

COMUNE DI SABBIONETA

Provincia di Mantova

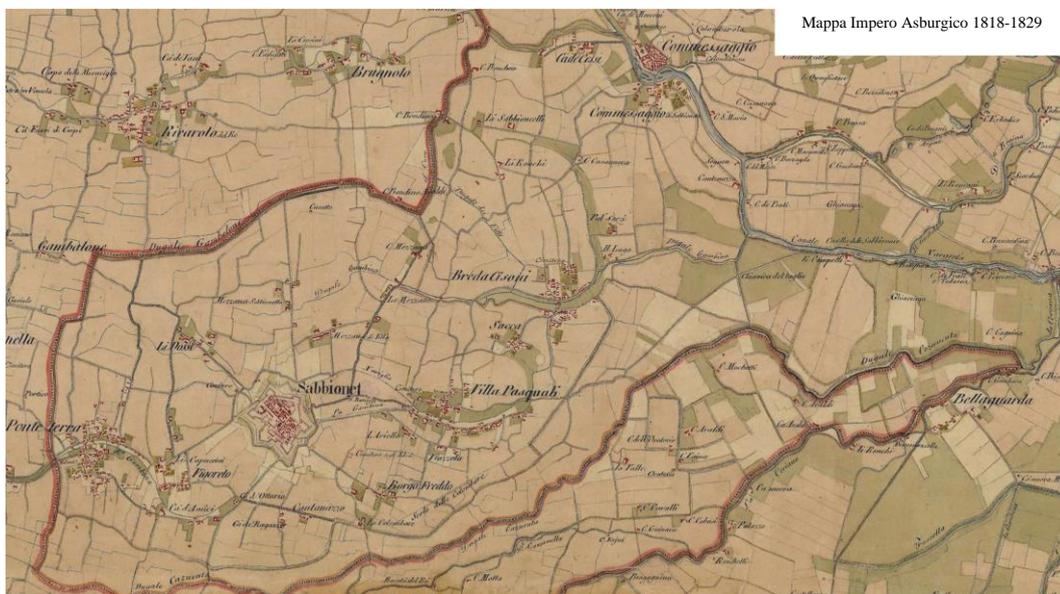
Piazza Ducale, 2, 46018 Sabbioneta MN



Studio di gestione del rischio idraulico (SCOGRI)

(R.R. 8/2019 del 19/04/2019)

RELAZIONE



Mappa Impero Asburgico 1818-1829



Dott. Geol. Andrea Anelli - STUDIO GEOPADUS

Via San Francesco d'Assisi, n. 14 - 26100 CREMONA

tel. / fax: +39 0372750483 - mob.: +39 3495747380

e-mail: aneliandrea@gmail.com

Luglio 2023

Archivio_ 347-13-23

INDICE:

PREMESSA.....	3
1. INQUADRAMENTO GENERALE.....	4
2. VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA	7
3. RISCHIO IDRAULICO E PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONE	10
4. PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA	14
5. SISTEMA FOGNARIO.....	15
6. PERICOLOSITA' IDRAULICA LOCALE.....	16
7. STUDIO IDRAULICO NAVAROLO	24
8. ANALISI DELLE ZONE CRITICHE O RILEVANTI	33
9. MISURE STRUTTURALI.....	41

ALLEGATI:

1. Carta delle aree non adatte all'infiltrazione;
2. Carta criticità idraulica condotte e pericolosità idraulica.

PREMESSA

Il Comune di Sabbioneta è dotato di PGT con componente geologica, idrogeologica e sismica e il Documento di Polizia Idraulica (RIM), approvati con D.C.C. n. 48 del 23/11/17. e del Piano di Emergenza Comunale. Come indicato dal R.R. 23.11.2017 n. 7, art. 14 punto 8, il comune è dotato del **Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DOSRI, 2019) e del Piano di Emergenza Comunale (2016) con analisi dei rischi tra cui quello idrogeologico ed idraulico. Inoltre sono stati eseguiti diversi approfondimenti all'interno del territorio tra cui il progetto "Cerchio d'Acqua", cofinanziato da Fondazione Cariplo nell'ambito del bando "Comunità Resilienti 2016" che ha approfondito le tematiche idrogeologica ed idraulica in riferimento alla presenza degli argini consortili.**

Il territorio del comune di Sabbioneta è classificato con **Criticità idraulica media (B)** come da Allegato C del regolamento regionale 7/2017.

La seguente relazione illustra lo studio di gestione del rischio idraulico del comune di Sabbioneta ai sensi del R.R. 8/2019 del 19/04/2019 che ha sostituito il precedente R.R. 7/2017. Lo studio che segue definisce le condizioni di pericolosità idraulica al fine di individuare le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali.

Sulla base di tale riferimento normativo sono stati definiti i contenuti dello studio, che si riepilogano di seguito.

- Ricognizione del territorio e acquisizione dei dati di base (topografici e di campo, documenti e informazioni sul reticolo idrografico e su eventi alluvionali storici) con definizione dei reticoli idrici presenti nel territorio comunale;
- Definizione degli eventi meteorici di riferimento per i tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
- Individuazione dei ricettori (rete fognaria e corpi idrici naturali o artificiali);
- Modellazione idrodinamica e individuazione delle aree soggette ad allagamento per conformazione morfologica o insufficienza della rete fognaria sull'intero territorio comunale
- Mappatura della pericolosità idraulica.

In considerazione di quanto disposto dal R.R. 8/2019, il territorio regionale è stato suddiviso in aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini locali dei corsi d'acqua ricettori.

1. INQUADRAMENTO GENERALE

Il territorio di Sabbioneta è collocato al confine con la provincia di Cremona, nella Lombardia meridionale (fig. 1) ed è posto nella piana alluvionale del Fiume Po che scorre a sud del territorio comunale, delineata dai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili, rappresentanti il reticolato idrografico olocenico. Confina con i seguenti comuni: Casalmaggiore (CR), Commessaggio, Rivarolo del Re ed Uniti (CR), Spineda (CR), Viadana. Oltre a capoluogo e centro storico di Sabbioneta il comune è composto dalle seguenti frazioni: Breda Cisoni, Ca' de Cessi, Commessaggio Inferiore, Ponteterra, Villa Pasquali.

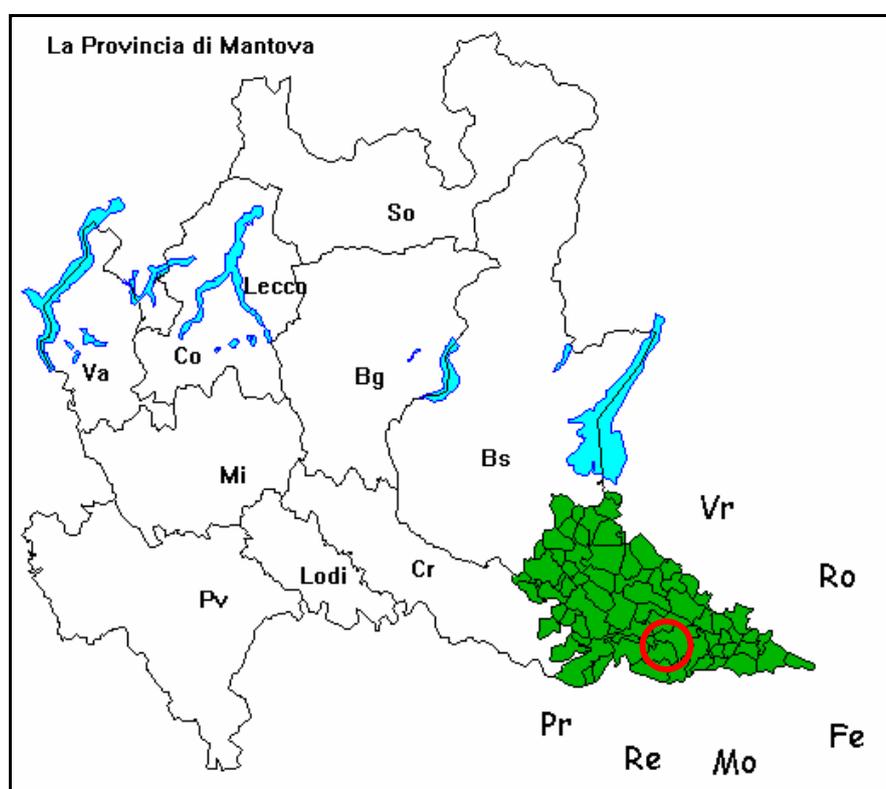


Figura 1 – Ubicazione territorio comunale di Sabbioneta.

La dinamica dei corsi d'acqua è prevalentemente deposizionale, costituite da sedimenti recenti o attuali. Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di dossi di forma generalmente allungata, poco rilevati e dolcemente raccordati alle superfici adiacenti, caratterizzate da superficie modale subpianeggiante o meandri di tracimazione. Inoltre sono presenti e identificabili come paleomeandro, alcune superfici sede di passata attività fluviale, sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua che vi scorrono attualmente e conche o palustri parzialmente bonificate, caratterizzate da marcati fenomeni di idromorfia rappresentato dal complesso idrografico della Roggia Gambina (vedi Carta

Geopedologica, fig. 2). La roggia Gambina rappresenta le maggiori criticità idrauliche degli abitati di Sabbioneta, anche se con valenza prevalentemente locale.

Il flusso di scorrimento idrico superficiale è orientato generalmente da ovest a est fino ad arrivare alla roggia Navarolo, che scorre al confine nord orientale del territorio comunale, raccogliendo buona parte delle acque provenienti dal territorio comunale. La provenienza delle acque del Navarolo è prevalentemente meteorica e di scarico; l'unica sua derivazione è rappresentato dalla roggia Cumula.

Il Navarolo si sviluppa all'interno della valle del fiume Po in zona extragolenale e segue le naturali pendenze del terreno. Non ha rapporti con le acque di falda sia per l'impermeabilizzazione spontanea dei terreni sia perché isolato artificialmente in fase di realizzazione. È utilizzato prevalentemente come difesa idraulica e come canale di colò.

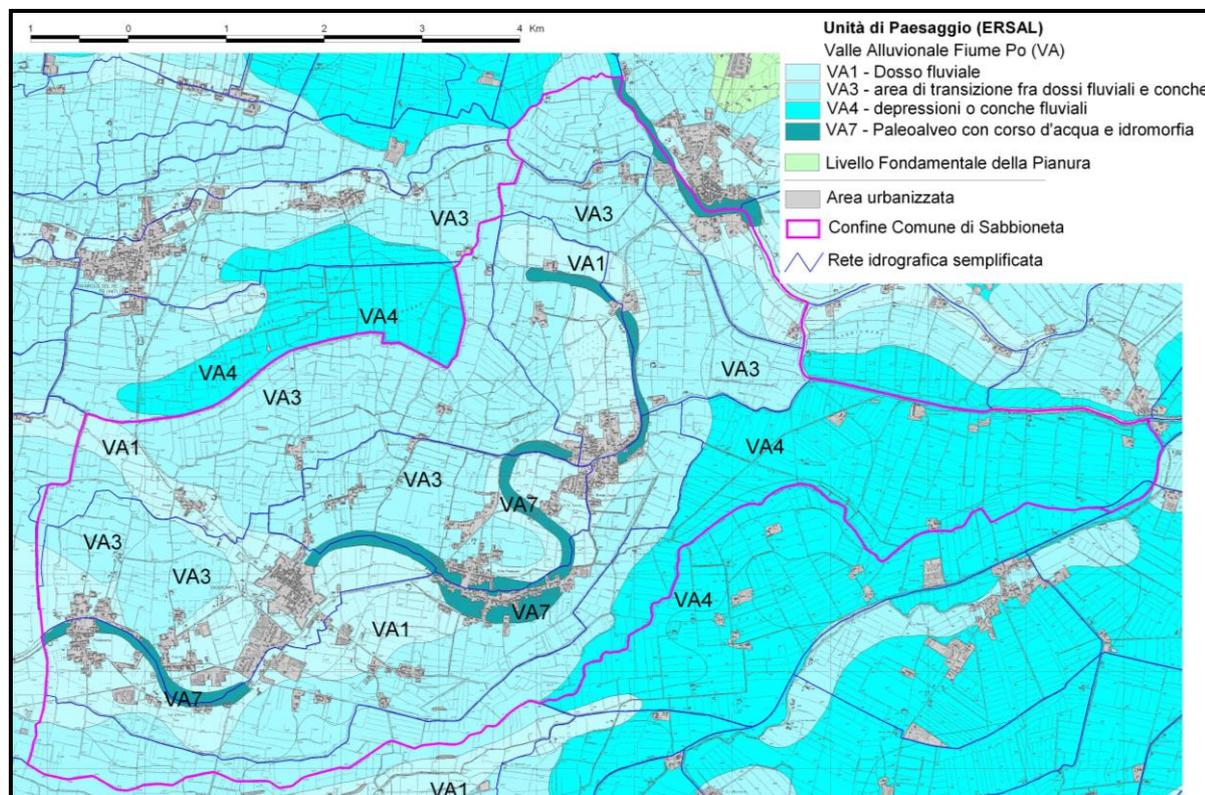


Figura 2 - Carta geopedologica.

Nel Documento di Polizia Idraulica adottato dal Comune sono state definite le competenze per la gestione del reticolo idrico. I canali che caratterizzano il territorio di Sabbioneta sono raggruppati come segue:

Naturali:

- i corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche;

- i corsi d'acqua di origine naturale estesi verso monte fino alle sorgenti, anche se interessati da opere ed interventi di sistemazione idraulica realizzati dalla pubblica amministrazione o con finanziamenti pubblici.

Artificiali:

- i canali di bonifica realizzati dalla pubblica amministrazione direttamente o mediante i Consorzi di Bonifica;

- i canali realizzati come opere idrauliche dalla pubblica amministrazione o con finanziamenti pubblici;

- tutti gli altri canali da individuare come demaniali in base ad una specifica disposizione normativa;

- canali privati.

È definito di seguito il reticolo idrico del territorio comunale in base alla relativa competenza.

Reticolo idrico di competenza del Consorzio di Bonifica Navarolo – Agro Cremonese Mantovano:

	Nome corso d'acqua
1	Argine Vecchio
2	Borgofreddo *
3	Brazzolo Esterno-Superiore*
4	Brazzolo Interno*-Viazzola *
5	Ca'Damici *
6	Cavetto Vecchio
7	Cavo *-Naviglio Vecchio
8	Cazumenta *-Cazumenta Vecchio*-Secondario *
9	Ceriana
10	Cumula
11	Fitti
12	Gambina-Naviglio
13	Gambina di Sabbioneta *
14	Gambina Mezzana *-Naviglio *
15	Navarolo *
16	Naviglio Vecchio
17	Pizzo-Pizzo Ovest
18	Ronchi 1
19	S.Remigio-Mazze
20	Sabbioncelli *
21	Sabbioncelli-Cumula
22	Sabbioncello
23	Vignanzze
24	Villa Cantoni
25	Villa Ronchi
26	Villa Sacca-Suore

* Inserita nell'Elenco Acqua Pubbliche (elenchi delle acque pubbliche di cui al R.D. 1775/33 e ss.mm.)

Reticolo Idrico Minore di competenza del comune:

	Nome corso d'acqua
RIM 1	Fosso Extramoenia
RIM 2	Cimitero
RIM 3	Gambina-Cimitero
RIM 4	Sabbioncelli-Canova Fornace

2. VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

Di seguito vengono descritti il rischio idrogeologico e idraulico sulla base dei dati già elaborati dalla componente geologica idrogeologica e sismica del PGT vigente.

Rischio idrogeologico: la vulnerabilità rappresenta la facilità con cui un acquifero può essere raggiunto da un inquinante introdotto sulla superficie del suolo. Maggiore è la vulnerabilità di un acquifero, più facilmente esso potrà essere contaminato da un carico inquinante rilasciato dalla superficie. La vulnerabilità intrinseca, in particolare, considera essenzialmente le caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi, ma è indipendente dalla natura degli inquinanti.

Secondo il metodo 'GOD' (acronimo di GROUNDWATER OCCURRENCE OVERALL LITHOLOGY OF AQUIFER, DEPTH TO GROUNDWATER TABLE OR STRIKE), la vulnerabilità è valutata in base al grado di protezione garantito dalla zona non satura e quindi in base alla possibilità che un inquinante si trasmetta dalla superficie del suolo.

Nella tabella seguente sono riportate le classificazioni sopra descritte considerando le unità geomorfologiche definite nella componente geologica del PGT (2015) e riportate nell'estratto della Carta Geologica e Geomorfologica della componente geologica del PGT (fig. 2):

UNITA' GEOMORFOLOGICHE		Permeabilità (m/s)	Drenaggio	G.O.D.			
				tipologia falda	acquifero	soggiacenza (cm)	Grado Vulnerabilità
1	Unità 1 - (Dosso di Sabbioneta): dossi di forma generalmente allungata, poco rilevati e dolcemente raccordati alle superfici adiacenti. Sono diffusi soprattutto nelle piane alluvionali di tracimazione e meandriiformi. Prevalentemente suoli su substrato limoso, con presenza locale di lenti sabbiose ghiaiose, o sabbiose fine con lenti ghiaiose (1a).	media (moderat bassa - moderata) $10^{-7} - 10^{-5}$	buono	semi liberi (0.5)	sedim. non consolidati (1.0)	170 (0.9)	moderato
1a		medio-alta (moderat elevata - moderata) $> 10^{-5}$	moderat. rapido	semi liberi (0.5)	sedim. non consolidati (1.0)	170 (0.9)	moderato

2	Unità 2 - Superficie modale subpianeggiante della piana alluvionale a meandri e di tracimazione, facente transizione tra le aree più rilevate (dossi) e quelle più depresse (conche). Suoli su substrato prevalentemente sabbioso fine o limoso-argilloso con lenti ghiaiose o prevalentemente argilloso (2a).	media (bassa - moderat. bassa) 10^{-8} - 10^{-6}	lento mediocre	libero (1.0)	sedim. non consolidati (1.0)	110-140 (1)	elevato
2a		medio-bassa (moderat. bassa) 10^{-7} - 10^{-6}	mediocre	libero (1.0)	sedim. non consolidati (1.0)	105 (1)	elevato
3	Unità 3 - Conche chiuse di forma subcircolare, artificialmente drenate, rappresentanti le parti depresse delle piane alluvionali di tracimazione e meandriformi, costituite da sedimenti molto fini da cui dipende lo scarso drenaggio interno dei terreni. Suoli su substrato limoso argilloso con lenti ghiaiose o su substrato argilloso (3a).	medio-bassa (bassa) 10^{-8} - 10^{-7}	lento	libero (1.0)	sedim. non consolidati (1.0)	105 (1)	elevato
3a		bassa (molto bassa) $<10^{-8}$	lento	libero (1.0)	sedim. non consolidati (1.0)	115-120 (1)	elevato
4	Unità 4 - Superfici subpianeggianti corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua, da cui sono generalmente separate da gradini morfologici. Appartengono ai tratti medio-alti dei fiumi ove dominano patterns intrecciati, rettilinei e sinuosi.	medio-bassa (moderata) 10^{-6} - 10^{-5}	lento	libero (1.0)	sedim. non consolidati (1.0)	70-80 (1)	elevato

La soggiacenza della falda superficiale è il fattore che condiziona maggiormente la vulnerabilità idrogeologica, infatti la minore distanza che intercorre tra la superficie e il livello di falda risulta critica in alcune aree del territorio comunale. Si deve inoltre considerare l'attività antropica che spesso peggiora la situazione locale. Le arature dei terreni aumentano di molto la permeabilità dei primi 40/50 cm di suolo, facilitando così la possibilità di infiltrazione delle acque e dei possibili contaminanti.

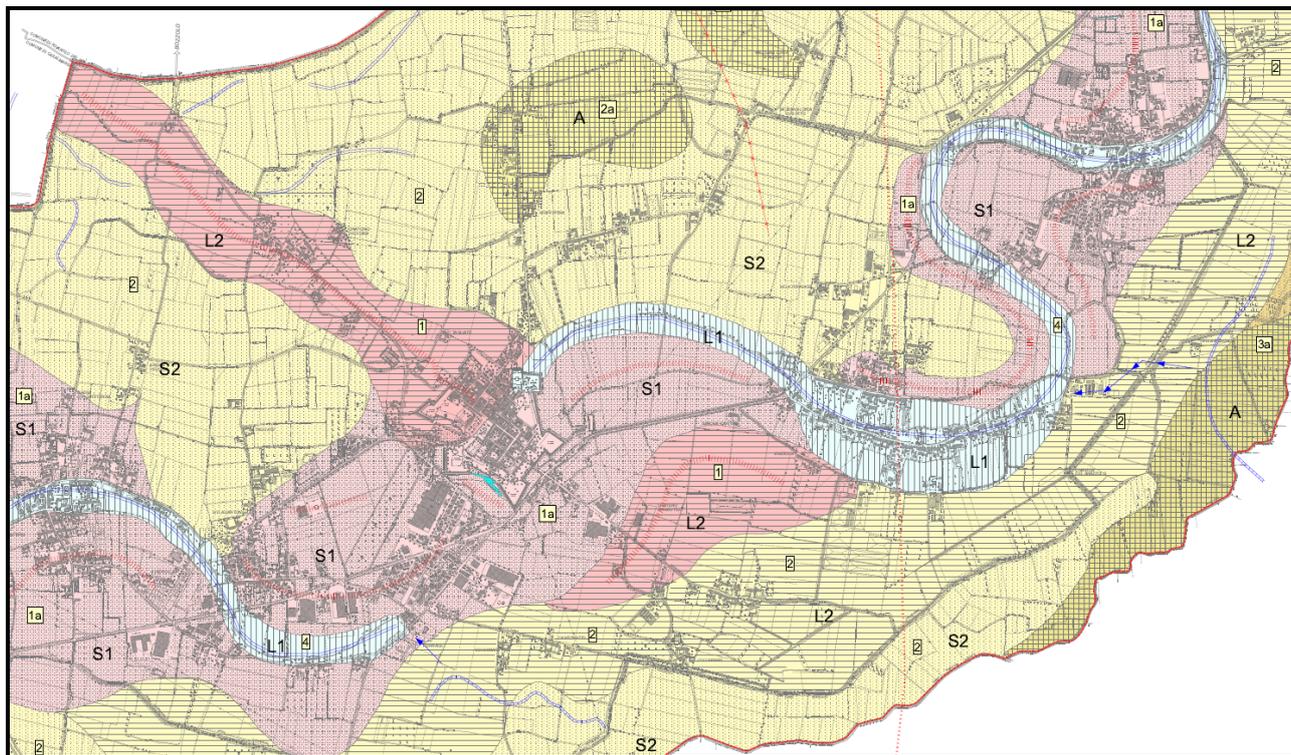
Osservando la fig. 3 si nota come le aree a minor vulnerabilità idrogeologica siano poste in corrispondenza delle zone dei dossi fluviali. Il resto del territorio comunale è caratterizzato da una vulnerabilità idrogeologica elevata.

Sulla scorta dei dati della componente geologica in via di aggiornamento, è stata eseguita un'analisi sul territorio comunale finalizzato ad individuare le aree non adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo per presenza di depositi a bassa permeabilità così come richiesto dall'art. 14 del R.R. 8/2019.

Sono stati considerati la litologia dei primi metri di sottosuolo e la presenza o meno della falda superficiale prossima la piano campagna.

È stata prodotta una carta (Allegato 1 - fig. 4) in cui sono individuate alcune aree non adatte all'infiltrazione poste sostanzialmente nelle zone esterne all'alveo della roggia

Gambina e al dosso del centro storico dell'abitato di Sabbioneta, in ambito prevalentemente agricolo della Valle Alluvionale del Fiume Po.



Unità geopedologiche

Alveo del Po, presenza di paleoalvei e dossi fluviali. Materiali calcarei, sabbiosi e limosi, talvolta argillosi.

Seminativi irrigui occupano gran parte dell'area (mais e frumento, poi soia, bietole e orzo).

Boschi (querco-carpineti) sul 6% della superficie.

La valle alluvionale del Po corrisponde ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili, rappresentanti il reticolato idrografico olocenico.

1 Unità 1 - (Dosso di Sabbioneta): dossi di forma generalmente allungata, poco rilevati e dolcemente raccordati alle superfici adiacenti. Sono diffusi soprattutto nelle piane alluvionali di tracimazione e meandriformi. Prevalentemente suoli su substrato limoso, con presenza locale di lenti sabbioso ghiaiose, o sabbioso fine con lenti ghiaiose (1a).

2 Unità 2 - Superficie modale subpianeggiante della piana alluvionale a meandri e di tracimazione, facente transizione tra le aree più rilevate (dossi) e quelle più depresse (conche). Suoli su substrato prevalentemente sabbioso fine o limoso-argilloso con lenti ghiaiose o prevalentemente argilloso (2a).

3 Unità 3 - Conche chiuse localmente di forma subcircolare, artificialmente drenate, rappresentanti le parti depresse delle piane alluvionali di tracimazione e meandriformi, costituite da sedimenti molto fini da cui dipende lo scarso drenaggio interno dei terreni. Suoli su substrato limoso argilloso con lenti ghiaiose o su substrato argilloso (3a).

4 Unità 4 - Superfici subpianeggianti corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra i lineamenti dei terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua, da cui sono generalmente separate da gradini morfologici o raccordi planari. Appartengono ai tratti medi dei fiumi ove dominano patterns intrecciati, o sinuosi.

Litologia indicativa substrato

- A** Argilla dominante
- L2** Limo dominante
- L1** Limo frammisto a sabbie e ghiaie
- S1** Sabbia frammiste a locali depositi fini (limi e argille) e ghiaie
- S2** Sabbia con depositi fini (limi e argille) e ghiaie

Elementi geomorfologici

- Probabile migrazione alveo
- dosso fluviale
- paleoalvei
- traccia paleoalveo
- Specchio d'acqua

Figura 3 - Estratto dalla Carta Geologica e Geomorfológica del PGT.

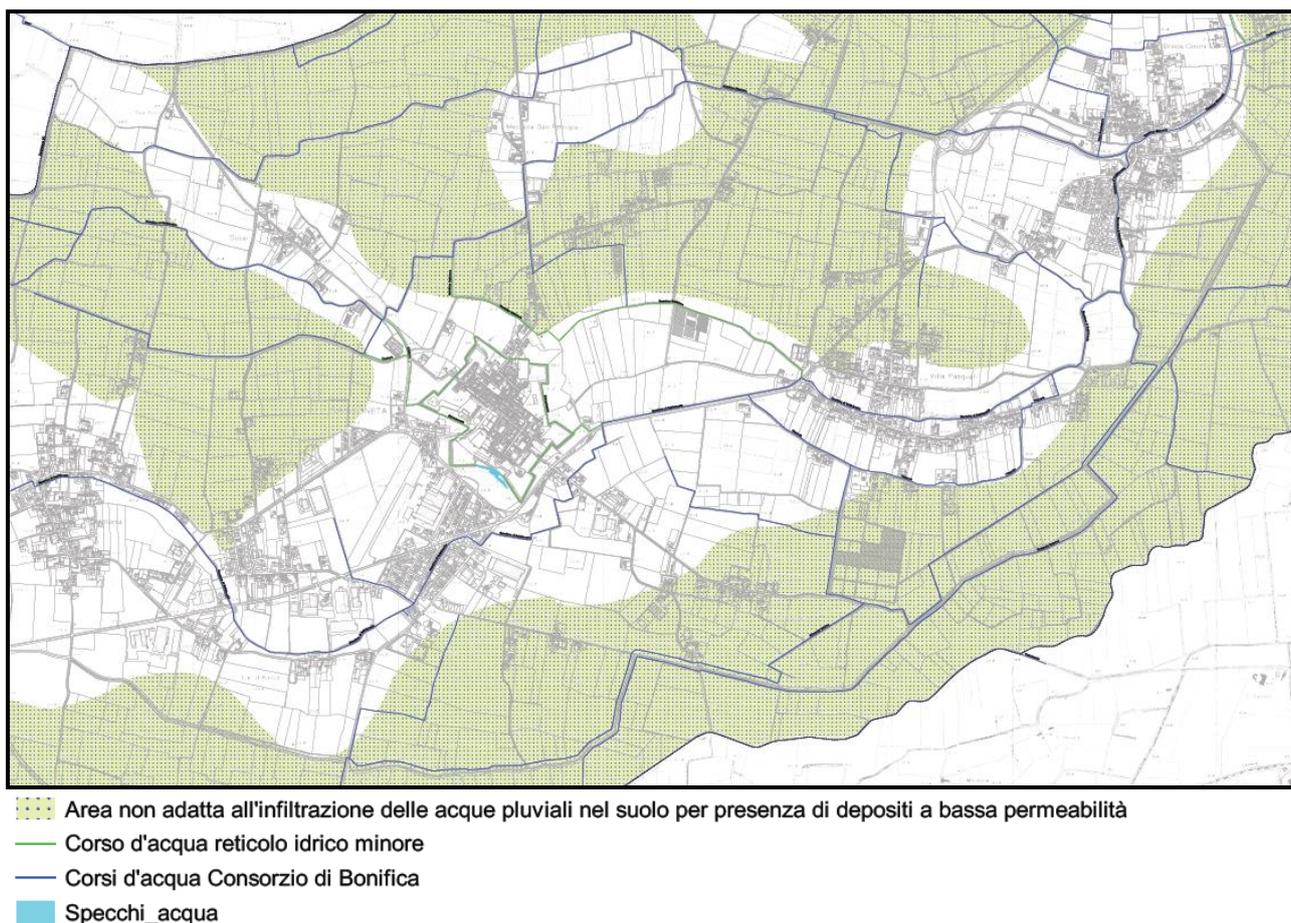


Figura 4 - Estratto da All. 1 - Carta delle aree non adatte all'infiltrazione.

3. RISCHIO IDRAULICO E PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONE

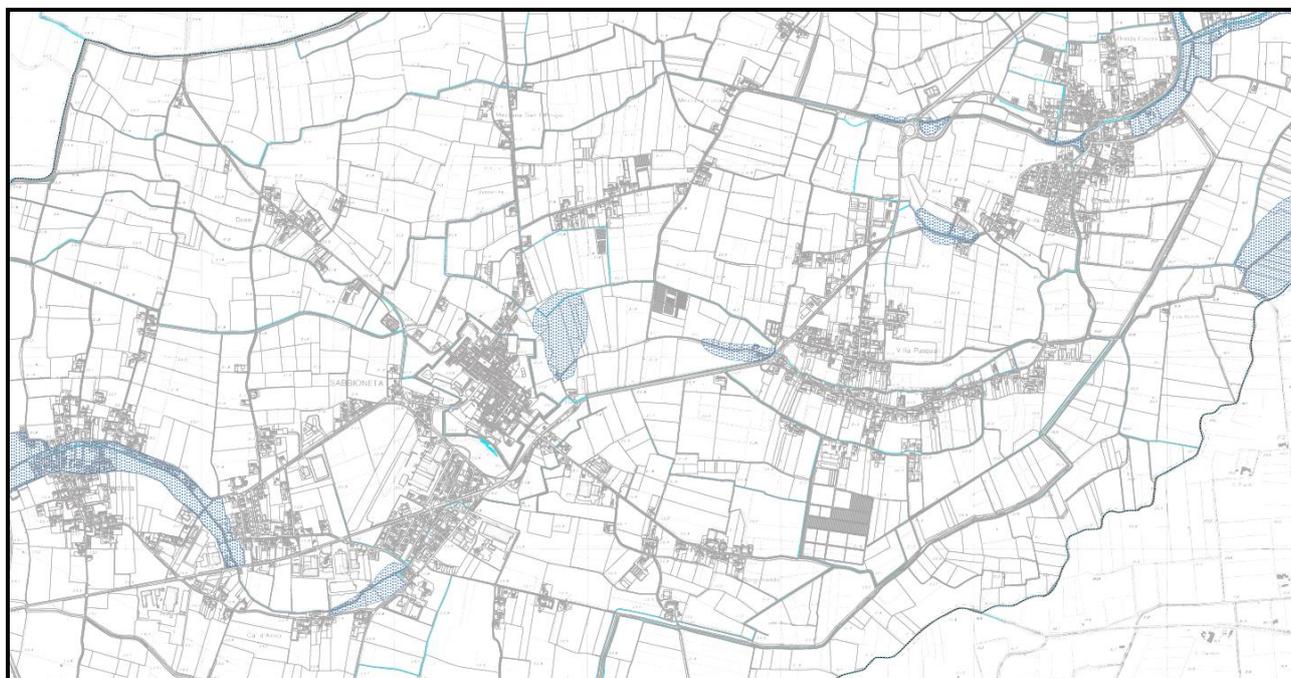
Rischio idraulico: il territorio di Sabbioneta rientra nella fascia C del PAI (aree a rischio di esondazione molto basso). La fascia C comprende le aree alluvionali d'influenza fluviale da antica a medio-recente. Sono aree inondabili in caso di piene di eccezionale gravità o per cedimento delle opere di difesa. Nell'ambito di tali aree si potrebbero verificare allagamenti, localizzati particolarmente nelle zone più depresse e prossime ai corsi d'acqua, anche in occasione di piene eccezionali, a causa della difficoltà di smaltimento delle acque raccolte dal reticolo drenante superficiale e/o delle acque risorgive derivanti dai processi d'infiltrazione sotterranea innescati dalle piene.

Nel territorio comunale sono state individuate aree potenzialmente inondabili (fig. 5), determinate con criteri geomorfologici, possibili sovralluvionamenti, o allagamenti per sezioni di deflusso insufficienti. Inoltre sono state considerate le aree già allagate in

occasione di precedenti eventi alluvionali desunte dalla ricerca storica-bibliografica o da rilevamenti di dettaglio.

Si segnalano quindi possibili problematiche di carattere idraulico in alcune aree nella porzione occidentale del paleoalveo (loc. Ponteterra) per allagamenti per sezione di deflusso insufficienti in corrispondenza dei tratti tombinati della roggia Gambina di Sabbioneta (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni). Inoltre sono segnalati possibili allagamenti in corrispondenza dell'alveo della roggia Navarolo soprattutto nel suo tratto più settentrionale. La sicurezza idraulica della zona di Sabbioneta resta dipendente dalla tenuta degli arginelli circondariali e dalle opere di difesa golenali del fiume Po a sud del territorio comunale.

Inoltre alcune aree sono potenzialmente soggette ad allagamenti prevalentemente causati dalle forti piogge per la presenza di substrato scarsamente drenante (vedi All. 1).



 Scenario poco frequente su reticolo secondario di pianura (Area P2/M)

Figura 5 – Estratto da Carta PAI-PGRA, da componente geologica del PGT in variante.

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali (d.lgs. n. 49 del 2010), in attuazione della Direttiva Europea 2007/60/CE, "Direttiva Alluvioni". Il PGRA viene predisposto a livello di distretto idrografico e aggiornato ogni 6 anni. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente

fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del fiume Po (PGRA-Po). Il territorio di Sabbioneta è storicamente interessato dalle alluvioni storiche del fiume Po e in minor misura del fiume Oglio per il settore settentrionale. Entrambi i fiumi sono soggetti al PGRA.

Le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari di:

- bassa probabilità: alluvioni rare con $T = 500$ anni
- media probabilità: alluvioni poco frequenti con $T = 100-200$ anni
- alta probabilità: alluvioni frequenti con $T = 20-50$ anni.

Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (RP)
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP)
- Aree costiere lacuali (ACL).

Le mappe del rischio di alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dell'evento alluvionale, individuando il numero indicativo di abitanti interessati, le infrastrutture e strutture strategiche, i beni ambientali, storici e culturali esposti, la distribuzione e la tipologia delle attività economiche, gli impianti a rischio di incidente rilevante, e per ultimo le aree soggette ad alluvioni con elevata volume di trasporto solido e/o colate detritiche.

Di seguito si riportano gli estratti del PGRA per pericolosità e rischio relative al territorio comunale. Le risultanze della pericolosità sono state recepite nell'aggiornamento della componente geologica.

Il territorio di Sabbioneta rientra nella pericolosità scenario raro (L) e rischio definito da moderato (R1) a medio (R2). Vedi fig. 6, 7.

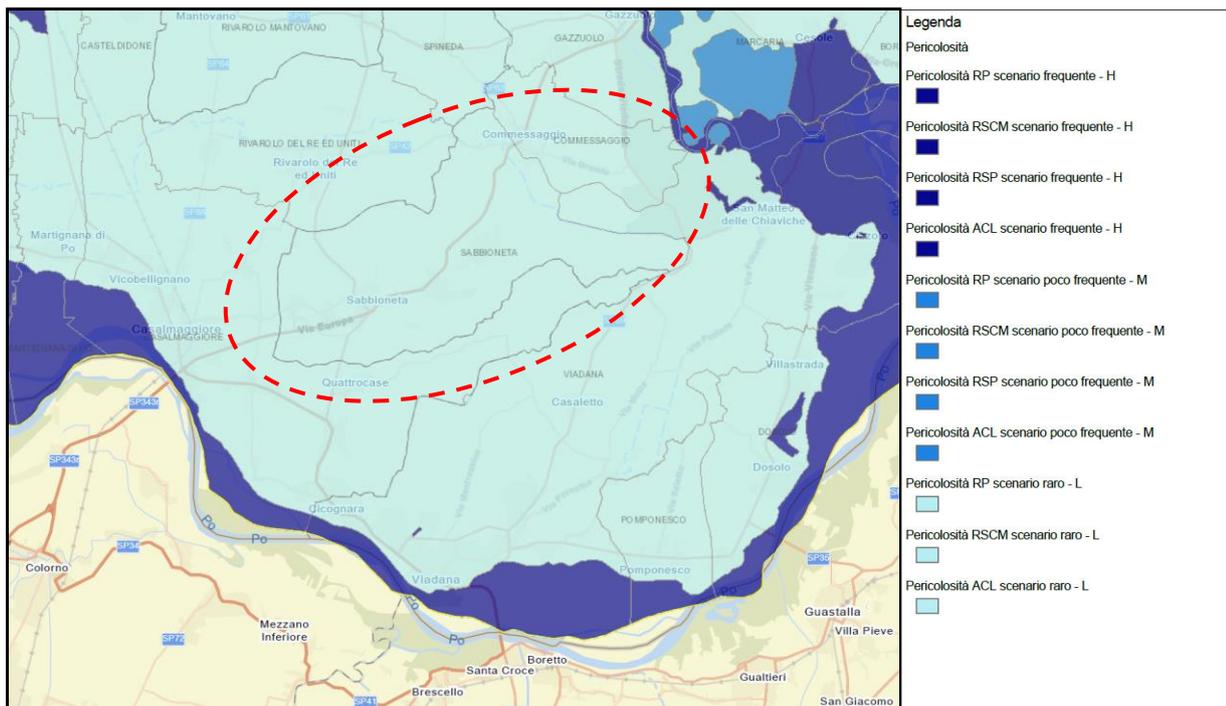


Figura 6 – Pericolosità, Piano Gestione Rischio Alluvioni (AdbPo, revisione 2022).

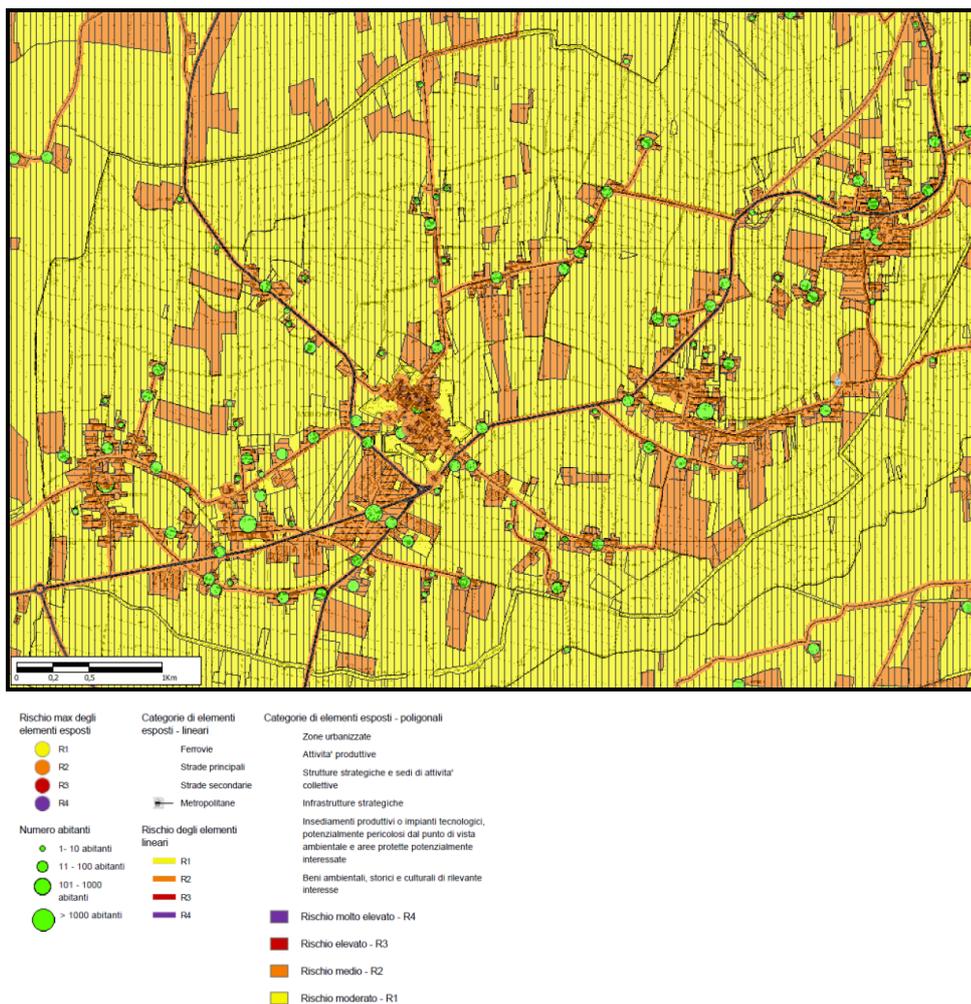


Figura 7 – Vulnerabilità, Piano Gestione Rischio Alluvioni (AdbPo 2016).

4. PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

Sulla scorta dei dati della componente geologica in via di aggiornamento, è stata eseguita un'analisi sul territorio comunale finalizzato ad individuare le aree non adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo per presenza di depositi a bassa permeabilità così come richiesto dall'art. 14 del R.R. 8/2019.

Sono stati considerati la litologia dei primi metri di sottosuolo e la presenza o meno della falda superficiale prossima la piano campagna.

È stata prodotta la carta delle aree non adatte all'infiltrazione (fig. 8) in cui sono individuate alcune zone prevalentemente poste sostanzialmente nella zona marginale della Valle Alluvionale esterna ai centri abitati principali del territorio, caratterizzate da sedimenti particolarmente fini e morfologia a conca chiusa di forma subcircolare.

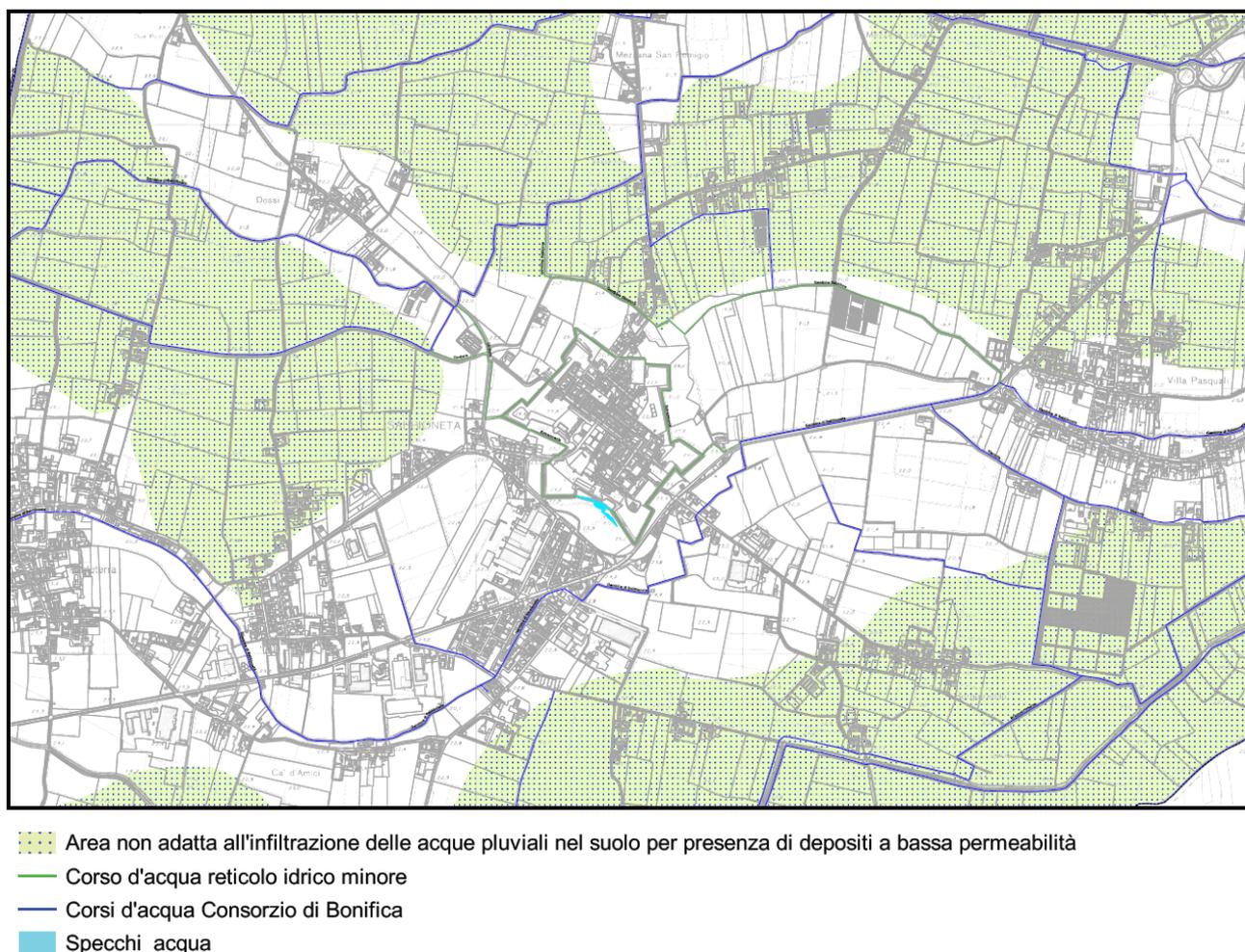


Figura 8 - Estratto da All. 1 - Carta delle aree non adatte all'infiltrazione.

5. SISTEMA FOGNARIO

Sono state fornite dal gestore del servizio fognario e idrico Tea s.p.a. (Territorio Energia Ambiente Mantova s.p.a) le condotte fognarie suddivise come segue:

- Condotta Acque Meteoriche
- Condotta Acque Miste
- Condotta Acque Reflue
- Emissario
- Fossato.

Inoltre sono state fornite le condotte idrauliche dell'acquedotto a servizio del territorio comunale. Il Gestore non ha segnalato particolari criticità, tuttavia è programmata per la primavera 2024 l'installazione di strumenti di monitoraggio della rete (sensori doppler)¹. Con una raccolta dati di alcuni mesi verrà creato un modello digitale in grado di definire il comportamento della rete fognaria quando sollecitata da eventi di pioggia.

L'unica segnalazione confermata su interferenze tra rete fognaria e reticolo idrico/rete consortile è data dalla presenza di acque parassite nella rete fognaria di Breda Cisoni e Villa Pasquali, ma dai dati disponibili non è possibile cartografare o segnalare in modo preciso le condotte critiche.

In allegato 2 sono state considerate le intersezioni tra il reticolo idrico superficiale e le condotte fognarie segnalando le potenziali criticità dovute ad uno smaltimento di emergenza delle acque piovane in caso di eventi meteorici particolarmente intensi (fig. 9). Si segnalano alcune criticità in corrispondenza della Roggia Gambina in loc. Ponteterra, a sud di Via Europa, lungo via Giunti e in via Fondi all'intersezione con la Gambina di Sabbioneta. È segnalato un punto critico a nord di via Fornace, in corrispondenza con l'intersezione delle condotte con la Roggia Villa Sacca Suore, ed in corrispondenza del cimitero di Breda Cisoni, per l'immissione di condotte di acque meteoriche nel Naviglio Vecchio.

¹ I sensori Doppler misurano la portata in fluidi con contenuto di particelle sospese. Utilizzabili in condotte parzialmente piene e in pressione, in canali di varie geometrie e dimensioni. Il principio di misura è basato sulla riflessione degli ultrasuoni da parte di particelle in sospensione. È assolutamente necessario che nell'acqua siano presenti delle particelle che riflettano gli ultrasuoni verso il sensore. Sono sensori di tipo combinato in grado di misurare contemporaneamente la velocità del flusso e il battente.

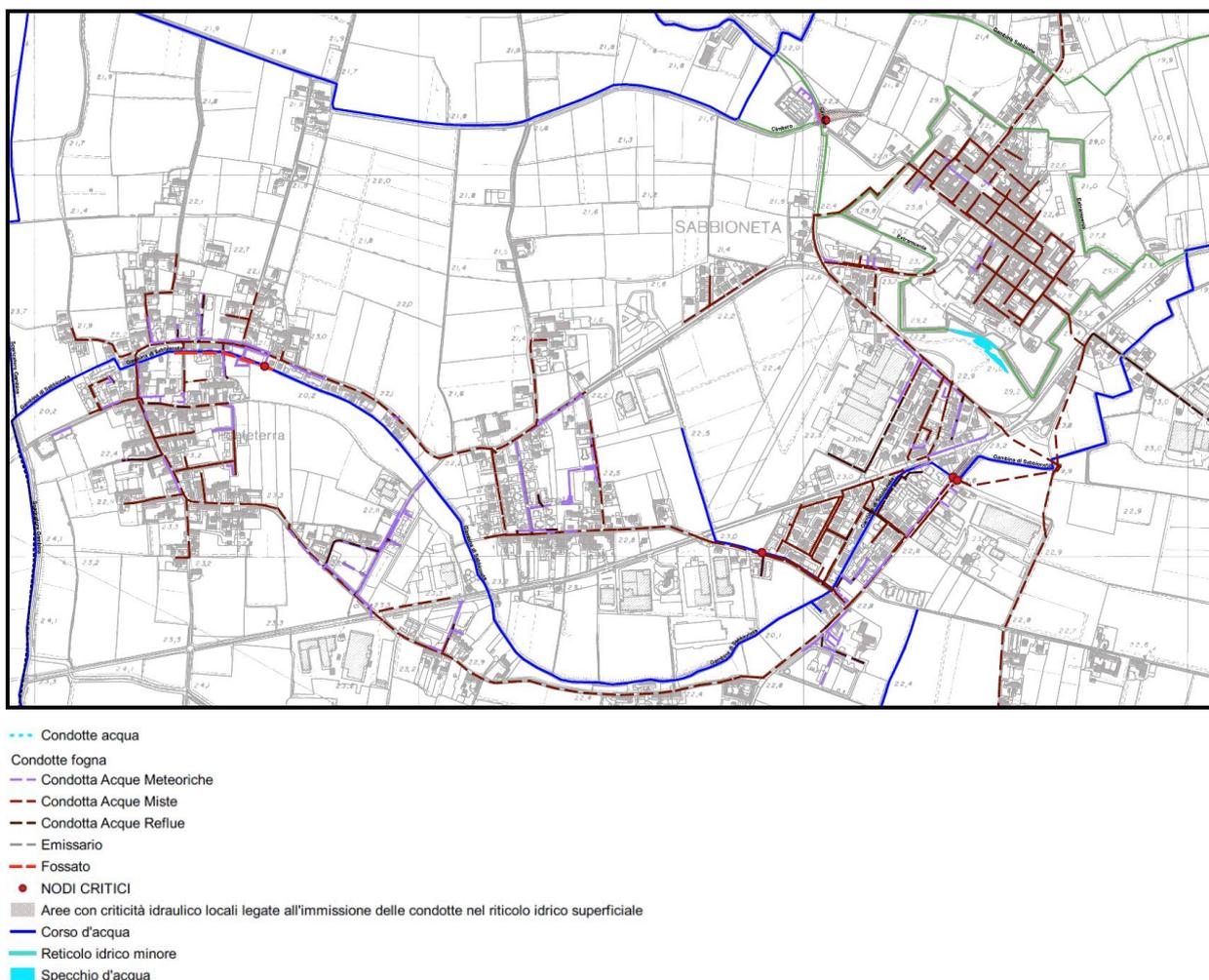


Figura 9 – Estratto da carta criticità idrauliche condotte.

6. PERICOLOSITA' IDRAULICA LOCALE

Sono state individuate le condizioni di pericolosità idraulica sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali come definito dall'art. 14 del R.R. 8/2019. Sulla base di tale riferimento normativo sono stati definiti i contenuti dello studio, che si riepilogano di seguito:

- ricognizione del territorio e acquisizione dei dati di base (topografici e di campo, documenti e informazioni sul reticolo idrografico e su eventi alluvionali storici);
- definizione degli eventi meteorici di riferimento per i tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni dove possibile;
- individuazione dei ricettori (rete fognaria e corpi idrici naturali o artificiali);
- modellazione idrodinamica e individuazione delle aree soggette ad allagamento per conformazione morfologica o insufficienza della rete fognaria sull'intero territorio comunale
- mappatura della pericolosità idraulica.

Data la particolare conformazione del territorio comunale il principale ricettore degli apporti meteorici risulta essere l'area fluviale della roggia Gambina che rappresenta l'asse drenante del paleomeandro che attraversa il territorio di Sabbioneta con inclinazioni quasi

nulle; è stata quindi elaborata la modellazione sul territorio compreso direttamente nella morfologia connessa alla roggia stessa con particolare attenzione agli abitati di monte (Ponteterra, Vigoreto).

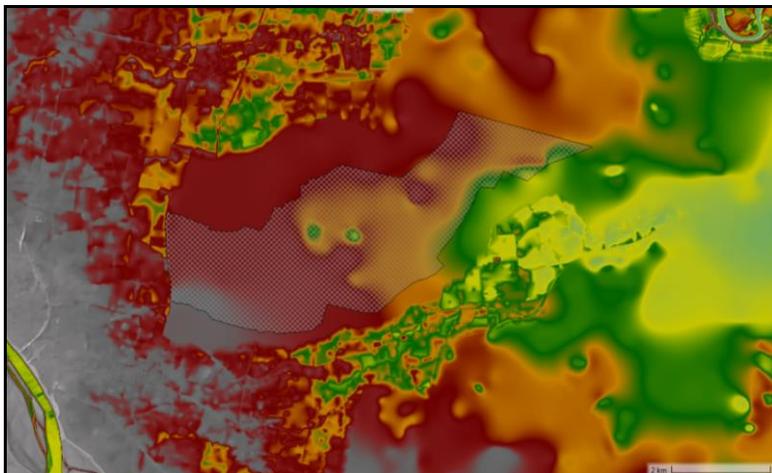


Figura 10 - Modello digitale del terreno (DTM) con area fluviale considerata per il territorio di Sabbioneta. Le zone in verde rappresentano le aree più rilevate.

Dati di base modellazione idrodinamica

La caratterizzazione geometrica dell'alveo è basata sul già citato DTM, opportunamente elaborato in ambiente GIS per poi essere importato nel software HEC-RAS.

Le scabrezze, espresse in $s/m^{1/3}$ tramite il coefficiente n di Manning, sono state associate all'uso del suolo sulla base dell'esauritiva letteratura tecnica disponibile in materia.

Per quanto riguarda le portate, sono stati inseriti come input, distinti per ciascun tempo di ritorno, gli idrogrammi di piena ricostruiti considerando la comparazione tra metodi di regionalizzazione e metodi indiretti che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede la definizione di un particolare evento di pioggia.

Infine le condizioni al contorno inserite nel modello sono l'idrogramma di piena a monte e l'altezza di moto uniforme, definita immettendo nel programma la cadente energetica, a valle del tratto analizzato. Come condizioni iniziali sono stati inseriti valori plausibili di portate basse (indicativamente tra $<1 \text{ m}^3/\text{s}$) per evitare il rischio di instabilità che si avrebbe eseguendo la modellazione con portata iniziale nulla.

Definizione dell'evento meteorico

Gli eventi meteorici di riferimento sono quelli che, per un tempo di ritorno dato, causano la maggiore criticità in termini di aree allagate e di percentuale della rete fognaria che va in crisi, ovvero che supera il grado di riempimento dell'80%.

I paragrafi seguenti illustrano la procedura con cui sono stati definiti tali eventi.

Il calcolo delle precipitazioni viene eseguito assumendo preventivamente, attraverso la cosiddetta “Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica” (L.S.P.P.) caratteristica del sito in esame, una relazione tra la durata e l’altezza di pioggia ragguagliata all’area del bacino considerato, per un assegnato tempo di ritorno, elaborata secondo la seguente modalità:

$$h_T(D) = a_1 \cdot w_T \cdot D^n \quad \text{con} \quad w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

dove i parametri a_1 , n , ε , α , k , come poc’anzi detto, sono forniti da ARPA Lombardia.

Il termine generico a della formulazione generale in precedenza illustrata è espresso come prodotto fra due fattori:

- a_1 (coefficiente pluviometrico orario) è un parametro di intensità, caratteristico del sito, che in maniera indipendente dal tempo di ritorno assunto dà indicazione della sua piovosità oraria;
- $w(T)$ è un fattore di moltiplicazione del coefficiente pluviometrico orario, dipendente dal tempo di ritorno assunto (T , espresso in anni).
- α , k ed ε sono i parametri della distribuzione probabilistica G.E.V. (*generalized extreme value*) che descrive la distribuzione statistica degli eventi di pioggia più intensi rilevabili nel sito (fig. 6).

Per il territorio del Comune di Sabbioneta i parametri di riferimento assumono valori abbastanza omogenei sull'intero territorio comunale.

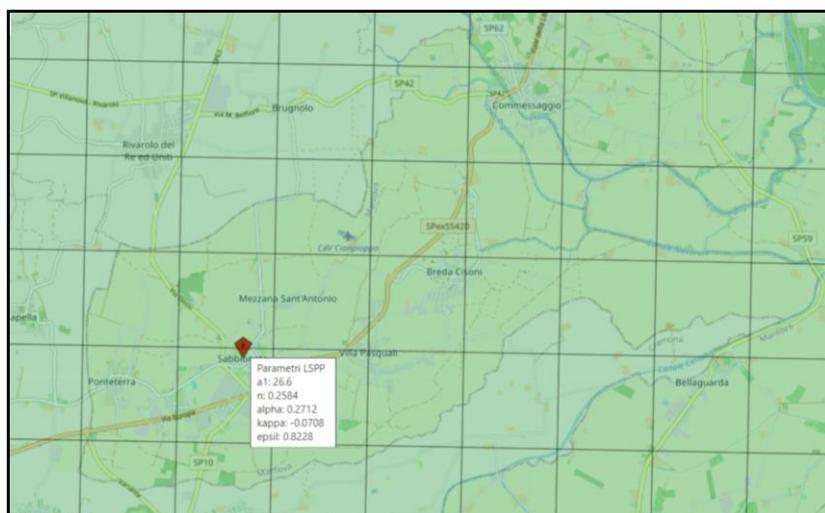


Figura 11 - Parametri LSPP per in centro abitato di Quinzano d'Oglio.

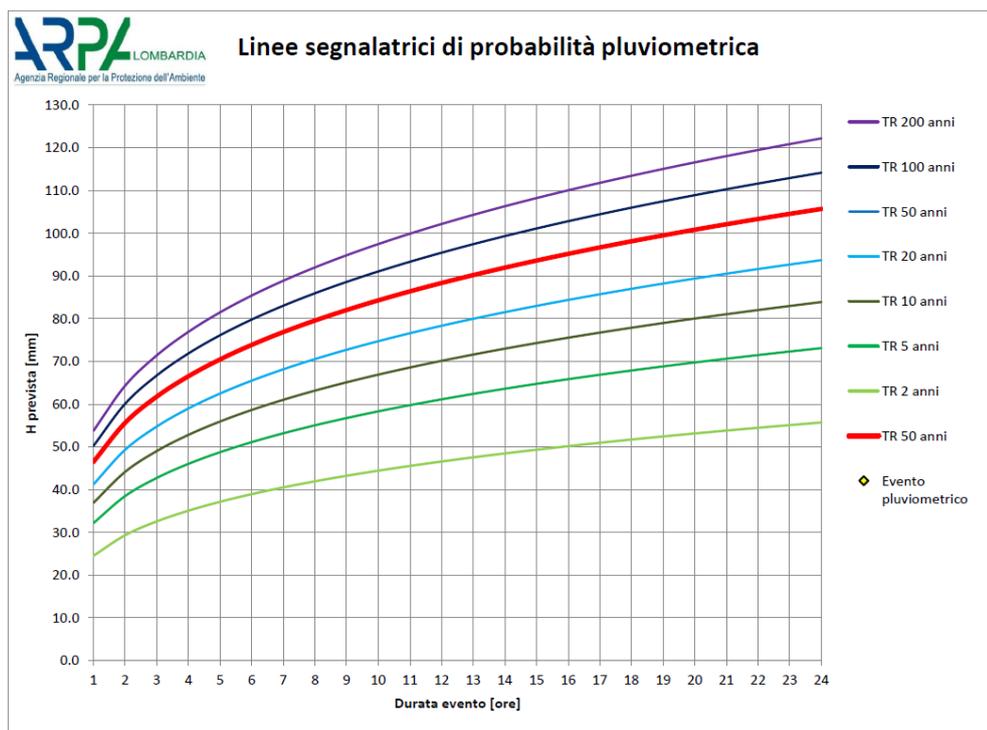


Figura 12 - Linee segnalatrici per in centro abitato di Sabbioneta.

Definizione idrogrammi di piena

Le caratteristiche idrauliche e idrogeologiche dell'area fluviale della Gambina sono contraddistinte da un regime idraulico alimentato sostanzialmente da apporti idrici durante la stagione irrigua con scorrimento molto lento. È stata considerata come area fluviale il vecchio paleomeandro per il quale la Gambina rappresenta l'asse drenante. Sono inoltre stati considerati come delimitazioni dell'Area fluviale gli argini consortili soprattutto verso il bordo meridionale.

Applicando il metodo razionale sono stati definiti gli idrogrammi di progetto sulla base dei tempi di corrivazione del bacino determinato su base cinematica. Calcolato il T_c si ricava la corrispondente altezza di pioggia sulla base della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP) di assegnato tempo di ritorno (T).

Nota la pioggia efficace, è stata calcolata la portata al colmo per il tempo di ritorno T (Q_T) corrispondente alla LSPP.

Il bacino fluviale della Gambina di Sabbioneta è stato stimato in circa 25 km², considerando la chiusura a nord e sud degli argini consortili che ne fanno un binomio idraulico particolarmente efficace nel contenimento di eventuali piene provenienti da elementi idraulici esterni al territorio comunale.

Il programma, sulla base delle informazioni fornite dal modello digitale del terreno (DTM/DSM), permette di ottenere le aree allagate con la contestuale determinazione delle mappe dei battenti idrici e delle velocità. L'area di calcolo 2D è rappresentata da celle di dimensione di 5 metri per lato, le quali vengono processate all'interno del programma in modo da adattarsi nel migliore modo possibile alle caratteristiche fisiche del terreno sottostante con l'accurata definizione di "breaklines" utili a raffinare il processo di calcolo soprattutto per il centro abitato (fig. 13).

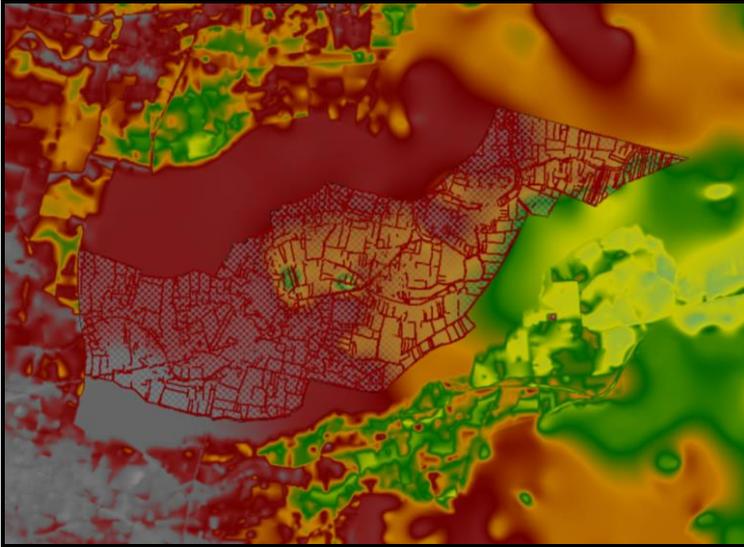
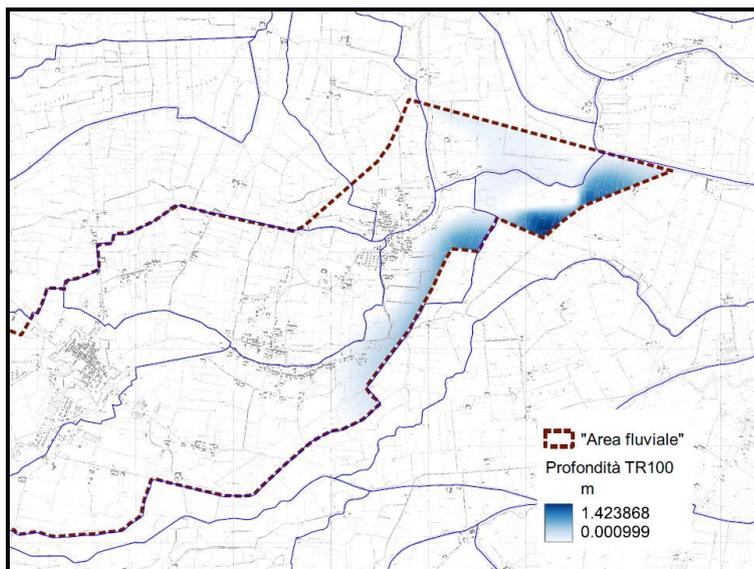


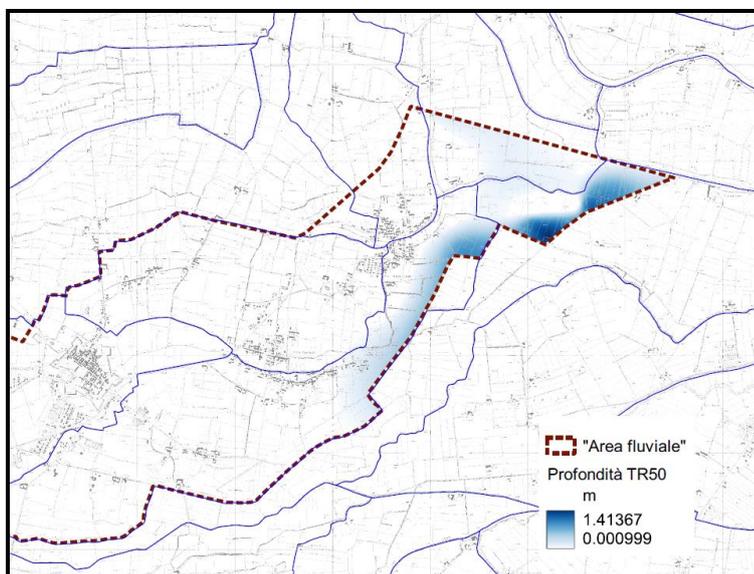
Figura 13 - Mash di calcolo definite sulla base delle break lines in base alla morfologia del territorio.

Dopo l'esecuzione corretta del modello HEC-RAS, si ottengono tre livelli di risultati dinamici denominati Profondità (Depth), Velocità (Velocity) ed Elevazione della superficie dell'acqua (WSE - Water Surface Elevation). Questi strati possono essere usati per visualizzare i risultati del modello in una forma di mappatura dell'inondazione (ad es. mappa bidimensionale della geometria, con acqua e altri strati sopra di essa).

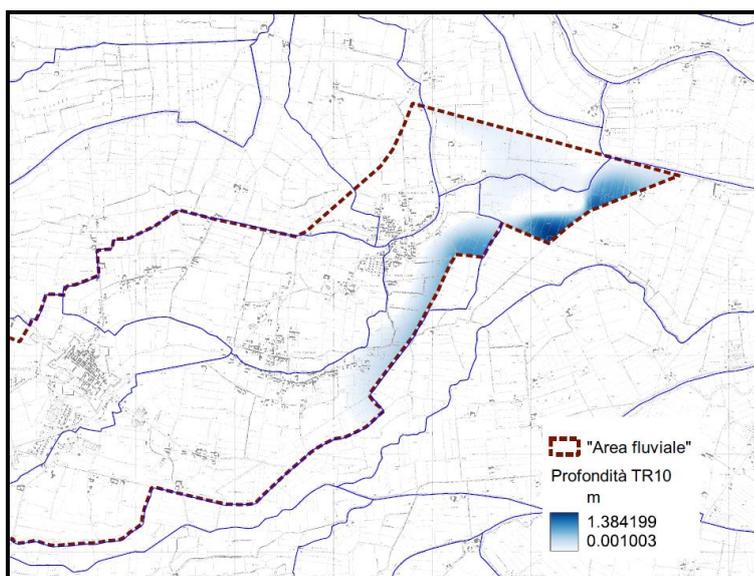
Di seguito si riportano le elaborazioni ricavate direttamente dagli output del software HEC-RAS per i vari tempi di ritorno considerati e riprocessati su QGIS.



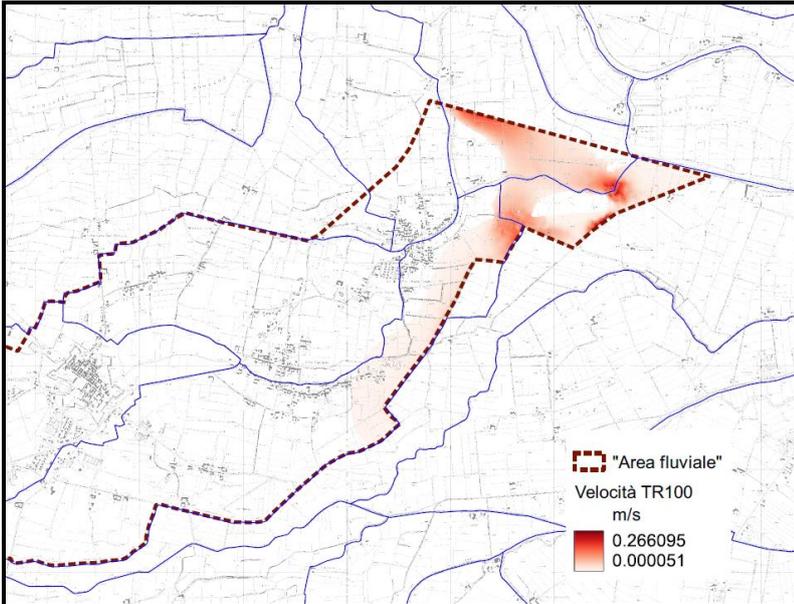
Profondità TR100.



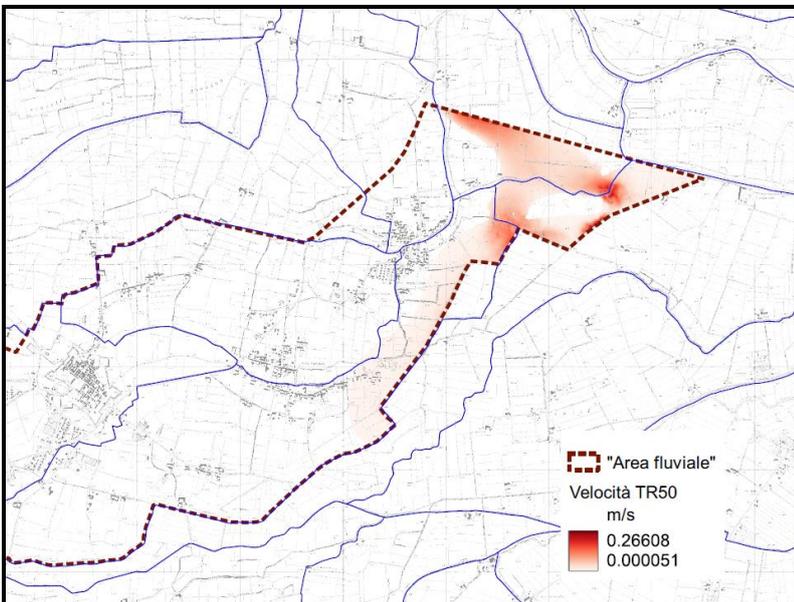
Profondità TR50.



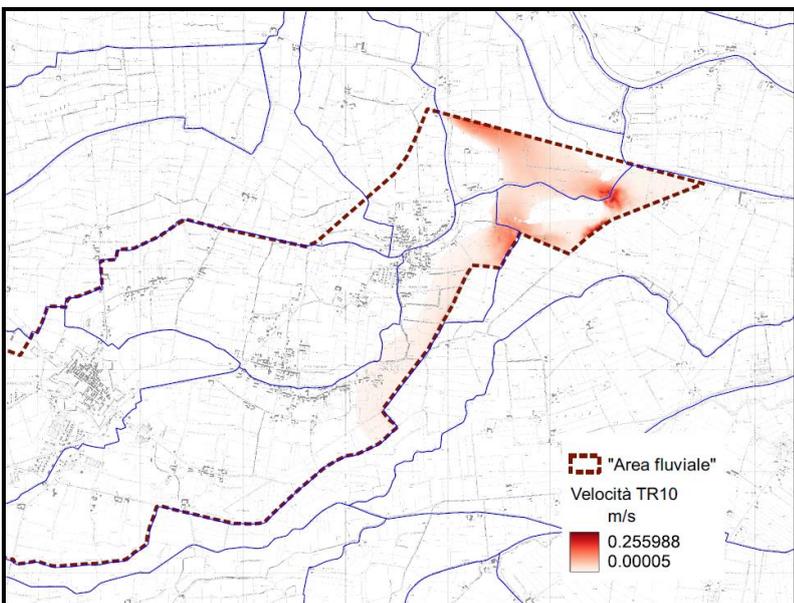
Profondità TR10.



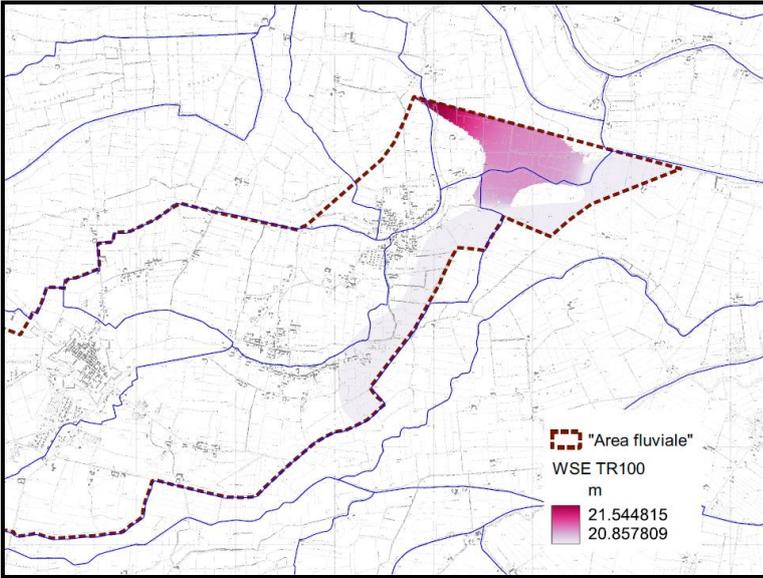
Velocità TR100



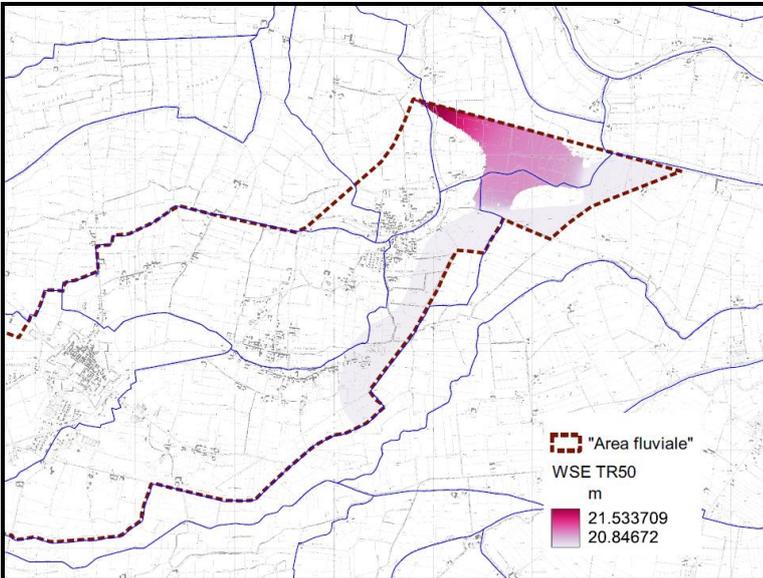
Velocità TR50



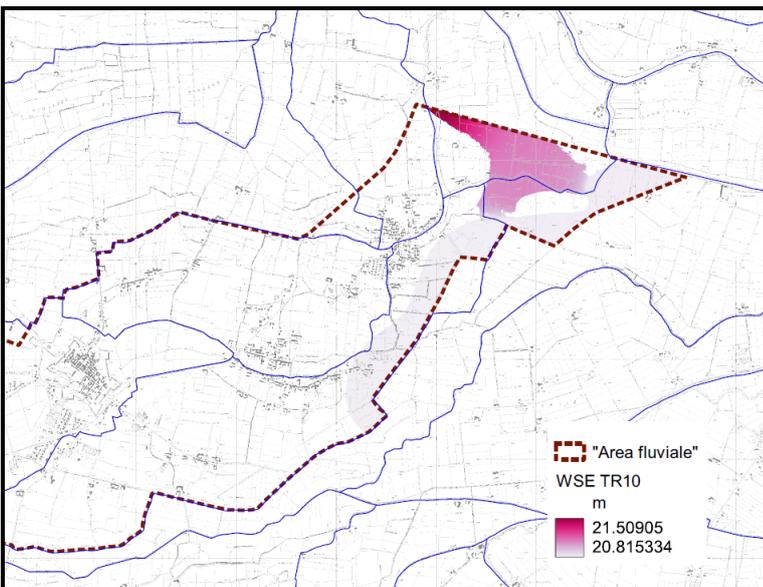
Velocità TR10



WSE per TR100



WSE per TR50



WSE per TR10

Secondo questa modellazione si avranno allagamenti soprattutto nelle zone comprese tra Breda Cisoni, Roggia Coazze e gli arginelli consortili che delimitano il dominio analizzato a sud e est. Questi risultati saranno considerati nelle carte della pericolosità idraulica (PAI-PGRA) della componente geologica della variante al PGT.

7. STUDIO IDRAULICO NAVAROLO

Il Consorzio di Bonifica del Navarolo ha svolto uno studio idrologico-idraulico semplificato² relativo al bacino sotteso dall'impianto idrovoro di San Matteo delle Chiaviche, comprendente interamente il territorio di Sabbioneta. L'obiettivo dello studio è quello di valutare i possibili impatti sul territorio di eventuali non funzionamenti anche parziali dell'impianto in termini di probabili allagamenti determinati dalla mancata estromissione dal bacino di volumi di deflusso generati da piogge di intensità, durata e tempo di ritorno caratteristici. I dati e i risultati sono stati gentilmente forniti dal Consorzio Navarolo che sebbene la finalità sia diversa rispetto allo SCOGRI risulta opportuno la condivisione dei risultati per un'ottimale gestione del rischio.

È stata considerata la suddivisione del bacino Viadanese-Casalasco nei due sottobacini scolanti rispettivamente nel canale del Ceriana e del Fossola.

La conformazione finale (Figura 14) prevede quindi tre bacini principali, identificati come:

- Bacino Medio Centrale afferente al canale del Navarolo,
- Bacino del Ceriana le cui acque confluiscono nel canale omonimo,
- Bacino del Fossola relativo all'omonimo canale scolante.

Sono state analizzate le classi di uso del suolo differenziate nell'area comprendente i tre sottobacini.

Per la definizione di grado di permeabilità e coefficiente di deflusso e classi di suolo si rimanda allo studio citato.

² ADEGUAMENTO FUNZIONALE FINALIZZATO AL RIPRISTINO DELLA SICUREZZA IDRAULICA DELL'IMPIANTO DI SAN MATTEO DELLE CHIAVICHE - Studio idrologico-idraulico preliminare, Consorzio di Bonifica Navarolo, 2019.

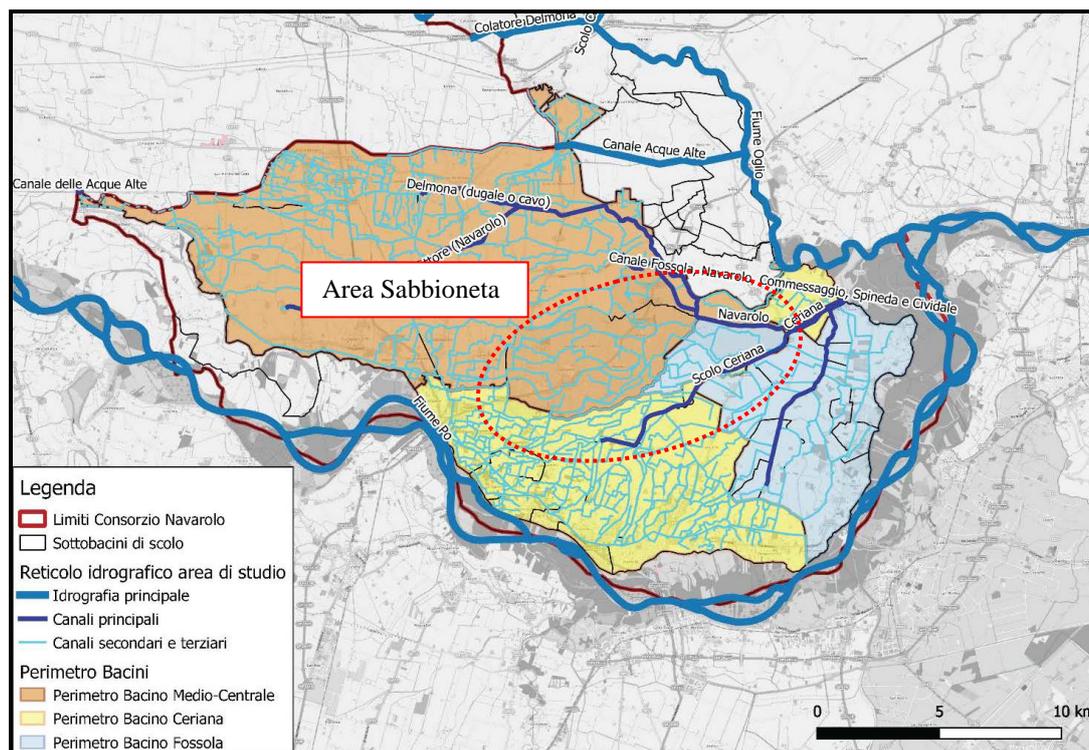


Figura 14 - Suddivisione in tre sottobacini dell'area identificata di interesse.

Il funzionamento dell'impianto idrovoro di San Matteo delle Chiaviche dipende dal dislivello tra il livello del fiume Oglio e quello dei canali. Se esso risulta positivo, le idrovore dell'impianto sollevano le acque dei canali per una prevalenza compresa tra 7 ed 8 metri, dalla quota di 18,60 m s.l.m. alla quota di 25,60 m s.l.m.; se al contrario esso risulta negativo, l'evacuazione è a gravità attraverso gli scarichi liberi regolati dalle paratoie.

L'impianto idrovoro presenta una capacità totale di sollevamento di 52.7 m³/s ripartiti come segue:

- 4 gruppi di sollevamento ad uso del canale Navarolo, la cui portata è per coppie di gruppi pari a 8,00 m³/s e 3,80 m³/s, per un totale di 23,6 m³/s;
- 4 gruppi di sollevamento ad uso del canale Ceriana, la cui portata varia tra 2,05 m³/s e 6,0 m³/s per un totale di 18.25 m³/s;
- 3 gruppi di sollevamento ad uso del canale Fossola, la cui portata varia tra 2,05 m³/s e 4,50 m³/s per un totale di 10.85 m³/s.

Lo studio idraulico realizzato per valutare l'impatto sul territorio comprensoriale dovuto a possibili malfunzionamenti dell'impianto idrovoro di San Matteo delle Chiaviche è stato sviluppato per due scenari pluviometrici di riferimento in termini di durata di pioggia e di tempo di ritorno e per due modalità di funzionamento dei tre gruppi di sollevamento costituenti l'impianto idrovoro stesso. Tali scenari contemplano in sintesi tempi di pioggia

di 5 giorni, che rappresentano eventi di una certa importanza per bacini di bonifica, anche se non di grande intensità, tempi di ritorno dell'evento di 20 o 50 anni, e malfunzionamenti dell'impianto che prevedano un blocco totale dello stesso od un funzionamento dei gruppi pompe al 50%.

Sebbene i tempi di ritorno considerati non coincidano con quanto richiesto dalla normativa SCOGRI, si ritiene di considerare parte integrante del presente lavoro lo studio idraulico Navarolo, in quanto tratta dati specifici e problematiche non a disposizione del comune di Sabbioneta ma che **hanno ripercussioni dirette sul territorio**.

È stata utilizzato un DTM 1m x 1m e i valori calcolati (altezza pioggia in mm) dalle curve segnalatrici ARPA per eventi di pioggia di durata 5 giorni e tempo di ritorno 20 e 50 anni sono riportati nelle seguenti tabelle:

	MAX	MIN	Media= Altezza di pioggia di progetto
Medio Centrale	176.71	134.71	156.07
Ceriana	143.76	128.53	135.14
Fossola	130.50	126.03	128.24

Tr 20 anni

	MAX	MIN	Media= Altezza di pioggia di progetto
Medio Centrale	205.27	154.94	180.56
Ceriana	166.70	147.21	156.01
Fossola	150.28	144.09	147.24

Tr 50 anni

I casi di studio del presente progetto idraulico sono definiti da due eventi meteorologici di progetto di durata 5 giorni e caratterizzati da due tempi di ritorno (20 anni e 50 anni) e due modi di malfunzionamenti dell'impianto idrovoro di San Matteo delle Chiaviche:

1. Spento;
2. ridotto del 50%. La portata totale dell'impianto sarà di 26.4 m³/s così ripartiti: 11.8 m³/s per il Navarolo (bacino Medio-Centrale), 5.4 m³/s per il Fossola e 9.1 m³/s per il Ceriana.

Risultato per TR20 anni.

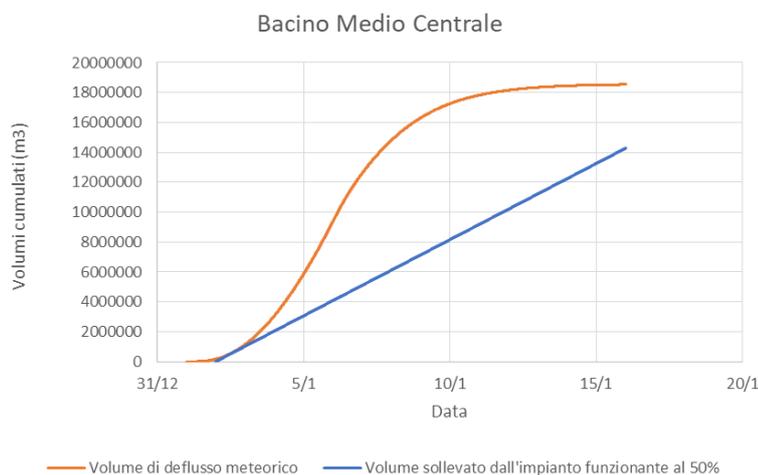
Si riporta di seguito il grafico per il Bacino Medio Centrale che rappresenta l'area urbanizzata del comune di Sabbioneta. Il grafico rappresenta i volumi cumulati generati dal deflusso superficiale al recapito finale (curva arancione) per una pioggia di progetto di tempo di ritorno 20 anni ed il volume cumulato sollevato dalla relativa stazione di sollevamento in caso di funzionamento al 50% (curva blu).

In ogni istante temporale t , la differenza tra le due curve consente di stimare il volume di esondazione dovuto al funzionamento ridotto dell'impianto.

Nel caso in cui l'impianto presentasse un disfunzionamento globale (arresto totale delle pompe), il volume che rimarrebbe all'interno del sistema bacino e che originerebbe allagamenti del territorio sarebbe equivalente al valore massimo della curva dei volumi cumulati originati dai deflussi meteorici. Nel caso in cui invece il disfunzionamento dell'impianto fosse parziale, pari al 50%, tale volume corrisponderebbe al massimo della differenza tra le due curve.

Nel grafico che segue si riportano i volumi cumulati originati dai deflussi per un evento di durata 5 giorni e tempo di ritorno 20 anni e volumi cumulati estromessi dalla stazione di sollevamento funzionante al 50% per il Bacino Medio Centrale (abitati di Sabbioneta).

Per i grafici degli altri bacini si rimanda allo studio specifico già citato.



Ad ogni volume rimasto nel bacino di scolo al netto dei volumi uscenti dal sistema tramite stazione di sollevamento corrisponderanno una superficie di esondazione ed una relativa altezza d'acqua.

L'arresto totale dell'impianto di sollevamento risulterebbe generare all'interno dei tre bacini un volume complessivo di quasi 30 milioni di metri cubi d'acqua che, considerando le diverse altezze di esondazione corrispondenti ai volumi esondati nei tre bacini, comporterebbe allagamenti complessivi dell'ordine dei 5000 ettari circa. Tali allagamenti risulterebbero interessare le aree più prossime all'impianto idrovoro, in particolare quelle situate ad Ovest di San Matteo delle Chiaviche sul bacino di Ceriana ed a Sud dell'impianto coprendo le aree agricole limitrofe al canale del Fossola. Per quanto riguarda il Bacino Medio Centrale, gli allagamenti si estenderebbero verso Ovest. I centri abitati potenzialmente interessati dalle esondazioni potrebbero essere quelli di Breda Cisoni, Villa Pasquali ad Ovest, fino a Spineta a Nord per il Bacino Medio Centrale e quelli di

Bellaguarda e Casaletto per il Bacino Ceriana.

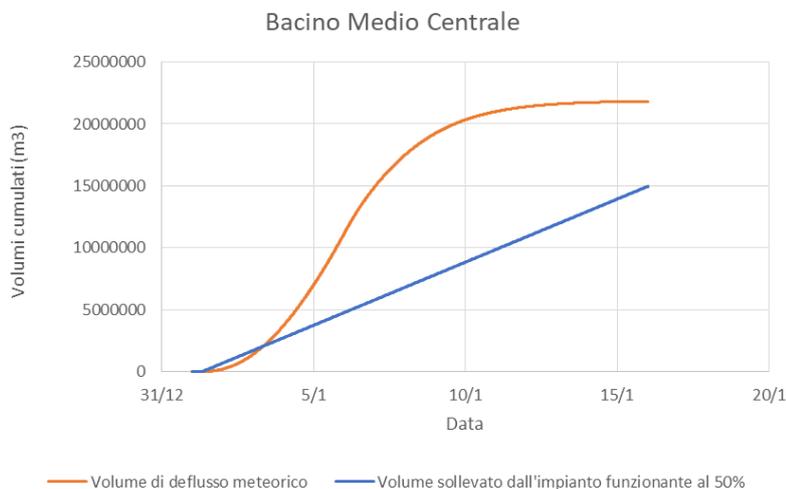
Se l'impianto idrovoro funzionasse solo al 50%, esso riuscirebbe a contenere i volumi di allagamento a valori complessivi dell'ordine dei 12 milioni di metri cubi che, distribuiti sul territorio alle quote ricavabili dalle curve volumi-altezze, determinerebbero l'allagamento complessivo di circa 2800 ha posti prevalentemente nelle aree agricole a Sud di San Matteo delle Chiaviche lungo il canale Fossola, in quelle ad Ovest della stessa città nel Bacino Ceriana ed in sponda sinistra del Navarolo per un'estensione che risalirebbe fino alle zone di Breda Cisoni ad Ovest ed Spineta a Nord.

Impianto idrovoro spento			
	Volume massimo (Mm ³)	Z di esondazione m.s.l.m.m.	Superficie di esondazione ha
Bacino Medio Centrale	18,537	20,93	2787,7
Impianto idrovoro funzionante al 50%			
	Volume massimo (Mm ³)	Z di esondazione m.s.l.m.m.	Superficie di esondazione ha
Bacino Medio Centrale	9,201	20,51	1688,0

Risultato per TR50 anni.

I risultati in termini di volumi esondati, quote di allagamento ed aree allagate conseguenti ad un evento meteorologico di tempo di ritorno 50 anni sono stati ottenuti seguendo la stessa metodologia per TR20 anni.

Il grafico che segue riporta i volumi cumulati originati dai deflussi per un evento di durata 5 giorni e tempo di ritorno 50 anni e volumi estromessi della relativa stazione di sollevamento funzionante al 50% per il Bacino Medio Centrale.



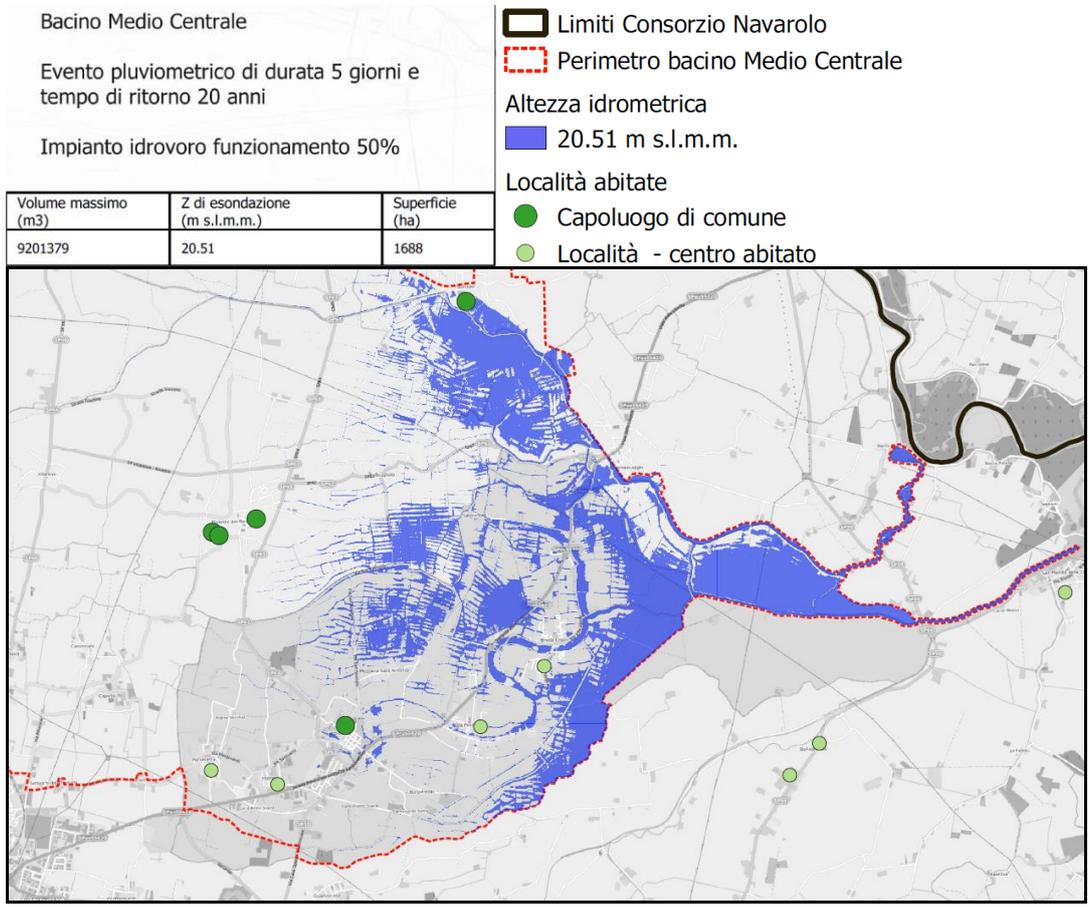
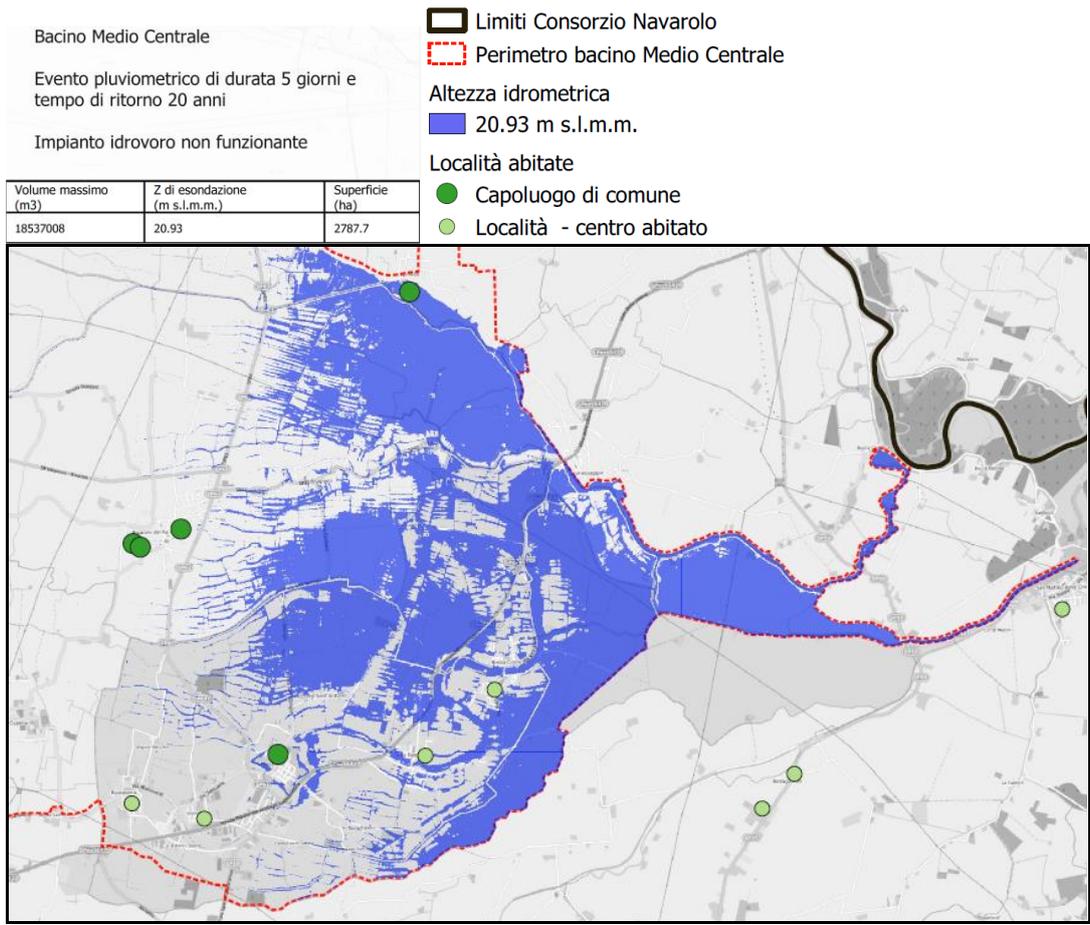
Impianto idrovroto spento			
	Volume massimo (Mm3)	Z di esondazione m.s.l.m.m.	Superficie di esondazione ha
Bacino Medio Centrale	21,825	21,08	3104,0

Impianto idrovroto funzionante al 50%			
	Volume massimo (Mm3)	Z di esondazione m.s.l.m.m.	Superficie di esondazione ha
Bacino Medio Centrale	11,522	20,64	2012,1

In caso di arresto totale dell'impianto di sollevamento, l'evento di progetto di durata 5 giorni e tempo di ritorno 50 anni genererebbe circa 6 milioni di metri cubi in più in termini di volume di deflusso rispetto all'equivalente caso per un evento di tempo di ritorno T=20 anni. A tale volume corrisponderebbe una superficie di allagamento di circa 6000 ettari, di cui circa la metà situati nel Bacino Medio Centrale, il 20% nel Bacino del Ceriana ed il restante 26% sul territorio del Bacino del Fossola. Rispetto all'equivalente caso relativo ad un tempo di ritorno 20 anni, le superfici allagate sono circa il 12% in più equamente distribuite sui tre bacini di studio.

Se invece l'impianto idrovroto funzionasse solo al 50%, esso riuscirebbe a contenere i volumi di allagamento a valori complessivi dell'ordine dei **16 milioni di metri cubi** che, distribuiti sul territorio alle quote ricavabili dalle curve volumi-altezze, determinerebbero l'allagamento complessivo di circa 3500 ettari, circa 2300 ettari in meno rispetto al caso più penalizzante di arresto dell'impianto idrovroto.

Nelle immagini che seguono si riportano le superfici potenzialmente allagabili per un evento di pioggia di durata di 5 giorni e tempo di ritorno 20 anni e 50 anni per il Bacino Medio Centrale (territorio abitato di Sabbioneta).



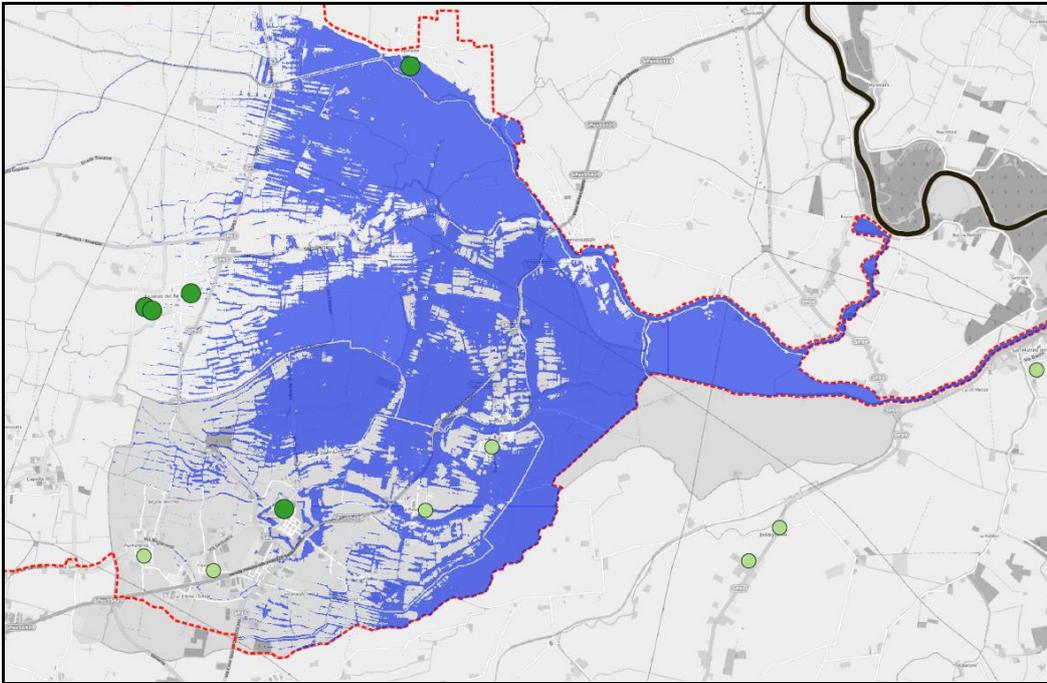
Bacino Medio Centrale

Evento pluviometrico di durata 5 giorni e tempo di ritorno 50 anni

Impianto idrovoro non funzionante

Volume massimo (m3)	Z di esondazione (m s.l.m.)	Superficie (ha)
21825468	21.08	3104

-  Limiti Consorzio Navarolo
-  Perimetro bacino Medio Centrale
- Altezza idrometrica
-  21.08 m s.l.m.
- Località abitate
-  Capoluogo di comune
-  Località - centro abitato



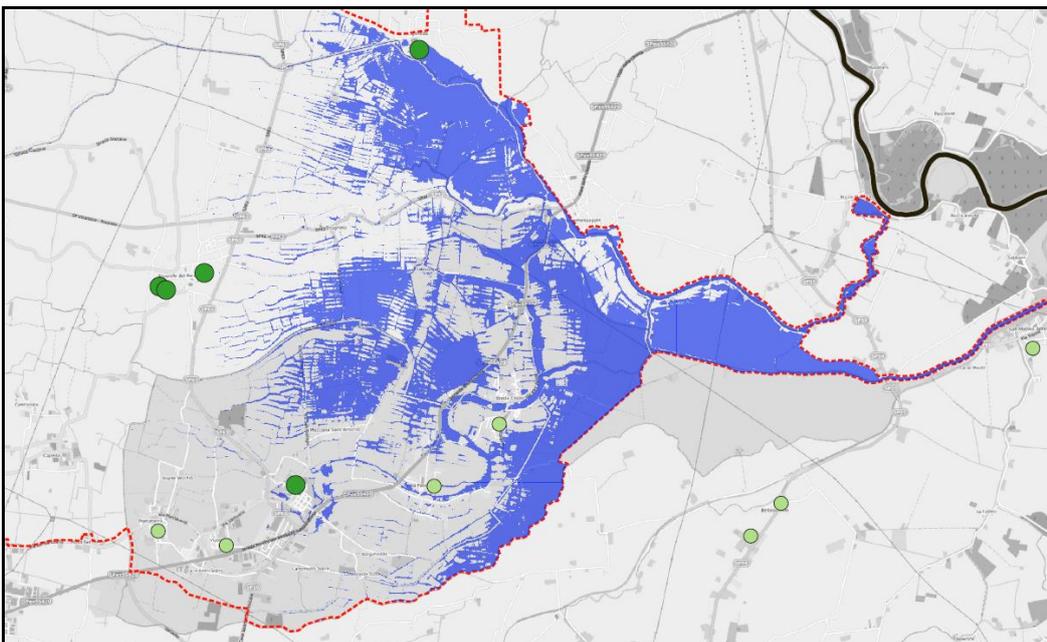
Bacino Medio Centrale

Evento pluviometrico di durata 5 giorni e tempo di ritorno 50 anni

Impianto idrovoro funzionamento 50%

Volume massimo (m3)	Z di esondazione (m s.l.m.)	Superficie (ha)
11521964	20.64	2012.1

-  Limiti Consorzio Navarolo
-  Perimetro bacino Medio Centrale
- Altezza idrometrica
-  20.64 m s.l.m.
- Località_abitate_bacinistudio
-  Capoluogo di comune
-  Località - centro abitato



L'impianto idrovoro di San Matteo delle Chiaviche provvede, grazie ad una capacità di pompaggio complessiva di 52.7 m³/s, all'estromissione delle acque di scolo di un bacino della superficie totale di circa 32000 ettari garantendo la sicurezza idraulica del territorio. Esso risulta costituito da tre sotto-impianti, denominati Navarolo, Ceriana e Fossola, Il presente studio idrologico-idraulico è stato svolto proprio al fine di valutare gli effetti, in termini di allagamenti probabili, di eventuali malfunzionamenti dell'impianto sul territorio consortile.

Sono stati selezionati due scenari di malfunzionamento dell'impianto idrovoro, il primo che prevede un arresto totale delle pompe, finalizzato a valutare l'impatto massimo sul territorio, ed il secondo che invece considera una portata sollevata garantita equivalente al 50% di quella complessiva, che consente di valutare l'entità possibile degli allagamenti in caso di guasto di gravità media dell'impianto. L'impatto sul territorio è stato valutato in termini di volumi di deflusso generati da un evento meteorico di progetto che, non sollevati o sollevati solo parzialmente dall'impianto, una volta esaurita la capacità di invaso dei canali principali determinano allagamenti nel territorio.

Gli eventi meteorici posti a base delle valutazioni sono precipitazioni lunghe, della durata di 5 giorni, tipicamente utilizzate per i dimensionamenti di opere di bonifica, corrispondenti a tempi di ritorno di 20 e 50 anni. Sono state pertanto calcolati, sulla base di elaborazioni idrologiche svolte mediante l'utilizzo di dati aggiornati e strumenti modellistici evoluti, pur con un approccio semplificato per i tempi ristretti a disposizione, i volumi, le quote idrometriche e le superfici di esondazione per ciascuno dei tre bacini elementari di studio, Bacino Medio Centrale, Bacino del Fossola e del Ceriana, per eventi di pioggia di durata pari a 5 giorni e tempo di ritorno di 20 e 50 anni e per le due modalità di funzionamento dell'impianto idrovoro illustrate.

Per il territorio di Sabbioneta si è considerato il Bacino Medio Centrale.

I risultati mostrano che un funzionamento ridotto al 50% della capacità totale dell'impianto per un evento di durata 5 giorni e tempo di ritorno 20 anni, genera allagamenti del territorio estesi per circa 2770 ettari ripartiti per 60% nel Bacino Medio Centrale, per il 18% nel Fossola e per il 22% per il Bacino del Ceriana.

Se invece si considera il caso più penalizzante di arresto totale dell'impianto idrovoro, le aree allagate risulterebbero pari a circa il doppio rispetto al caso precedente, cioè circa 5200 ettari di cui il 54% nel Bacino Medio Centrale, il 20% nel Bacino del Ceriana ed il 26% nel Bacino del Fossola.

Considerando l'evento più gravoso con tempo di ritorno pari a 50 anni, gli allagamenti sarebbero pari a 3500 ettari per un blocco parziale dell'impianto, e pari a 5800 per un blocco totale.

Il presente studio mette quindi in evidenza l'importanza dell'impianto idrovoro di San Matteo per la tutela idraulica del territorio sotteso e di conseguenza la necessità che tale impianto sia mantenuto in condizioni di massima efficienza, per la sicurezza idraulica di tutti i comuni subito a monte dell'impianto.

8. ANALISI DELLE ZONE CRITICHE O RILEVANTI

Qui di seguito si analizzano i punti critici rilevati nei sopralluoghi eseguiti per caratterizzare le aree e le eventuali opere di riduzione della pericolosità già illustrati nel Documento Semplificato di Rischio Idraulico (2019). La documentazione fotografica con cartografia e individuazione dei coni ottici sono riportati in Allegato 2.

Sono individuate le seguenti zone critiche:

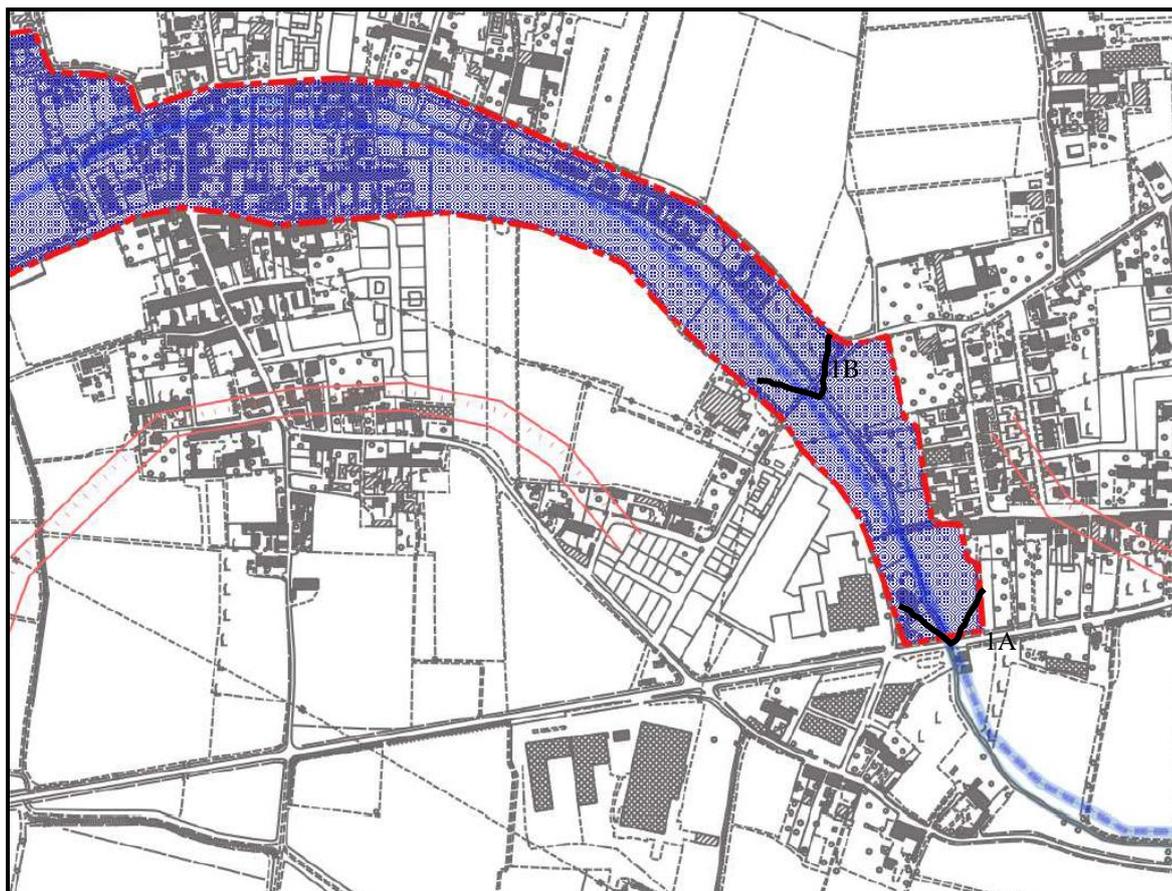
- Zona 1: Loc. Ponteterra - Vigoreto roggia Gambina di Sabbioneta;
- Zona 2: Loc. Villa Pasquali - roggia Gambina di Sabbioneta;
- Zona 3: Loc. Breda Pasquali - roggia Gambina di Sabbioneta - Cavo Naviglio Vecchio;
- Zona 4: Loc. Ca' de Cessi - roggia Ceriana;
- Zona 5: Navarolo - Commessaggio.

Le aree sono descritte nella documentazione fotografica Allegato 2.

Zona 1: Loc. Ponteterra - Vigoreto roggia Gambina di Sabbioneta

L'area compresa tra Ponteterra e Vigoreto è attraversata dal paleomeandro drenato dalla roggia Gambina. La roggia in questo settore presenta sezione ridotta e risulta parzialmente intubata. L'area evidenziata negli estratti cartografici (Dosri, 2019) è storicamente segnalata come a rischio allagamenti per condizione di criticità elevata: possibili allagamenti, sovralluvionamenti e falda periodicamente subaffiorante con terreni facilmente saturabili in periodi particolarmente piovosi per scarso drenaggio. Inoltre in alcuni punti sono possibili fenomeni di rigurgito per intubamento della roggia con sezioni troppo esigue.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria dell'alveo e dei sottopassi della roggia Gambina. Si consiglia di predisporre aree di laminazione leggera a monte degli intubamenti della roggia.



Dosri 2019



1A – Incrocio via Monteverdi - SP420.

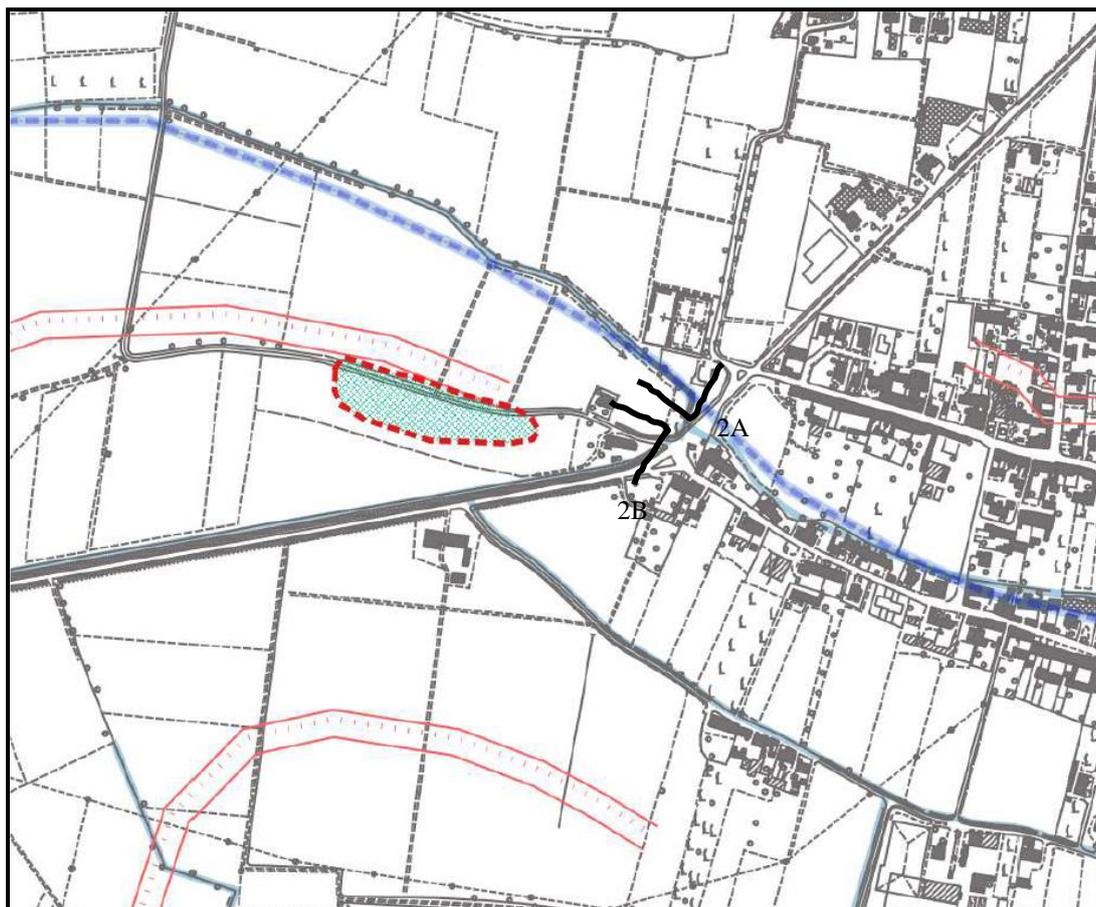


1B – Via Alberelle, roggia Gambina di S.

Zona 2: Loc. Villa Pasquali - roggia Gambina di Sabbioneta

L'area in esame è rappresentata dalle zone in prossimità della roggia Gambina ad ovest di Villa Pasquali, attraversata dal paleomeandro drenato dalla roggia stessa. La roggia in questo settore presenta un intubamento in corrispondenza della SP420. L'area evidenziata in cartografia (All. 1) è potenzialmente a rischio allagamenti per la conformazione morfologica. Si segnala inoltre la stessa condizione in alcune aree a nord-est di Sabbioneta. Inoltre in alcuni punti in corrispondenza dell'abitato di Villa Pasquali, sono possibili fenomeni di rigurgito per parziale intubamento della roggia (Vedi All. 2) con sezioni troppo esigue.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria dell'alveo e dei sottopassi della roggia Gambina. Si consiglia di predisporre aree di laminazione leggera a monte degli intubamenti della roggia tra Villa Pasquali e Sabbioneta.



Dosri 2019



2A – Intersezione Roggia Gambina - Cimitero e via Gonzaga Margherita.

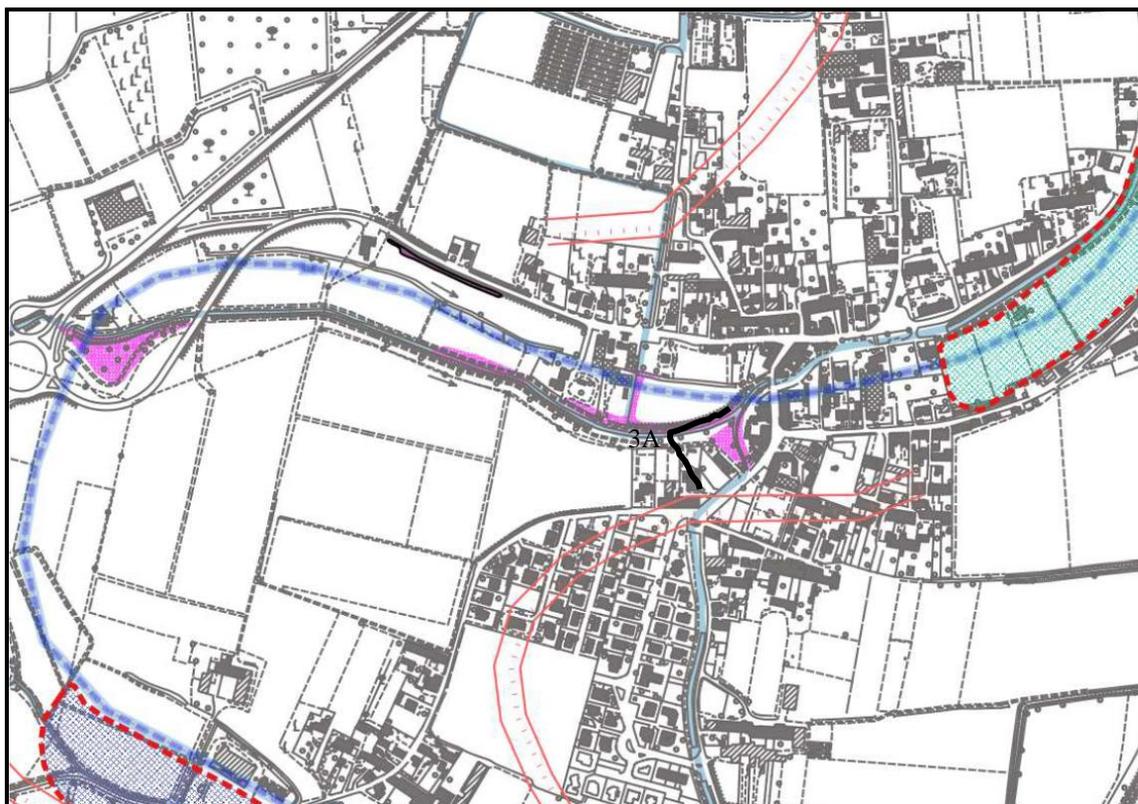


2B – Intersezione Roggia Gambina di Sabbioneta e via Mezzana Sant'Antonio, inizio intubamento in loc. Villa Pasquali.

Zona 3: Loc. Breda Pasquali - roggia Gambina di Sabbioneta - Cavo Naviglio Vecchio

L'area in esame è rappresentata dall'intersezione Roggia Gambina di Sabbioneta - Gambina Mezzana ad ovest Breda Cisoni fino alla SP420. Queste aree sono caratterizzate da criticità idrauliche legate a sovralluvionamenti dell'alveo delle rogge e dalla stabilità dei rilevati degli argini consortili o delle sponde delle rogge. Inoltre ad est Breda Cisoni è presente un'area ribassata rappresentata dallo scaricatore della Roggia Gambina verso la roggia Navarolo (ad est) denominato anche localmente Canale delle Coazze. Quest'area è potenzialmente a rischio allagamenti per la conformazione morfologica.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria dell'alveo per i principali rami della roggia Gambina a Breda Cisoni (Gambina Mezzana e Gambina di Sabbioneta). Si consiglia di predisporre aree di laminazione leggera ad ovest di Breda Cisoni fino all'intersezione con la SPexSS420. Inoltre si dovrà escludere qualsiasi urbanizzazione in prossimità dello scaricatore Gambina ad est di Breda Cisoni dove è stato segnalato potenziale rischio di allagamento per conformazione morfologica.



Dosri 2019



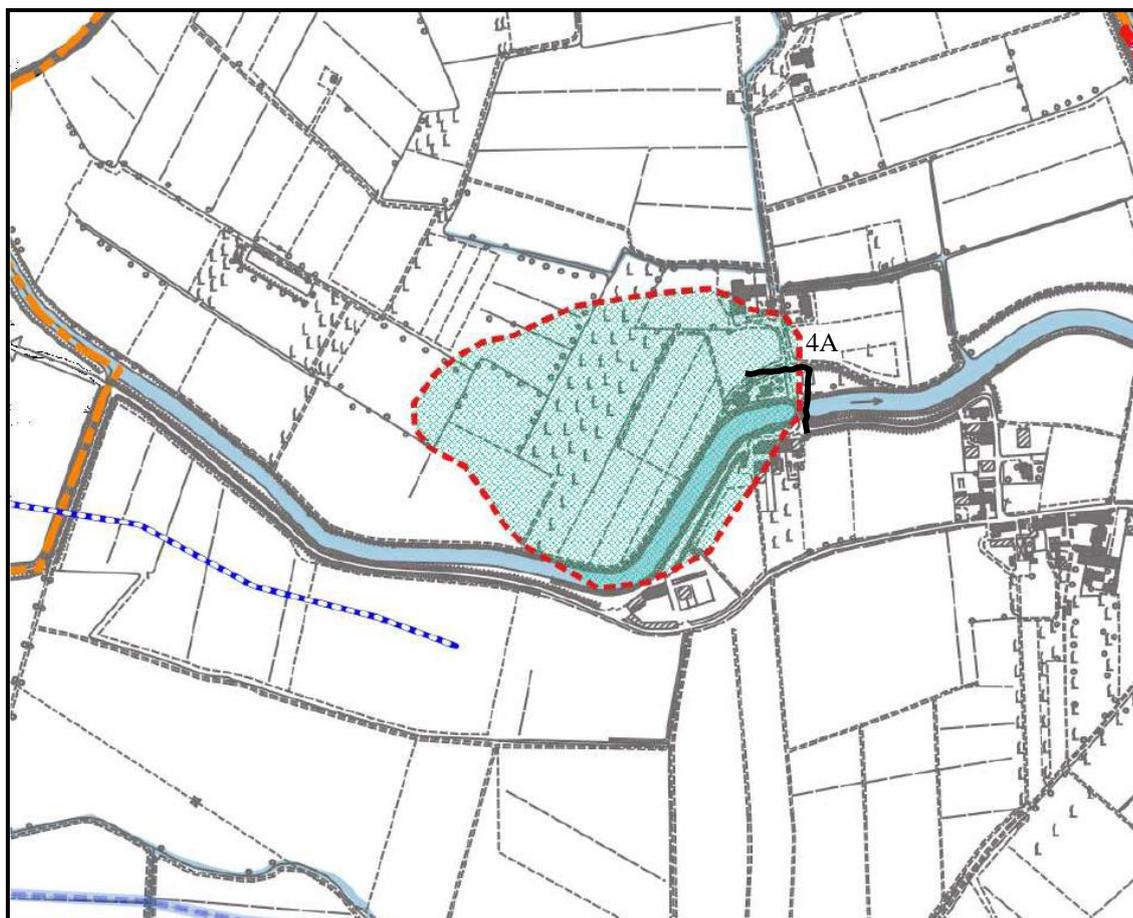
3A – Intersezione Roggia Gambina di Sabbioneta - Gambina Mezzana - ovest Breda Cisoni.

Zona 4: Loc. Ca' de Cessi - roggia Cumula

Si segnalano criticità per allagamenti dovuti a conformazione morfologica nell'area subito a nord della roggia Cumula in loc. Ca de Cessi.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria sui colli locali dell'area segnalata e

sulle sponde della roggia Cumula soprattutto in prossimità del viadotto di via Corte Pizzo.



Dosri 2019

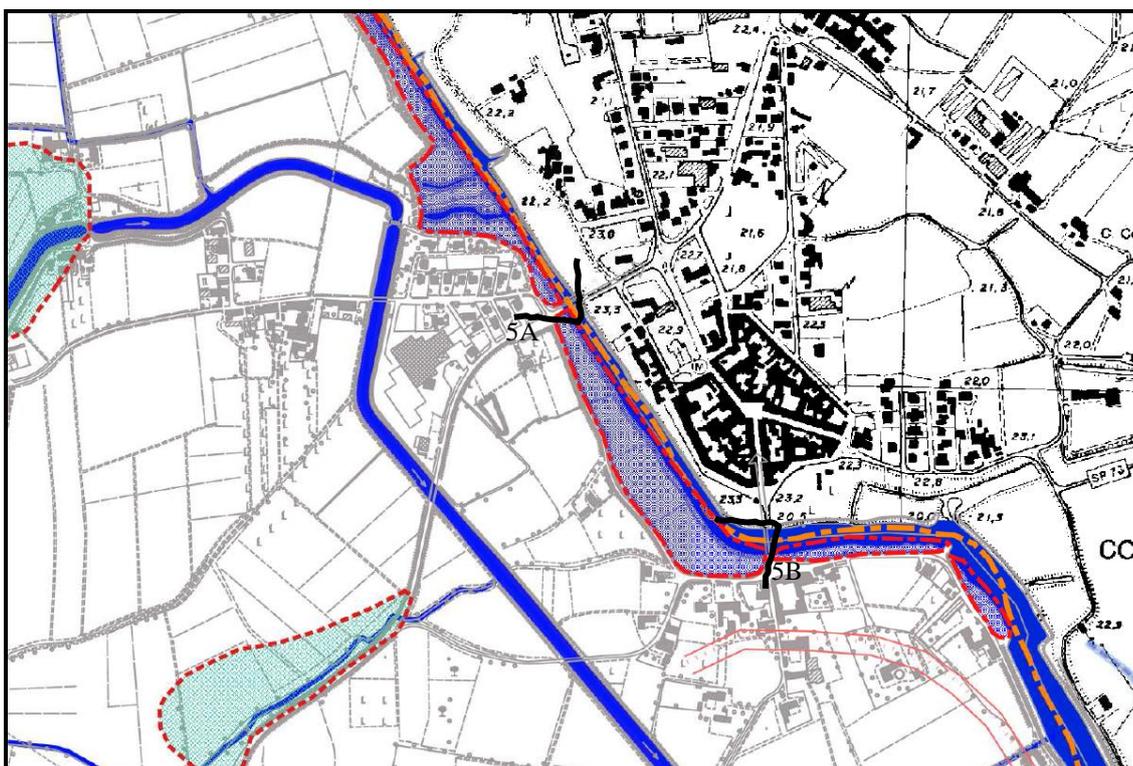


4A – Intersezione Roggia Cumula - Via Corte Pizzo.

Zona 5: Navarolo - Commessaggio

Si segnalano aree storicamente interessate da criticità idraulica in prossimità dell'alveo della roggia Navarolo, delimitate da locali arginelli di contenimento delle piene del Navarolo.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria sull'alveo del Navarolo soprattutto in corrispondenza dei viadotti (SPexSS420 e ponte barche a Commessaggio Inf.). Nelle aree segnalate a rischio idraulico in prossimità del Navarolo dovranno essere escluse qualsiasi tipo urbanizzazione se non strettamente legata alla gestione idraulica della roggia.



Dosri 2019



5A – Intersezione Roggia Navarolo - SPexSS420.



5B – Intersezione Roggia Navarolo - ponte barche Commessaggio - Commessaggio Inferiore (comune di Sabbioneta).

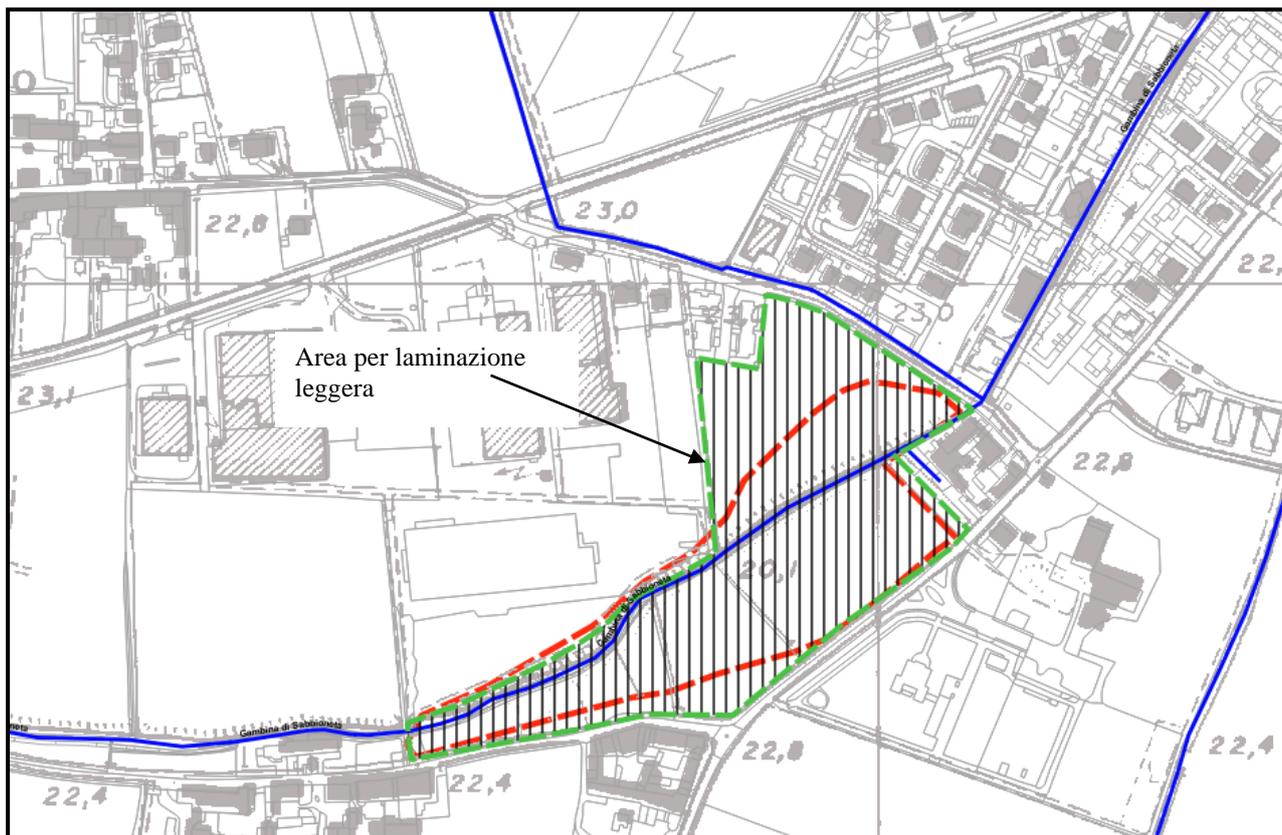
9. MISURE STRUTTURALI

Si prevede l'esecuzione di aree per la laminazione leggera finalizzate alla riduzione delle condizioni di rischio definite nei capitoli precedenti e presenti soprattutto nell'area del paleomeandro drenato dalla roggia Gambina, che in alcuni tratti risulta tombinata.

Le misure o opere strutturali previste riguardano inoltre il risezionamento di rogge aziendali e interaziendali presenti nelle aree destinate alla laminazione leggera. Si riportano gli estratti mappa con l'individuazione delle aree per la laminazione leggera.

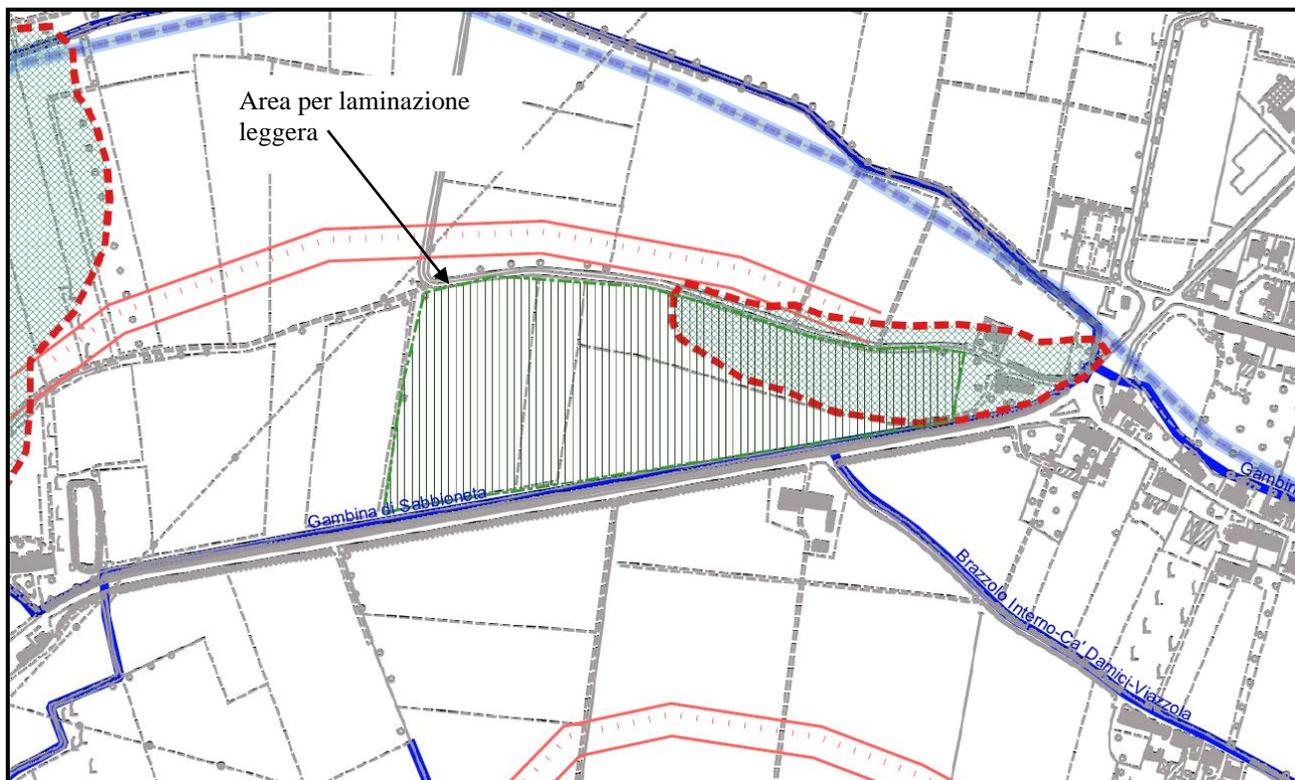
Area per laminazione leggera Ponteterra - Vigoreto

È stata individuata un'area ottimale per laminare il rigurgito rappresentato dall'intubamento della Roggia Gambina con via Giunti (loc. Vigoreto).



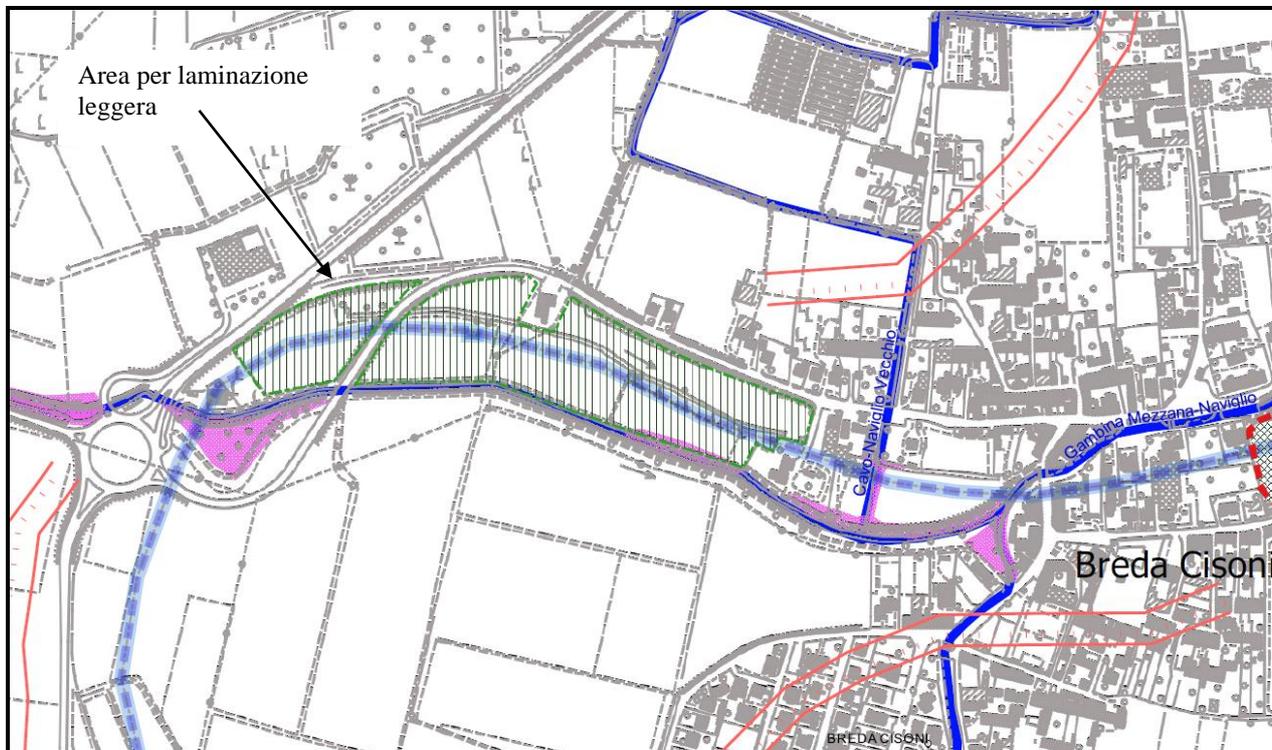
Area per laminazione leggera Sabbioneta - Villa Pasquali

L'area individuata è posta subito ad ovest di Villa Pasquali, in un'area lievemente ribassata a nord della SPexSS420 e a sud di via Mezzana Sant'Antonio.



Area per laminazione leggera Breda Cisoni

L'area comprende i campi subito a nord del vecchio tracciato degli argini consortili ad ovest di Breda Cisoni; quest'area di laminazione alleggerirebbe il carico idraulico nel nodo critico in prossimità dell'incrocio tra Via G. Mazzini e via IV Novembre.



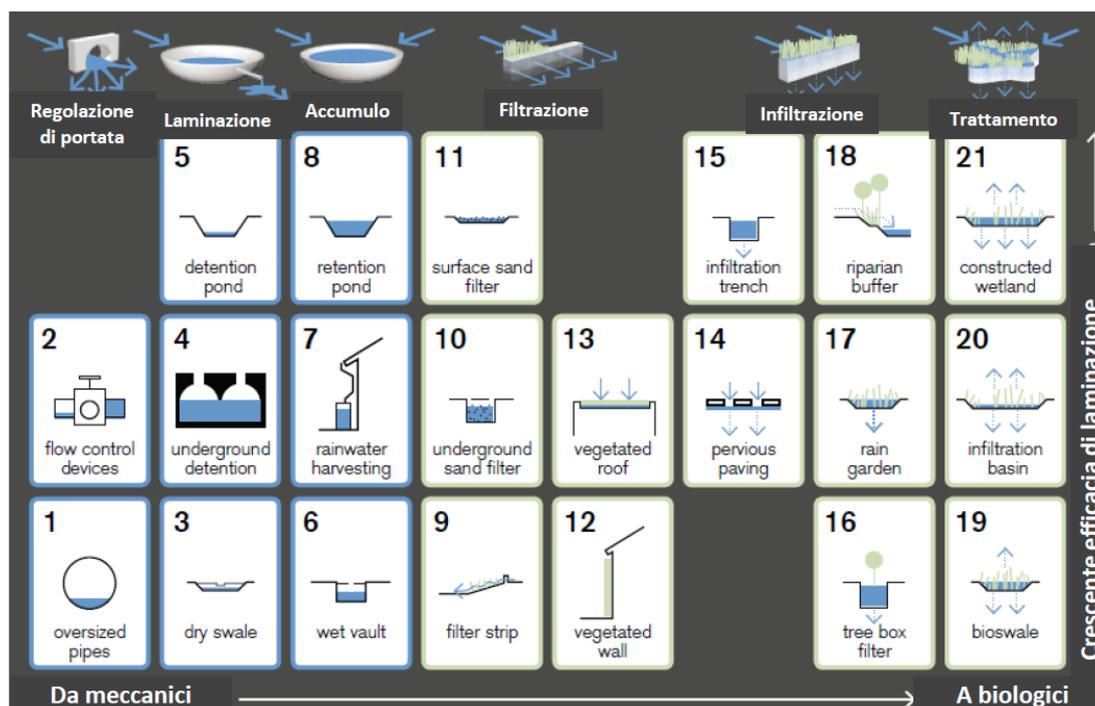
Le aree in cui è prevista la laminazione leggera dovranno essere vincolate e non si dovranno eseguire nuove edificazioni. Inoltre si dovrà prevedere opere in terra dove necessario per contenere gli eventuali livelli di laminazione fino ad un massimo di 1.00/1.50 m di altezza. Nei canali presenti in queste aree si dovrà garantire la permeabilità (fondo e spalle in terra), con opere possibilmente eseguite con criteri di ingegneria naturalistica; dovrà essere inoltre garantita la pulizia degli alvei per tutto l'anno. La manutenzione dovrà prevedere lo sfalcio delle sponde laterali e delle banchine dei canali, il taglio della vegetazione arborea, l'espurgo dei tratti al di sotto di strade o viadotti locali, la manutenzione di eventuali impianti e opere di presa.

Le aree di laminazione leggera dovranno essere:

- inseriti nel PGT con le salvaguardie urbanistiche del caso (Piano dei Servizi);
- concordati con il Consorzio di Bonifica (Navarolo);
- definiti con progetto preliminare e definitivo-esecutivo;
- eseguiti seguendo, per quanto possibile, il sedime di canali esistenti garantendone la permeabilità (fondo e spalle in terra), con opere d'arte possibilmente eseguite con criteri di ingegneria naturalistica;

- dovrà essere garantita la pulizia degli alvei di tutti i corsi d'acqua in particolare di quelli critici e compresi nelle aree di laminazione leggera, per tutto l'anno; la manutenzione dovrà prevedere lo sfalcio delle sponde laterali e delle banchine dei canali, il taglio della vegetazione arborea, l'espurgo dei tratti al di sotto di strade o viadotti locali, la manutenzione di impianti e opere di presa;
- l'alveo dei rami più piccoli compresi nelle aree a laminazione leggera dovrà essere risezionato fino ad avere una larghezza minima di almeno 2 m e profondità di almeno 2.00 m;
- questi tratti non dovranno subire diminuzione nella sezione di deflusso e non dovranno essere né tombinati né impermeabilizzati.

Di seguito è riportato uno schema delle principali tipologie costruttive delle opere di gestione del drenaggio urbano (da *LID Low Impact Development - a design manual for urban areas - University of Arkansas Community Design Center*, modificato). Sono evidenziati i processi meccanici e biologici e i gradi di efficacia della laminazione.



Il tecnico
Dott. Geol. Andrea Anelli
Luglio 2023

