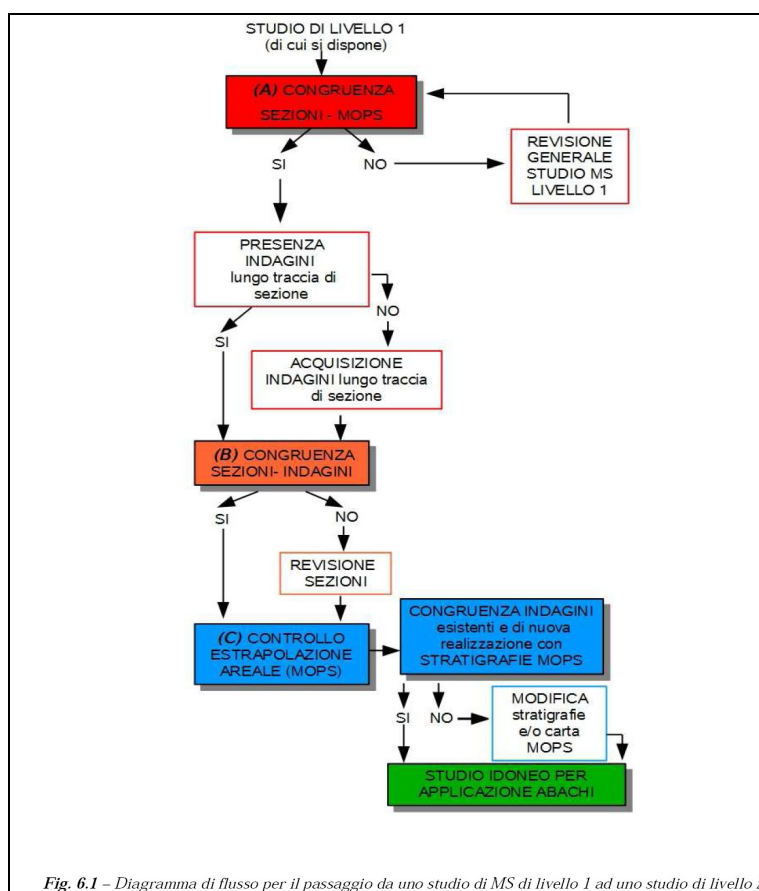
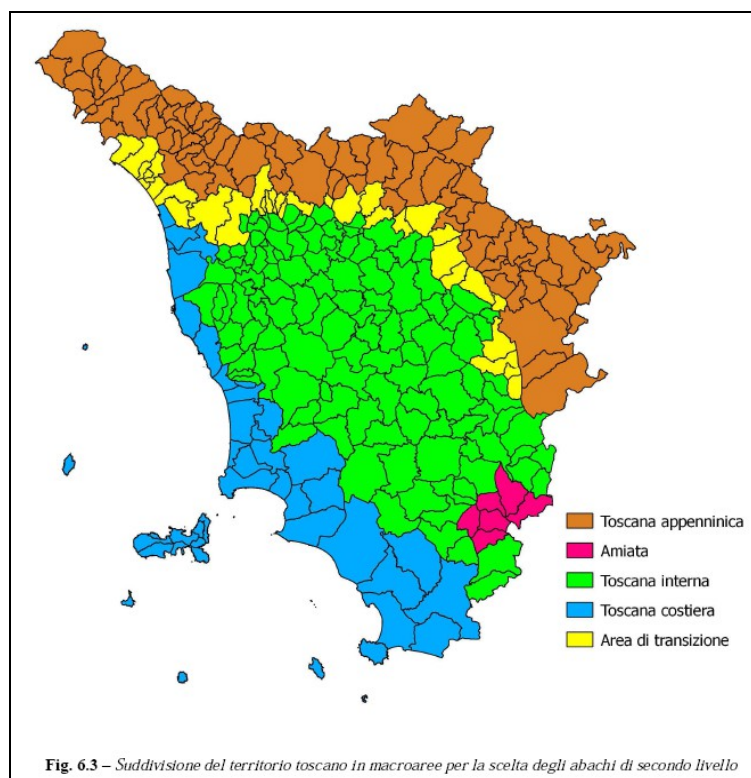
Come precedentemente ricordato il Piano Strutturale vigente è già supportato, almeno per i centri urbani maggiormente significativi, da uno studio di microzonazione sismica di Livello 1. L'esistenza di tale livello di microzonazione non richiederebbe oggi – nel rispetto del Regolamento 53/R/2011 – il passaggio al superiore Livello 2 in occasione della formazione del Piano Operativo.

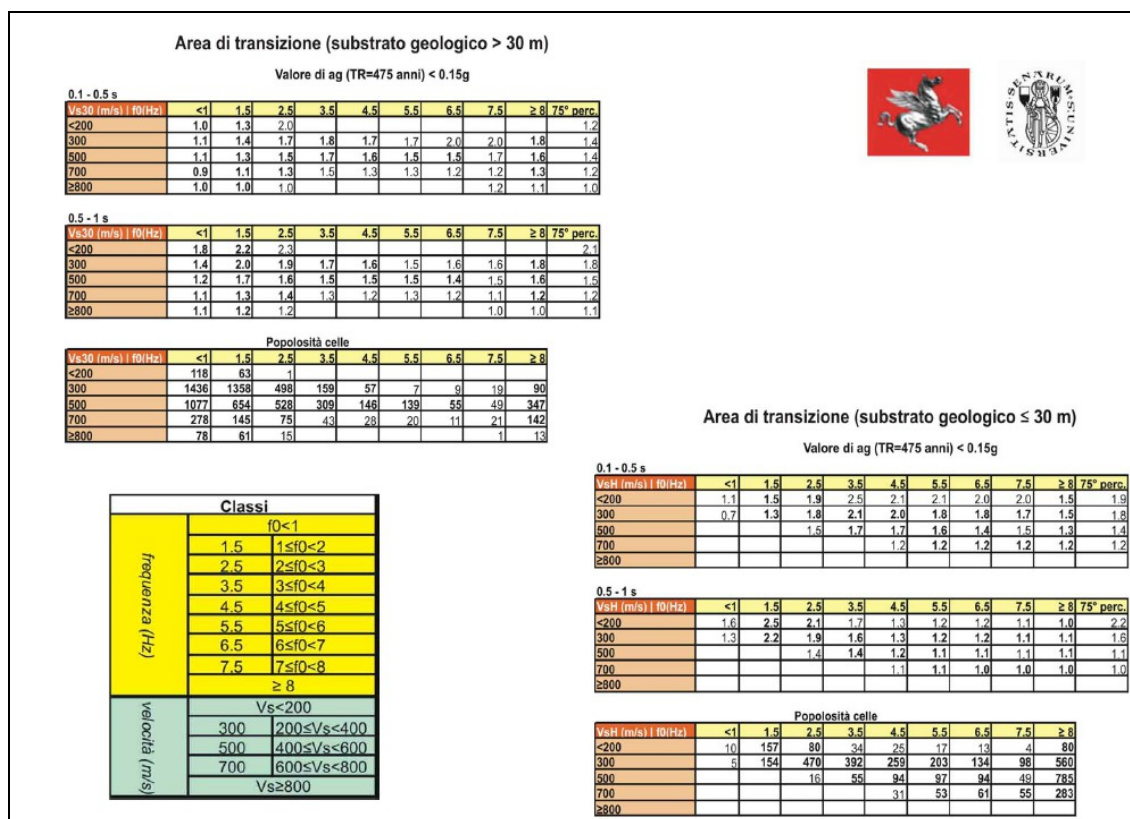
Stante l'imminenza dell'entrata in vigore del nuovo Regolamento di indagini geologiche (53/R) – la cui bozza precisa la necessità di affinare la Microzonazione al Livello 2 – non è esclusa la esigenza di adeguare gli studi di pericolosità sismica al superiore livello richiesto dal nuovo futuro regolamento L.R. 53/R.

Il passaggio dalla Microzonazione Sismica di Livello 1 al superiore Livello 2 si traduce essenzialmente nel passaggio da un livello qualitativo, rappresentato dalla suddivisione del territorio in zone omogenee dal punto di vista della risposta sismica locale attraverso la cosiddetta cartografia MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica), ad un livello quantitativo, ovvero ad una cartografia che prevede la suddivisione del territorio in zone caratterizzate da fattori di amplificazione del moto sismico (Fa) omogenei.

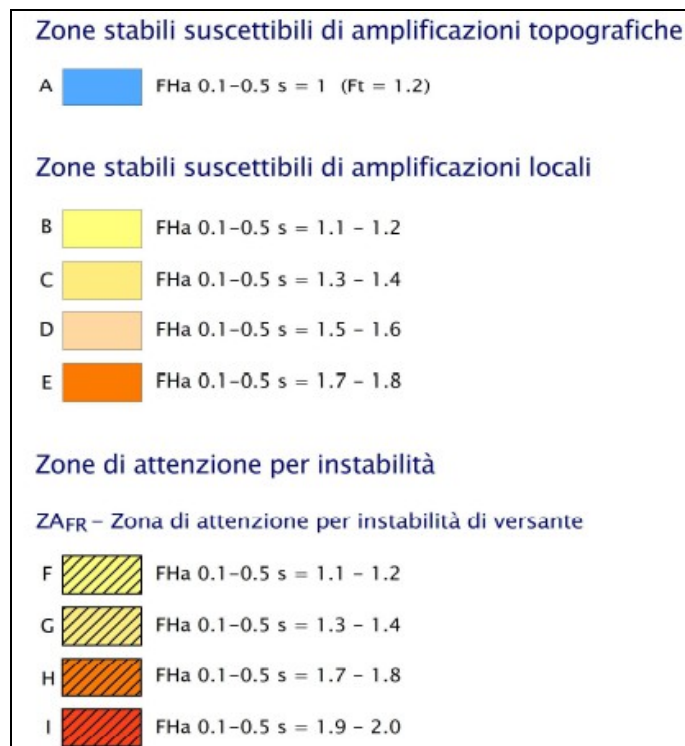
Tali fattori di amplificazione Fa sono calcolati a partire da alcuni parametri, come la velocità delle onde di taglio V_{s30} nei primi 30 m di coperture sovrastanti il bedrock sismico, o il periodo proprio di risonanza T del terreno (dati disponibili e/o estrapolabili dagli studi di MS di Livello 1), e da appositi abachi predisposti dalla Regione Toscana nell'ambito di un Accordo di Collaborazione Scientifica stipulato con il Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente dell'Università degli Studi di Siena (vedi tavola delle aree di transizione – substrato geologico >30 m e substrato geologico ≤30 m).

Gli abachi si differenziano in funzione della collocazione del territorio in studio nel panorama regionale, secondo la distribuzione illustrata in Fig. 6.3 delle *"Specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica e prescrizioni per le analisi della Condizione Limite per l'Emergenza"* – rev 02/10/2018, da cui si può osservare come il Comune di Lucca ricada nelle cosiddette "Aree di transizione".





Il risultato finale consisterà in due Carte dell'amplificazione FH_a (per periodi $T_0 = 0.1 \div 0.5$ s e $T_0 = 0.5 \div 1.0$ s), la cui legenda potrà essere del tipo che segue:



Infine, come indicato nel diagramma di flusso di Fig. 6.1. delle medesime “Specifiche tecniche”, alla luce del maggior grado di affinamento e dettaglio derivante dalle indagini geofisiche e geotecniche integrative da eseguire sul territorio e da concordarsi preventivamente con il Settore Sismica – Prevenzione Sismica della Regione Toscana, la verifica della carta MOPS (Microzone omogenee in prospettiva sismica) e delle relative sezioni stratigrafiche potrà ovviamente portare a modifiche della Microzonazione Sismica di Livello 1 e, conseguentemente, della carta della Pericolosità Sismica.

Si osserva in ogni caso che la Microzonazione sismica di Livello 1 è già supportata da un discreto numero di indagini sia puntuali, sia lineari e quindi è da considerare una buona base di partenza per il passaggio alla MS di Livello 2.