



Comune di
VANZAGHELLO
Città Metropolitana di Milano

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

RELAZIONE IDRAULICA

Legge Regionale 11 marzo 2005 - n. 12
Regolamento Regionale 23 novembre 2017 - n. 7



DATEK22 S.R.L.
COD. FISC. E P. IVA: 03691010130
REG. IMP. DI COMO N. 03691010130
REA N. CO - 328074

SEDE OPERATIVA
VIA G. GARIBALDI N. 118
22073 FINO MORNASCO (CO)

CONTATTI:
WWW.DATEK22.COM
GARE@DATEK22.COM
TEL. 031-539022
FAX. 031-539160

0.	PREMESSA	1
1.	ORGANIZZAZIONE DELL'ATTIVITA	4
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1	DESCRIZIONE DEL TERRITORIO	5
2.2	RICETTORI - RETICOLO IDROGRAFICO	6
2.3	DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO URBANO	6
2.3.1	Inquadramento generale	6
2.3.2	Bacini	7
2.3.3	Rete	9
2.3.4	Impianti disperdenti e/o volanizzazione	9
3.	STUDI PREGRESSI E RACCOLTA DATI	10
3.1	Punti critici monitorati	10
3.1.1	Criticità evidenziate dall'attività di gestione	10
3.1.2	Aree storicamente soggette ad allagamenti - problematiche segnalate dagli uffici comunali	12
4.	MODELLAZIONE DELLA RETE FOGNARIA E DEL TERRITORIO	16
4.1	Livello di dettaglio dell'apparato modellistico	16
4.2	Dati reperiti e utilizzati per la costruzione del modello	16
4.2.1	Rilievo della rete (CAP, 2015)	16
4.2.2	Modello idraulico tarato della rete fognaria (CAP, 2020)	17
4.2.3	Modello Digitale del Terreno (DTM)	17
4.3	Scelta del modello	18
4.3.1	Codice di calcolo	19
4.3.2	Ipotesi modellistiche	20
4.4	Condizioni al contorno	21
4.4.1	Condizioni al contorno Geometriche	21
4.4.2	Condizioni al contorno Idrologiche	22
4.4.3	Condizioni al contorno Idrauliche	24
4.4.4	Condizioni iniziali	24
5.	PROCEDURE DI CALIBRAZIONE	25
5.1	Calibrazione - tempo asciutto ed eventi meteorici significativi	26
5.2	Calibrazione durante eventi meteorici per il modello della rete	28
5.3	Validazione del modello	36

6.	ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITA'	38
6.1	Risultati delle simulazioni	38
6.1.1	RETICOLO IDRICO PRINCIPALE	45
6.2	SINTESI DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE E IDROLOGICHE INDIVIDUATE	45
6.3	SCARICATORI DI PIENA	46
7.	SCENARIO DI INTERVENTO	47
7.1	INTERVENTI STRUTTURALI	47
[IS01]	RIQUALIFICAZIONE AREA E VASCA DI SPAGLIAMENTO – Via Gallarate	47
7.1.1	INTERVENTI A PIANO INVESTIMENTI AMIACQUE	48
7.2	INTERVENTI STRUTTURALI PREVISTI DAL PRESENTE ELABORATO	49
7.2.1	SCELTE E IPOTESI PROGETTUALI GENERALI	49
[IS02]	DISCONNESSIONE ACQUE METEORICHE DALLA RETE DI VIA SAN ROCCO	51
[IS03]	MIGLIORAMENTO DELLA RETE FOGNARIA DI VICOLO SAN PAOLO	53
[IS04]	RIPRISTINO DRENAGGIO STRADALE E PENDENZE TRASVERSALI IN CORSO ITALIA	55
[IS05]	DISCONNESSIONE E AMPLIAMENTO RETI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE – VICOLO KENNEDY E VIA XXVIII MAGGIO	57
[IS06]	DISCONNESSIONI RETI DI DRENAGGIO METEORICO DALLA RETE DI ACQUE MISTE	58
[IS07]	SISTEMA DI MONITORAGGIO ED ALLARME ALLAGAMENTI DEI SOTTOPASSI	64
7.3	RIASSUNTO INTERVENTI STRUTTURALI	65
7.4	AREE DA DESTINARE AD INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA	65
7.5	ULTERIORI INTERVENTI STRUTTURALI	65
7.6	INTERVENTI NON STRUTTURALI	72
8.	PRIORITA' DI INTERVENTO	73
9.	CONCLUSIONI	74
10.	ALLEGATI	75
10.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI	75
10.2	BIBLIOGRAFIA	76
10.3	REGISTRO DATI UTILIZZATI	77
10.4	ELENCO DEI PUNTI DI RECAPITO MODELLATI DELLA RETE FOGNARIA	78
10.5	SERIE DELLE PORTATE NEI PUNTI DI SCARICO DEL MODELLO	78

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO - RELAZIONE IDRAULICA

0. PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato ai fini della predisposizione dello studio comunale di gestione del rischio idraulico del Comune di Vanzaghello ai sensi dell'art. 14 comma 7 del Regolamento Regionale n. 7 del 2017 della Regione Lombardia "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)".

Il territorio regionale è stato suddiviso dal Regolamento Regionale n. 7/2017 in tre tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua recettori. Il Comune di Vanzaghello ricade, secondo l'art. 7 del citato Regolamento, in area A, ad alta criticità idraulica.

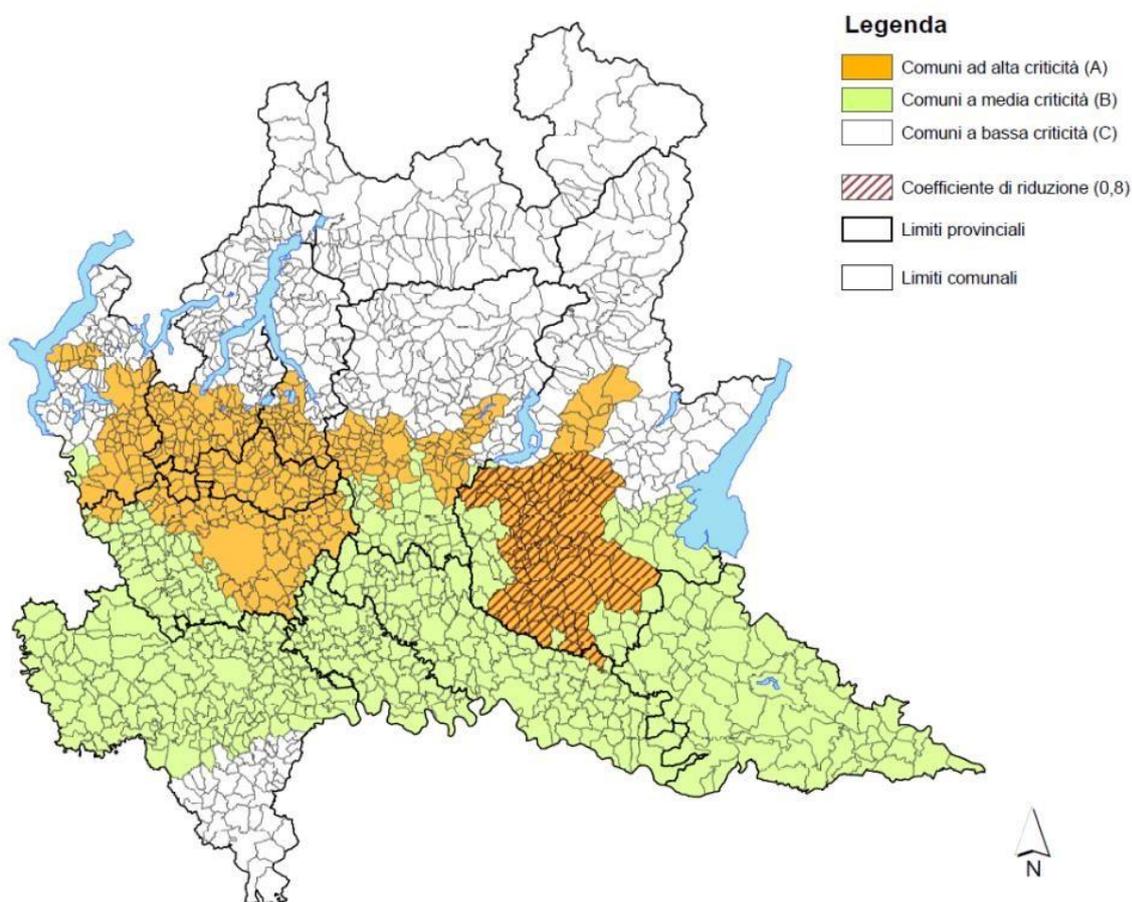


Fig. 0-1: Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica secondo l'allegato B al RR 7/2017 modificato dal RR 8/2019

Nello specifico, l'art. 14 comma 1 del RR introduce così gli Studi Comunali: "I comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica [...] sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico di cui al comma 7", definendo al comma 7 il loro contenuto minimo: "Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico contiene la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a

vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare, lo SC contiene:

1. la definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
 2. l'individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;
 3. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria. [...]
 4. la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;
 5. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, la definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno, nonché delle altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale;
 6. l'individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, con l'indicazione delle caratteristiche tipologiche di tali misure. A tal fine, tiene conto anche delle previsioni del piano d'ambito del servizio idrico integrato;
- 6 bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo [...]."

Al punto 3 del comma 7 dell'art. 14 il RR indica inoltre che il Comune redige uno studio idraulico relativo all'intero territorio comunale il quale:

"3.1. effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1 (TR 10, 50 e 100 anni).

3.2. si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all'interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;

3.3. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anch'elo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;

3.4. Valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori di cui al numero 2 diversi dalla rete fognaria, qualora siano disponibili studi o rilievi di dettaglio degli stessi;

3.5. Individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti."

Lo studio idraulico dovrà essere esteso a tutti i corpi idrici superficiali di competenza comunale e alla rete fognaria presenti nel territorio comunale. La valutazione relativa ai ricettori di competenza di altri enti territoriali dovrà essere svolta utilizzando gli studi esistenti, ovvero sarà necessaria la fattiva collaborazione di tutti gli enti competenti sui corpi idrici connessi al sistema urbano.

Il presente studio segue le “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” di Cap Holding (2019).

1. ORGANIZZAZIONE DELL'ATTIVITA

La stesura dello studio comunale di gestione del rischio idraulico si articola a partire dal Regolamento Regionale n. 7 del 2017 e Regolamento Regionale n. 8 del 2019 della Regione Lombardia e si attiene alle "Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico" di CAP Holding.

Il documento è così articolato:

- Capitolo 2: descrive il contesto spaziale di studio e la rete fognaria del comune di Vanzaghello con le relative caratteristiche;
- Capitolo 3: raccoglie i dati disponibili e gli studi pregressi con lo scopo di raggiungere la maggiore completezza delle informazioni;
- Capitolo 4: descrive il modello matematico, eseguito da CAP Holding, che riproduce lo stato di fatto della rete fognaria per gli scenari con tempo di ritorno 10, 50 e 100 anni;
- Capitolo 5: descrive la taratura del modello sulla base dei valori di portata registrati dai misuratori installati all'interno della rete fognaria;
- Capitolo 6: riporta i risultati ottenuti e le criticità emerse dalla modellazione per lo scenario stato di fatto e le verifiche degli scarichi nei ricettori finali;
- Capitolo 7: descrive gli interventi strutturali e non strutturali mirati alla risoluzione delle criticità presenti e le verifiche degli scarichi nei ricettori finali con la configurazione di progetto. È riportata inoltre una stima dei volumi minimi di laminazione per gli ambiti di trasformazione;
- Capitolo 8: sono definite le priorità di realizzazione degli interventi strutturali proposti;
- Capitolo 9: riporta le conclusioni relative allo studio;
- Capitolo 10: allegati.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune di Vanzaghella appartiene amministrativamente alla Provincia di Milano e ne risulta ubicato nella porzione nord orientale, con quote topografiche comprese tra la quota massima di 218 m s.l.m. a Nord Est, presso il confine con il Comune di Samarate e la quota minima di circa 161.9 m s.l.m. a Sud, presso il confine con il Comune di Castano Primo, a Sud del tracciato della SS366dir.

Il territorio comunale è caratterizzato da una morfologia per lo più pianeggiante e dall'assenza di corsi d'acqua naturali, ad eccezione del Torrente Arno che ne lambisce l'estremità occidentale. I dati principali che descrivono il Comune di Vanzaghella sono riportati nella seguente tabella:

ABITANTI	5.240 (ASR Lombardia)
SUPERFICIE	5,54 km ²
DENSITÀ	946 ab/km ²
CONFINI COMUNALI	Nord: Samarate (VA)
	Est: Magnago
	Sud: Castano Primo
	Ovest: Lonate Pozzolo (VA)

Tab. 2-1 – Dati del Comune di Vanzaghella

2.1 DESCRIZIONE DEL TERRITORIO

Il territorio è descritto in dettaglio nell'ambito dello Studio Geologico a supporto della pianificazione comunale e degli elaborati del P.G.T. elencati in precedenza, a cui si rimanda per approfondimenti.

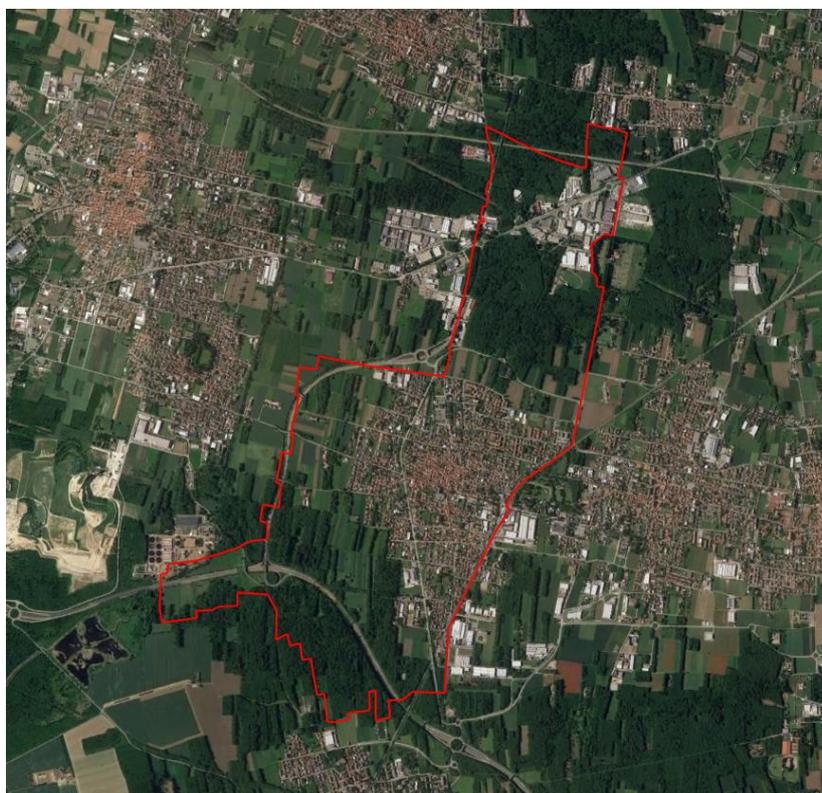


Fig. 2-1 - Immagine aerea di Vanzaghella - Ortofoto Lombardia ©2018

2.2 RICETTORI - RETICOLO IDROGRAFICO

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione generale (Capitolo 1.1.2 e relativi).

2.3 DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO URBANO

2.3.1 Inquadramento generale

La rete di fognatura di Vanzaghella convoglia le acque raccolte all'interno di n.2 collettori consortili (Fig. 1-2), che trasportano i reflui raccolti in due depuratori distinti. Il primo collettore, situato nella parte nord del Comune di Vanzaghella, è gestito da una società esterna e prosegue verso il depuratore del Comune Lonate Pozzolo (VA). Il secondo collettore, invece, è situato nella parte sud del Comune, prosegue fino al confinante comune di Castano Primo e, successivamente, convoglia le acque al depuratore n.43 di Robecco sul Naviglio situato in Località Cascinello Valerio. Per il depuratore di Robecco sul Naviglio si stima una percentuale media di acque parassite del 40% per l'intero agglomerato.

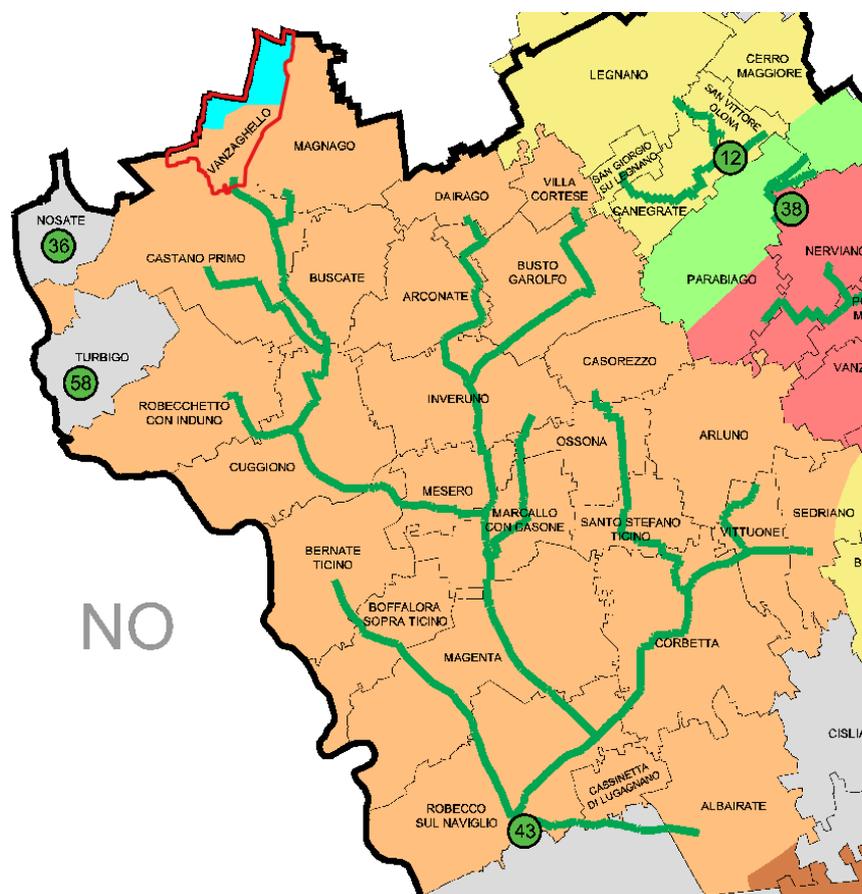


Fig. 2-2 - Macrobacino di afferenza del comune di Vanzaghella.

2.3.2 Bacini

Con riferimento al rilievo condotto nel 2015, il territorio comunale di Vanzaghello si può suddividere in n.4 bacini di raccolta principali, come mostrato dalla Figura successiva.

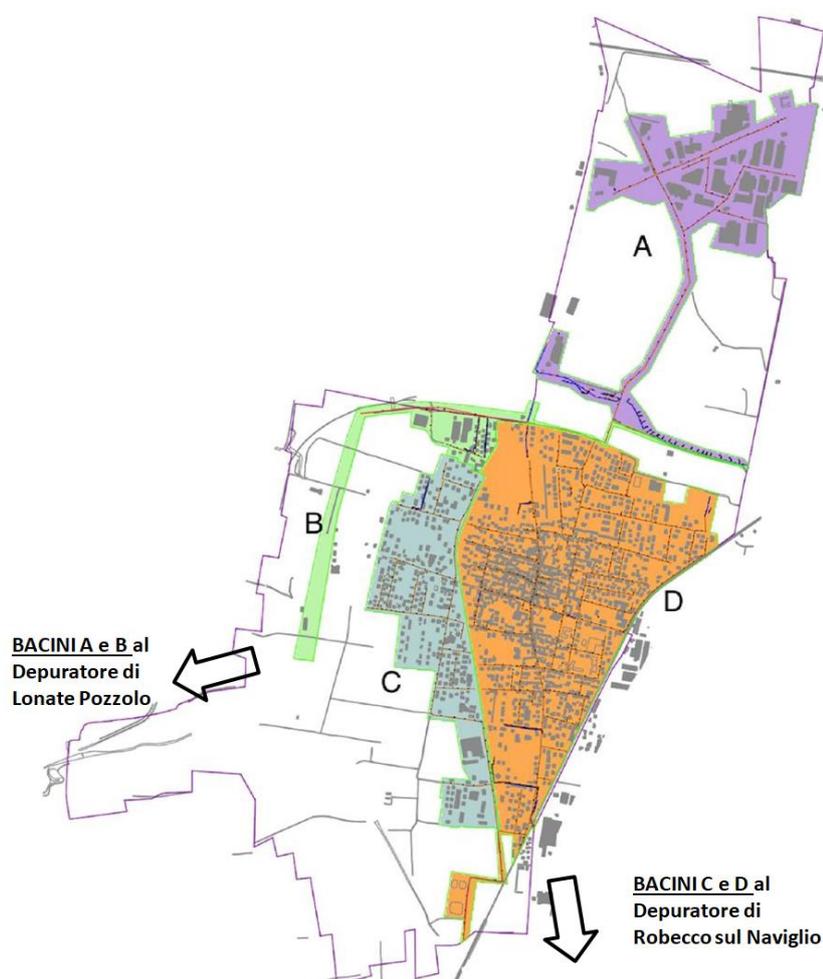


Fig. 2-3 – Bacini di raccolta della rete fognaria del Comune di Vanzaghello.

- Il **bacino di raccolta A** raccoglie le acque reflue provenienti dall'area industriale a nord del comune. In questo bacino di raccolta le acque reflue sono esclusivamente di tipo misto fatta eccezione per Via Madonna della Neve dove è stata rilevata sia rete meteorica sia rete di fogna nera. La condotta principale ha origine in Via delle Azalee, attraversa la zona industriale percorrendo la stessa fino all'incrocio con Via Madonna della Neve, per poi proseguire su Via Fabrizio De Andrè dove si immetterà nel collettore "Arno Rile Tenore" raccogliendo le acque reflue provenienti:
 - Dalle tubazioni che percorrono Corso Italia e Via Silvestre nelle quali confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano;
 - Dalle tubazioni che intersecano Via dei Tulipani, Via delle Orchidee, Via delle Robinie e Via dei Ciclamini;
 - Dalle tubazioni che percorrono Via Madonna della Neve nelle quali confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano.

- Il **bacino di raccolta B** raccoglie le acque reflue provenienti dalla piccola area a nord-est che scarica nel collettore “Arno Rile Tenore” e il collettore stesso. In questo bacino di raccolta le acque sono quasi esclusivamente di tipo misto e sono convogliate da est a ovest tramite il collettore “Arno Rile Tenore”. Sono presenti tratti di fognatura per acque meteoriche che tuttavia confluiscono dopo pochi metri in pozzi perdenti. La condotta principale è costituita dal collettore che attraversando il comune prima raccoglie le acque reflue provenienti dal “bacino di raccolta A” e in seguito raccoglie i reflui di una piccola parte a nord-ovest del comune (Via Monte Rosa).

- Il **bacino di raccolta C** raccoglie le acque reflue provenienti dalla parte ovest del comune, è delimitato ad est dalla strada provinciale 341 e ad ovest dalla zona non urbanizzata. In questo bacino di raccolta le acque reflue sono quasi esclusivamente di tipo misto e sono convogliate verso la zona sud del comune. Sono presenti tratti di fognatura per acque meteoriche che tuttavia confluiscono dopo pochi metri in pozzi perdenti. La condotta principale ha origine in Via Milano, poi s’innesta su Via Mornera e Viale delle Pellizzine, raccogliendo le acque reflue provenienti:
 - Dalla tubazione che percorre Via Sturzo nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano.
 - Dalla tubazione che percorre Via Giovanni XXIII nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano.
 - Dalla tubazione che percorre Via dei Mulini nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle Vie che la intersecano.
 - Dalla tubazione che percorre Via Antonio Gramsci nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano.
 - Dalle tubazioni presenti nelle restanti vie che confluiscono direttamente nella condotta principale.

- Il **bacino di raccolta D** raccoglie le acque reflue provenienti dalla parte est del comune, è delimitato ad ovest dalla strada provinciale 341 e ad est dalla ferrovia Vanzaghella - Magnago. In questo bacino di raccolta le acque reflue sono quasi esclusivamente di tipo misto e sono convogliate verso la zona sud del comune verso le vasche e il collettore. Sono presenti tratti di fognatura per acque meteoriche che tuttavia confluiscono dopo pochi metri in pozzi perdenti. La condotta principale ha origine in Via Giacomo Matteotti, prosegue in Via Novara fino ad arrivare al collettore raccogliendo le acque reflue provenienti:
 - Dalla tubazione che percorre Via Cavour nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano.
 - Dalla tubazione che percorre Via San Rocco nella quale confluiscono le condotte di Via Giuseppe Verdi nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano.
 - Dalla tubazione che percorre Via Piave nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle vie che la intersecano.
 - Dalla tubazione che percorre Via Raffaello Sanzio nella quale confluiscono tutti gli scarichi delle Vie che la intersecano.
 - Dalle tubazioni presenti nelle restanti vie che confluiscono direttamente nella condotta principale.

2.3.3 Rete

La rete fognaria del comune di Vanzaghello risulta distribuita in modo omogeneo su tutto il territorio comunale per una lunghezza complessiva di 28.697 m. Le tipologie di reti fognarie riscontrate sono le seguenti (SIT CAP 2021):

- di tipo mista per il 84,7 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque meteoriche per il 9,8 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque nere per il 5,0 % del totale;
- adibita ad altre funzioni (sfioro, scarico da depuratore) per il 0,5 % del totale.
- N. di caditoie: 1.317 (Censimento Servizio fognatura CAP, 2021)

Ad essa vanno aggiunti i tracciati dei collettori consortili per un totale di circa 283 m.

2.3.4 Impianti disperdenti e/o volanizzazione

In comune di Vanzaghello sono presenti 21 pozzi disperdenti, CAP gestisce direttamente n.1 vasca volano in via Gallarate costituita da 3 comparti a cielo aperto (Volume pari a 10.495 mc). L'impianto è in esercizio ed è previsto un lavoro di manutenzione straordinaria (Progetto CAP 5722: Interventi per la messa in sicurezza delle vasche disperdenti e adeguamento dello scolmatore esistente, anno di riferimento: 2021).

Sul territorio comunale non sono inoltre presenti vasche volano/laminazione non gestite da CAP.

id nodo SIT:	Via:	Tipo vasca:	Denominazione:	Recapito:	Tipo Fognatura:	Stato di servizio:	Gestione:
776	Via Gallarate	Vasca di dispersione	Vasca di dispersione di Via Gallarate	Al suolo	Sfiorata	In esercizio	In gestione

Tab. 2-2 - Vasche volano e di laminazione presenti sul territorio di Vanzaghello.



Fig. 2-4 – Ubicazione vasca disperdente delle acque sfiorate dalla camera (sfioro) 746 in Comune di Vanzaghello.

3. STUDI PREGRESSI E RACCOLTA DATI

Le problematiche riportate di seguito sono tratte dallo Documento Semplificato del Rischio Idraulico e derivano da informazioni fornite dal gestore della rete fognaria CAP Holding con la relazione "Criticità fognatura comunale" del Settembre 2019.

3.1 Punti critici monitorati

Attualmente è stato identificato un punto critico ritenuto a criticità bassa. Questo è una vasca a dispersione che, per caratteristiche fisiche e funzionali, necessita di manutenzione programmata.

ID	Via	Tipo di criticità	Cameretta iniziale	Cameretta finale	Criticità	Note
Ln01	Fuori ambito stradale	Vasca a dispersione	746	/	Bassa	

Tab. 3-1 - Elenco delle principali criticità della rete fognaria e soggette a monitoraggio e manutenzione ordinaria

3.1.1 Criticità evidenziate dall'attività di gestione

Dal report di pronto intervento fornito da CAP Holding (denominato "Vanzaghella _ap" – Amiacque agosto 2020), contenente l'estrazione degli ultimi tre anni delle segnalazioni e interventi del pronto intervento inerente problematiche di allagamento, non evidenzia particolari problematiche.

Si riassume di seguito le segnalazioni, in forma tabellare.

Tipologia di segnalazione effettiva	CORSO ITALIA	VIA CAVOUR	VIA DEI MILLE	VIA DEI MULINI	VIA DELLA VIGNOLA	VIA GRAMSCI	VIA NOVARA	VIA PAOLO VI	VIA PIAVE	VIA TORNIO	TOTALE COMPLESSIVO
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO - CHIUSINO NON IN QUOTA CON PERICOLO DI DANNI /	1	1	1	1					2	1	7
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO - INTASAMENTO FOGNATURA/RIGURGITO / UTENZA					3	2	2				7
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO (CEDIMENTO PAVIM STRADALE CON PERICOLO DI DANNI)								1			1
SOPRALLUOGO / PRONTO INTERVENTO (CEDIMENTO RETE DI FOGNATURA) - FOGNATURA / UTEN						1	1				2
Totale complessivo	1	1	1	1	3	3	3	1	2	1	17

Tab. 3-2 - Elenco pronto intervento 2019 - 2020



Fig. 3-0 – Punti segnalati di rigurgito fognario dai report di pronto intervento 2019-2020

Dalle segnalazioni di pronto intervento analizzate, si denota, come anche il modello idraulico evidenzia, un sovraccarico delle condotte dell'asta principale che attraversa il paese, in Via Novara; per quanto riguarda la problematica di Via Gramsci, il rigurgito potrebbero essere stato causato da un'ostruzione creata dalle basse pendenze della tratta e dal conseguente deposito di materiale ad ostruzione della sezione idraulica del tubo. Via della Vignola invece non è dotata di linee di smaltimento.

Da confronto con i tecnici di zona non si evidenziano criticità derivanti dall'attività di gestione degli impianti di sollevamento.

3.1.2 Aree storicamente soggette ad allagamenti - problematiche segnalate dagli uffici comunali

Dal confronto con gli uffici del Comune di Vanzaghella sono emerse le seguenti criticità idrauliche sul territorio comunale confermando quanto già definito in sede di Studio semplificato del rischio idraulico:

- **Allagamenti in due zone distinte di Via S. Rocco (Po02).** In Via San Rocco si verificano allagamenti in due porzioni distinte del tratto stradale. Dal momento che il tratto di fognatura è stato da poco oggetto di lavori di risistemazione, l'afflusso di acque meteoriche è probabilmente da imputare al tratto della via non ancora coperto da rete fognaria.

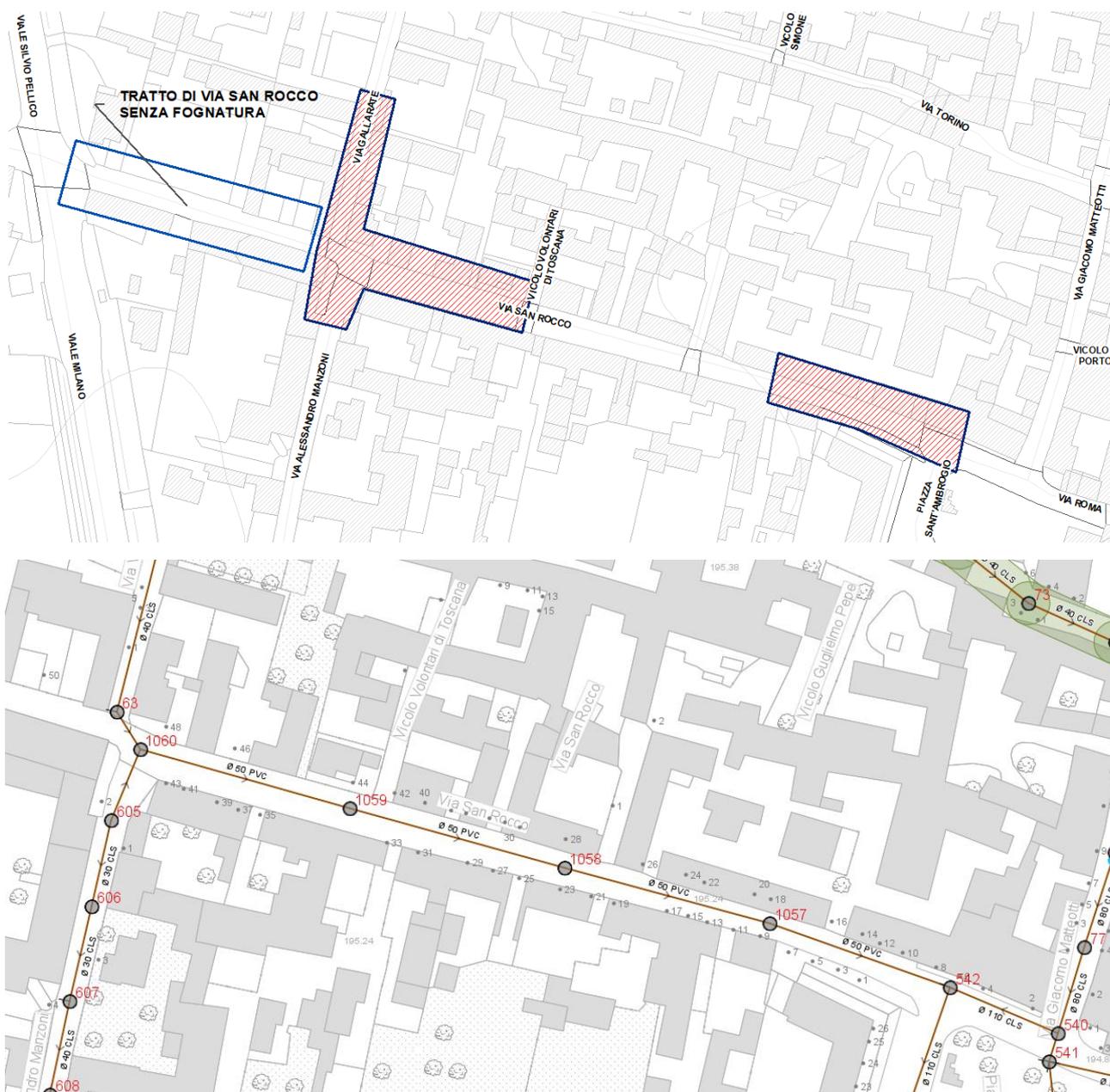


Fig. 3-1 – tratti di via San Rocco interessati dagli allagamenti e porzione provata di fognatura

- **Allagamenti cortili Via Torino (Po03).** Alcuni cortili posti su Via Torino sono soggetti ad allagamenti probabilmente causati da problematiche legate agli allacci alla fognatura delle singole utenze. Dalle videoispezioni effettuate lungo la tratta in questione, sono anche evidenti alcuni tratti della tubazione caratterizzati dalla presenza di detriti.



Fig. 3-2 – Estratto da videoispezioni nei tratti tra le camerette 69-70 e 72-73

- **Allagamenti nei cortili di Vico S. Paolo (Po04).** Allagamenti dei cortili di Vico San Paolo dovuti probabilmente alla scarsa pendenza del tratto fognario che risulta opposta a quella della sede stradale, pendenza che porta le acque meteoriche verso il fondo del vicolo (strada senza uscita) non provvisto di rete fognaria.

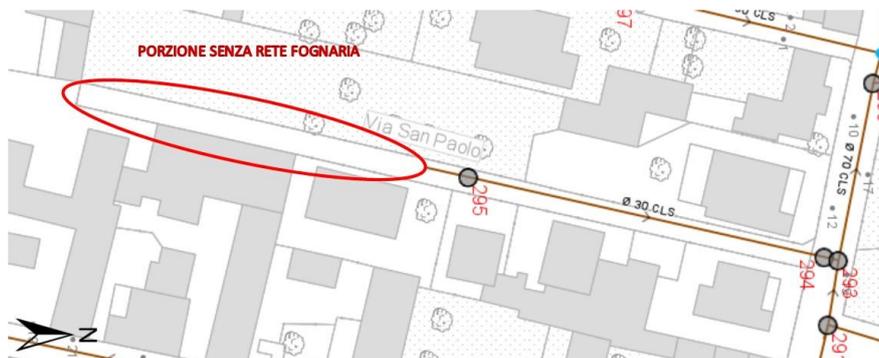


Fig. 3-3 – Porzione senza fognatura di Vico San Paolo

- **Allagamenti nella zona industriale di Corso Italia (Ln01).** Allagamenti nella zona industriale di Corso Italia, probabilmente dovuti al posizionamento lontano dalla sede stradale della rete fognaria mista presente e all'assenza di caditoie e di manufatti di drenaggio.



Fig. 3-4 – Zona Industriale di Corso Italia e camerette 146 - 151 - 158

- **Allagamenti di Vicolo Kennedy e di Vicolo 28 maggio (Po05).** Si verificano allagamenti in corrispondenza di Vicolo Kennedy e di Vicolo 28 maggio sulle sedi stradali ed in corrispondenza dell'incrocio con via Roma e delle relative aree a parcheggio. La causa è probabilmente da imputare all'assenza di rete fognaria nelle sedi stradali dei due vicoli, mentre per quanto riguarda le aree a parcheggio sembrano esistere dei sistemi di drenaggio, che risultano però insufficienti.



Fig. 3-5 – Aree interessate dagli allagamenti in Vicolo Kennedy e di Vicolo 28 maggio

- **Sottopassi (Pt02, Pt03, Pt04).** I sottopassi di Via Novara (**Pt02**), di Via Bachelet (**Pt03**) e della stazione ferroviaria (**Pt04**) sono una potenziale sede di problematiche in caso di malfunzionamenti dell'impianto di sollevamento in occasione di eventi meteo di eccezionale entità.



Fig. 3-6 – Sottopassi di Via Novara, di Via Bachelet e della stazione ferroviaria

Le problematiche elencate in precedenza sono state oggetto di approfondimento nello Studio Idraulico, dove sono state analizzate in dettaglio nell'ambito della valutazione dello scenario delle Aree Soggette ad Allagamento - Stato di Fatto.

4. MODELLAZIONE DELLA RETE FOGNARIA E DEL TERRITORIO

La modellazione della rete fognaria oggetto del presente studio è stata effettuata seguendo le “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” di CAP Holding.

4.1 Livello di dettaglio dell'apparato modellistico

Lo schema modellistico suggerito per il presente studio è classificato nelle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” è di **Tipo II** (idoneo a comuni con classe di criticità idraulica A e numero abitanti < di 10'000).

Gli apparati modellistici che rientrano in questa classe sono utili a rappresentare la risposta di drenaggio specifica di un territorio e possono essere utilizzati quali strumenti di pianificazione e valutazione del rischio idraulico al fine di:

- riconoscere i problemi idraulici all'interno di un bacino idraulico, compresa l'identificazione dei rischi di allagamento, deflusso fognario in pressione e difficoltà allo scarico;
- simulare e identificare le prestazioni degli scolmatori di piena a servizio di reti miste e opere idrauliche di supporto (impianti di sollevamento, by-pass, etc.);
- individuare la necessità di interventi di riqualificazione idraulica urbana e condurre le prime valutazioni di impatto a scala territoriale in caso di realizzazione parziale o distribuita;
- valutare l'impatto degli sviluppi proposti, i cambiamenti climatici e lo sviluppo urbano.

4.2 Dati reperiti e utilizzati per la costruzione del modello

Ai fini della modellazione idraulica della rete di drenaggio urbano sono stati recepiti una serie di dati fondamentali all'espletamento di tale operazione, che vengono riportati di seguito.

4.2.1 Rilievo della rete (CAP, 2015)

La geometria della rete fognaria del Comune di Vanzaghella, utilizzata per la modellazione idraulica, è ricavata dal rilievo di dettaglio eseguito nel 2015 (richiamato anche nella relazione “*Criticità fognatura comunale*” del marzo 2021 – CAP Holding). La rete è stata ampliata ed integrata per adattare la rete alle necessità modellistiche ed estendendo la rete nelle zone di influenza.

I dati degli elementi utilizzati dalla modellazione eseguita da CAP, sono i seguenti:

Numero Nodi	918
Numero di Archi	918
Numero Sottobacini	646

Tab. 4-1 - Numero degli elementi geometrici della modellazione idraulica della rete fognaria

4.2.2 Modello idraulico tarato della rete fognaria (CAP, 2020)

CAP Holding ha fornito il modello idraulico della rete fognaria (tarato e calibrato con i dati della campagna di monitoraggio di marzo-giugno del 2018), con le relative simulazioni dello stato di fatto per i tempi di ritorno di esercizio e progettazione delle reti fognarie, ovvero $T = 2, 5$ e 10 anni.

Il modello consegnato, che presenta delle sistemazioni dei dati geometrici del rilievo, tramite ad esempio interpolazione lineare delle quote di scorrimento della fognatura, è stato utilizzato come base del presente studio.



Fig. 4-1 - Modello fornito da CAP Holding (formato INFOWORKS ICM)

4.2.3 Modello Digitale del Terreno (DTM)

Per la delimitazione delle aree di allagamento si è fatto riferimento, in assenza del rilievo Lidar di dettaglio e DSM (Digital Surface Model) per le aree urbane, al modello digitale del terreno (DTM) fornito dal Geoportale della Lombardia (<https://www.geoportale.regione.lombardia.it>).

Le quote del DTM sono riferite al terreno sia in ambiti urbanizzati sia in ambiti extra-urbani, mentre nelle zone con presenza di laghi ed invasi le quote sono riferite al livello dell'acqua. Le dimensioni delle celle a valore costante è 5×5 metri.



Fig. 4-2 - DTM comune di Vanzaghello

4.3 Scelta del modello

La scelta dell'apparato modellistico è stata effettuata sulla base delle "Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico" di CAP Holding.

Di seguito si riassume il percorso decisionale che ha guidato la scelta della tipologia di modello adottata per il presente studio.

- Contesto spaziale di studio: i fenomeni di allagamento storici sono notoriamente attribuiti all'**insufficienza della sola rete fognaria**, pertanto il contesto spaziale di indagine è focalizzato solo su quest'ultima e il territorio direttamente servito;
- Livello di dettaglio dell'apparato modellistico: in funzione della **criticità idraulica (A)** dell'ambito territoriale comunale e del numero di abitanti (**5233 ab. < 10'000**) (fonte ISTAT 01/01/2021), si è optato per un livello di dettaglio di **Tipo II**, modelli con un buon grado di dettaglio e adatto a contesti comunali che non presentano criticità idrauliche particolari e senza problematiche legate agli scarichi nel RIM in aderenza a quanto suggerito nelle linee guida CAP;

Sulla base di quanto sopra esposto, si è provveduto a scegliere il modello idraulico per reti di drenaggio urbano della **tipologia C2 (Modelli 1D-2D disaccoppiati)**, che riproduce le condizioni di funzionamento delle reti fognarie in maniera monodimensionale e quando la capacità della rete viene superata, l'esondazione e la propagazione viene generata sul piano campagna, la cui altimetria viene ricostruita tramite modelli del terreno (DSM e DTM), che instradano le portate effluenti dal sistema sotterraneo attraverso le strade e intorno agli edifici.

La differenza con i modelli 1D-2D accoppiati consiste nel fatto che quest'ultimi riproducono il rientro dell'acqua esondata nel sistema fognario laddove vi siano le condizioni appropriate.

Ad ogni modo, il modello scelto è adatto a prevedere le aree allagabili, necessarie alla redazione delle mappe di pericolosità idraulica e del presente studio.

4.3.1 Codice di calcolo

Le simulazioni dei sistemi idraulici oggetto di studio sono state eseguite con il software: Infoworks ICM, sviluppato dall'azienda inglese HR Wallingford.

ICM è un applicativo software per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti idrauliche e corsi d'acqua naturali. Il software consente di creare e risolvere, in regime di moto vario, modelli idraulici monodimensionali (1D) per lo studio della propagazione dell'onda di piena in alveo, modelli idraulici bidimensionali (2D) per lo studio della propagazione dell'esondazione in aree su cui è definita una griglia di elementi triangolari sulla base di un modello digitale del terreno (DTM), e modelli idraulici misti (1D-2D) con la modellazione ibrida monodimensionale nel canale e bidimensionale nel territorio inondabile (floodplain). ICM è dotato di un risolutore del moto vario bidimensionale (2D) che utilizza la metodologia dei volumi finiti. Il modello idraulico allestito in ambiente Infoworks ICM è monodimensionale (1D) nella rete fognaria e bidimensionale nelle aree inondabili adiacenti all'alveo comprese nell'area modellata con magliatura triangolare (zona 2D). L'interfaccia tra l'alveo e la zona 2D è costituita da connessioni superficiali (pozzetti di ispezione fognaria).

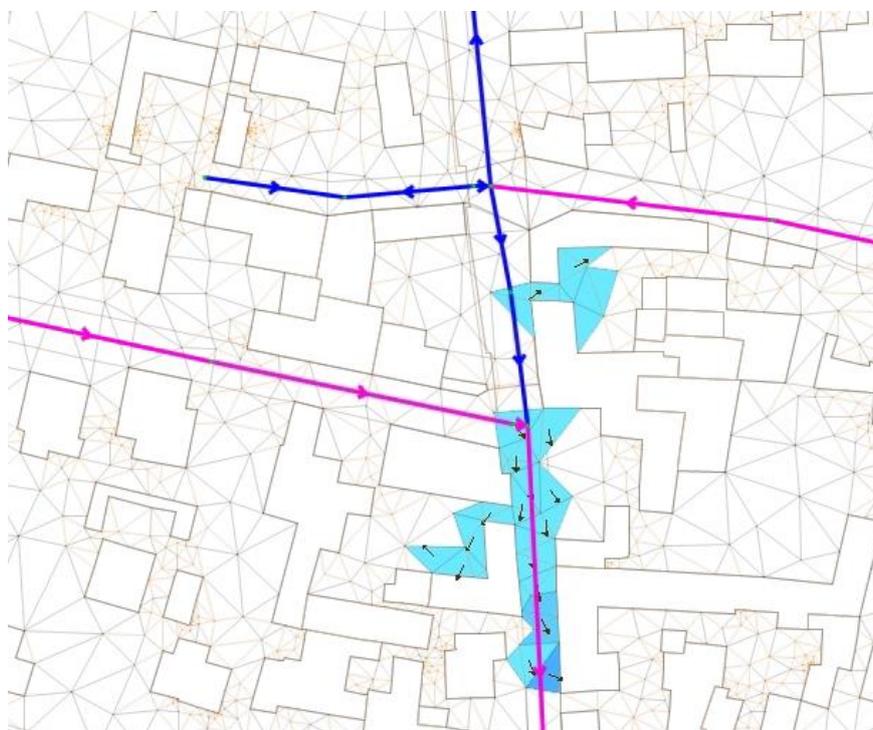


Fig. 4-3 - Esempio dei risultati di un modello 1D-2D disaccoppiato (INFOWORKS ICM)

Il motore di calcolo 2D utilizzato in InfoWorks ICM si basa sulle procedure descritte in Alcrudo e Mulet-Marti "Urban inundation models based upon the Shallow Water equations. Numerical and practical issues" (2005). A partire dalle equazioni di Navier-Stokes considerando un fluido incomprimibile e una profondità bassa rispetto alle dimensioni orizzontali del dominio si può ricavare un modello semplificato, chiamato 2D-Shallow Water Equations. Le equazioni delle acque basse (shallow water equations SWE), sono utilizzati per la rappresentazione matematica del flusso 2D. SWE assume che il flusso è prevalentemente orizzontale e che la variazione della velocità sopra la coordinata verticale può essere trascurata.

dove:

- h è la profondità dell'acqua

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D} \quad (3)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(hu^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1d} \quad (3)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(hv^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial x} = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D}v_{1d} \quad (3)$$

- U e V sono le velocità nelle direzioni x ed y , rispettivamente
- S_{0x} e S_{0y} sono le perdite di carico per attrito nelle direzioni x ed y , rispettivamente;
- Q_{1D} è la portata di transito per unità di superficie;
- U_{1D} e V_{1D} sono le componenti di velocità della portata di transito Q_{1D} in direzioni x ed y , rispettivamente.

La formulazione conservativa della SWE è essenziale al fine di preservare le grandezze fondamentali di base come la massa e la quantità di moto. Questo tipo di formulazione permette la rappresentazione di discontinuità di flusso e cambiamenti tra portata gradualmente e rapidamente variata.

4.3.2 Ipotesi modellistiche

Il modello di base utilizzato è quello consegnato da CAP Holding, calibrato e tarato come descritto ai punti precedenti, che riproduce il funzionamento della rete fognaria: meteorica, nera e mista.

Le portate nere sono inserite come apporti puntuali variabili in rete e sono state calcolate a partire dalla taratura della dotazione idrica pro-capite (da 70 a 190 l/ab/d a seconda del distretto considerato e ricavata partendo dal bilancio idrico) ed il numero gli abitanti equivalenti presenti in ogni sottobacino, basandosi sui dati forniti dal gestore (fonte "Relazione di Taratura – Elaborato piano fognario e stato di fatto, giugno 2019").

Land use ID	Population density (person/ha)
Vanzaghella residenziale VZL01	43.0
Vanzaghella industriale VZL01	22.0
Vanzaghella residenziale VZL02	43.0
Vanzaghella industriale VZL02	22.0
Vanzaghella residenziale	43.0
Vanzaghella industriale	22.0

Fig. 4-4 – densità di popolazione in funzione del distretto considerato (INFOWORKS ICM)

Vista l'estensione del bacino scolante si è ritenuto di non procedere ad un ragguglio all'area dello ietogramma di progetto.

4.4 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno di un modello idrologico - idraulico sono costituite da tutte quelle informazioni ed impostazioni che definiscono lo stato del dominio di calcolo durante gli scenari oggetto delle simulazioni. Le condizioni al contorno possono essere divise in:

- geometriche;
- idrologiche;
- idrauliche.

Le condizioni di tipo geometrico comprendono tutte le caratteristiche dimensionali della rete di drenaggio e delle opere accessorie oltre alle caratteristiche morfologiche del territorio sulla base del modello digitale del terreno.

Le condizioni al contorno di tipo idrologico includono sostanzialmente le grandezze regionalizzate caratterizzanti l'intensità delle piogge che sollecitano l'intero sistema di drenaggio, e in generale tutte le portate defluenti in esso. L'intensità di progetto lorda delle piogge è desunta dalle LSPP messe a disposizione da ARPA Lombardia, nei paragrafi successivi descritta in maniera più dettagliata.

4.4.1 Condizioni al contorno Geometriche

Le condizioni di tipo geometrico comprendono tutte le caratteristiche dimensionali della rete di drenaggio e delle opere accessorie oltre alle caratteristiche morfologiche del territorio sulla base del modello digitale del terreno.

Le informazioni di interesse per la modellazione sono: coordinate geografiche assolute delle camerette, quota assoluta del chiusino (ottenute dal rilievo topografico), dimensioni della cameretta, geometria dei condotti allacciati alla stessa cameretta, altezza del sedimento depositato nei condotti (ottenuti dal rilievo geometrico).

Qualora, per la definizione completa dello schema della rete, sia risultato necessario aggiungere nel modello alcuni nodi non rilevati (immissioni senza cameretta, chiusini sigillati, paratoie, sfioratori etc...), si è proceduto ad una interpolazione (di solito lineare) dei dati in possesso.

Si è utilizzato, per quanto riguarda la scabrezza delle tubazioni, un coefficiente unico per pareti e fondo pari a 1,5 mm secondo Colebrook-White (pari a tubazioni usate in cemento armato).

Per quanto riguarda la modellazione del ruscellamento superficiale 2D dell'idrogramma di esondazione, è stata usata una scabrezza del suolo costante pari a $n = 0.0125$ (Coefficiente di Scabrezza di Manning).

4.4.2 Condizioni al contorno Idrologiche

Lo ietogramma di progetto è costruito a partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica. Il riferimento per l'informazione pluviometrica da utilizzare nello sviluppo degli studi previsti dal RR 7/2017, secondo l'allegato G dello stesso decreto, sono le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica ricavate da ARPA Lombardia.

Sul sito di ARPA Lombardia è possibile accedere ai dati raster dei parametri $a1$ e n della LSP con risoluzione al suolo di 2 km x 2 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV scala invariante, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L-moments ed estrapolazione spaziale dei quantili [https://iris.arpalombardia.it/gisINM/common/webgis_central.php?TYPE=guest].

I dati della LSP fanno riferimento al quadrante baricentrico del Comune come mostrato nell'immagine successiva.

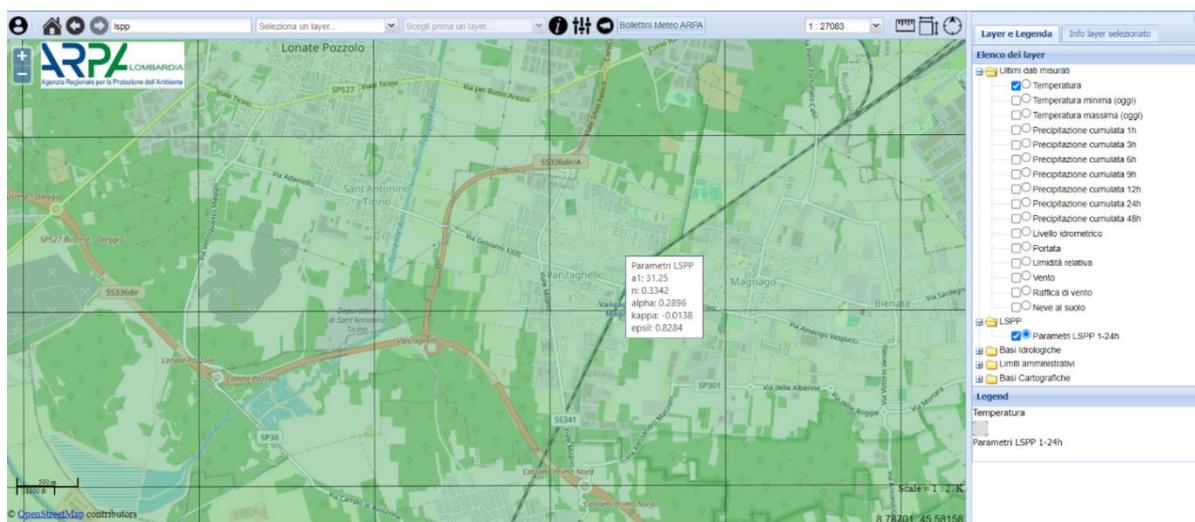


Fig. 4-5 – Quadrante scelto per i parametri delle LSP del sito di Arpa Lombardia

I calcoli idrologici e le modellazioni idrauliche sono stati effettuati per i tempi di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni, i parametri della LSP utilizzate per il territorio comunale sono riportati nella tabella seguente. Rispetto a quanto richiesto dal RR 7/2017 sono quindi state condotte le simulazioni anche per 2 anni di tempo di ritorno, poiché rappresentative degli interventi frequenti e di particolare interesse per lo studio del riassetto delle reti fognarie esistenti.

COEFFICIENTI STATISTICI LSP (ARPA)		
Coeff. pluviometrico orario	$a1 =$	31.25
Coeff. di scala	$n =$	0.3342
GEV - coefficiente alpha	$\alpha =$	0.2896
GEV - coefficiente kappa	$\kappa =$	-0.0138
GEV - coefficiente epsilon	$\epsilon =$	0.8284

Parametri LSPP	Tr = 2 anni	Tr = 10 anni	Tr = 50 anni	Tr = 100 anni
a (mm)	29.2	46.6	62.2	68.9
n (d >= 1 ora)	0.3342	0.3342	0.3342	0.3342
n (d < 1 ora)	0.4634	0.4634	0.4634	0.4634

Tab. 4-2 - Parametri LSPP

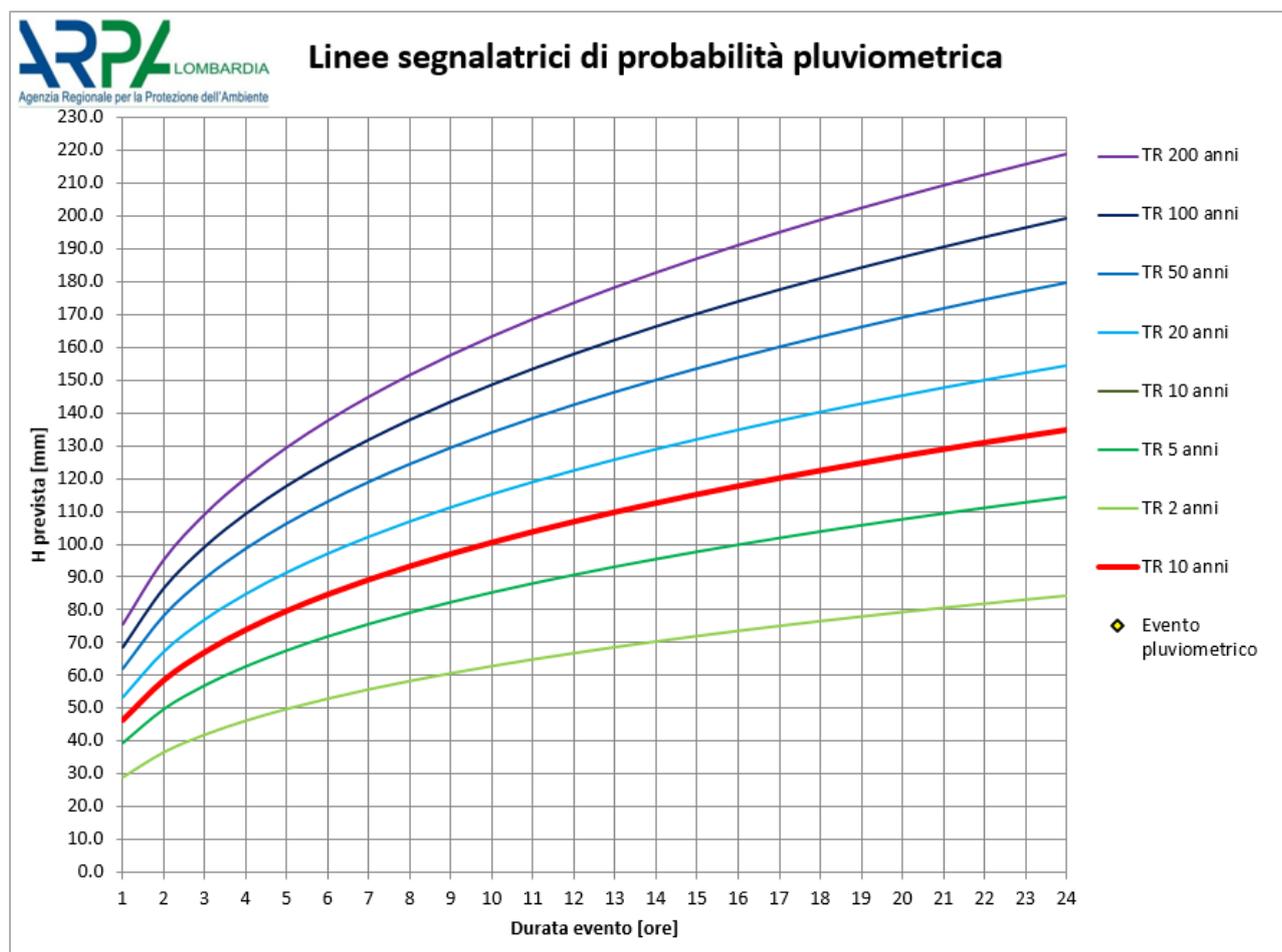


Fig. 4-6 - Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica [ARPA Lombardia]

Quale ietogramma di progetto si è adottato lo ietogramma TRIANGOLARE, costruito seguendo le Linee Guida di CAP Holding.

La durata dello ietogramma è quella critica, ovvero quella che produce la portata al colmo massima nella rete di drenaggio, stabilita circa il doppio del tempo di corrivazione, cioè 60 minuti per il bacino in oggetto. Il passo di discretizzazione scelto è pari ad 1 minuto.

Si è scelto di impiegare tale ietogramma per introdurre l'effetto di picco altrimenti trascurato da quello rettangolare, evitando le sovrastime associate all'utilizzo dello ietogramma Chicago; queste caratteristiche rendono lo ietogramma più verosimile agli eventi atmosferici reali degli ultimi anni.

Gli ietogrammi lordi così ottenuti, riportati nelle figure sottostanti, sono inseriti in INFOWORKS ICM e sono depurati dalle perdite idrologiche tramite il metodo di infiltrazione percentuale.

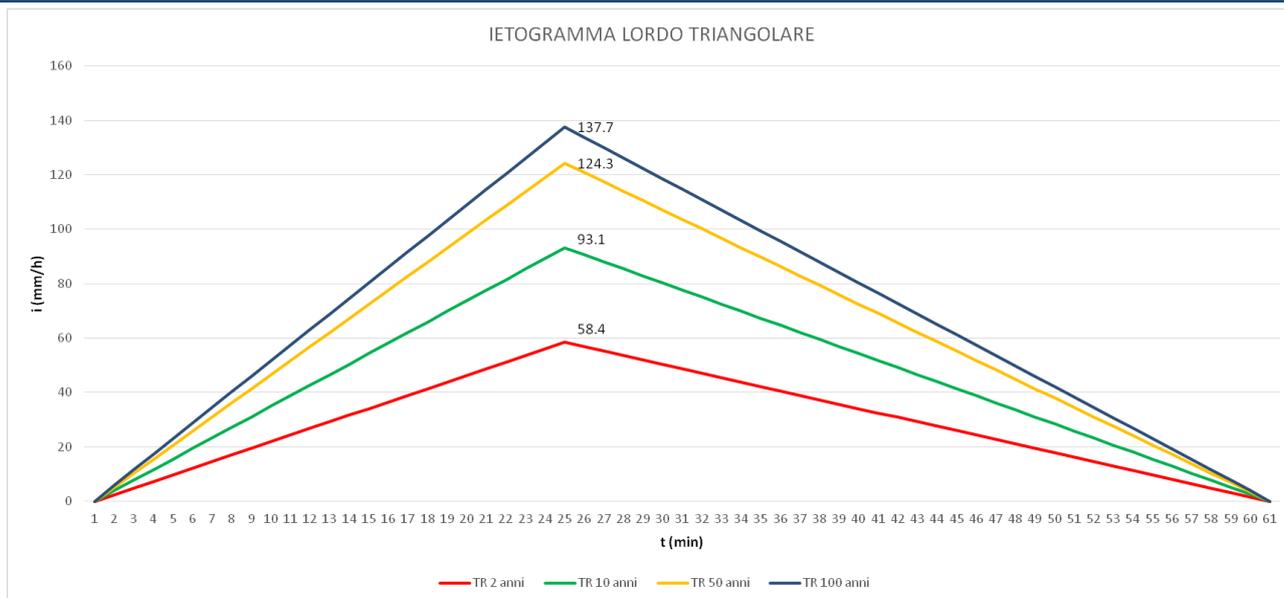


Fig. 4-7 - Ietogrammi Triangolari lordi usati per le simulazioni idrauliche

4.4.3 Condizioni al contorno Idrauliche

Per condizioni al contorno di tipo idraulico si intende in generale l'insieme dei vincoli imposti al sistema in termini di livello e/o di portata in corrispondenza dei suoi estremi di monte e di valle.

Il comune di Vanzaghella non presenta interazione con il reticolo superficiale principale e le uniche uscite dalla rete sono rappresentate dal collettore intercomunale di ALFA che recapita nel depuratore di Sant'Antonio Ticino in comune di Lonate Pozzolo (parte nord del Comune ovvero la zona industriale) e dalla vasca di via della Vignola che prosegue poi con la partenza del collettore intercomunale di CAP Holding, dopo lo sfioratore 746, recapitando i reflui al depuratore di Robecco sul Naviglio.

Si è invece valutato il livello della vasca come outfall per la valutazione dei rigurgiti generati nel sistema vasca-sfioratore-rete di monte.

In questo paragrafo vengono riportate le condizioni cosiddette "di valle":

- Non essendovi ricettori finali di reticolo idrico, non sono imposti dei livelli di valle in nessun nodo della rete;
- I recapiti in collettori intercomunali sono stati modellati come scarichi (outfall), quindi senza influenza alcuna sul sistema di monte (qualora la corrente sia lenta); tale decisione deriva dal fatto che, come riportato nella relazione di taratura, i livelli del collettore, per le ipotesi assunte in sede di taratura, non influenzano i dati simulati;
- La superficie 2D è stata modellata considerando gli edifici come dei muri verticali infiniti ("Vertical wall"), mentre agli estremi del dominio l'altezza e la velocità vengono mantenute costanti quando l'acqua raggiunge il confine, in modo che l'acqua possa fluire al di fuori del poligono senza perdite di carico ("Normal condition"). I triangoli della magliatura che compongono il dominio sono adattivi di dimensioni minime 25 mq e massime 100 mq, con scabrezza di Manning $n = 0.0125$, scelta in quanto le esondazioni interessano soprattutto zone urbane.

4.4.4 Condizioni iniziali

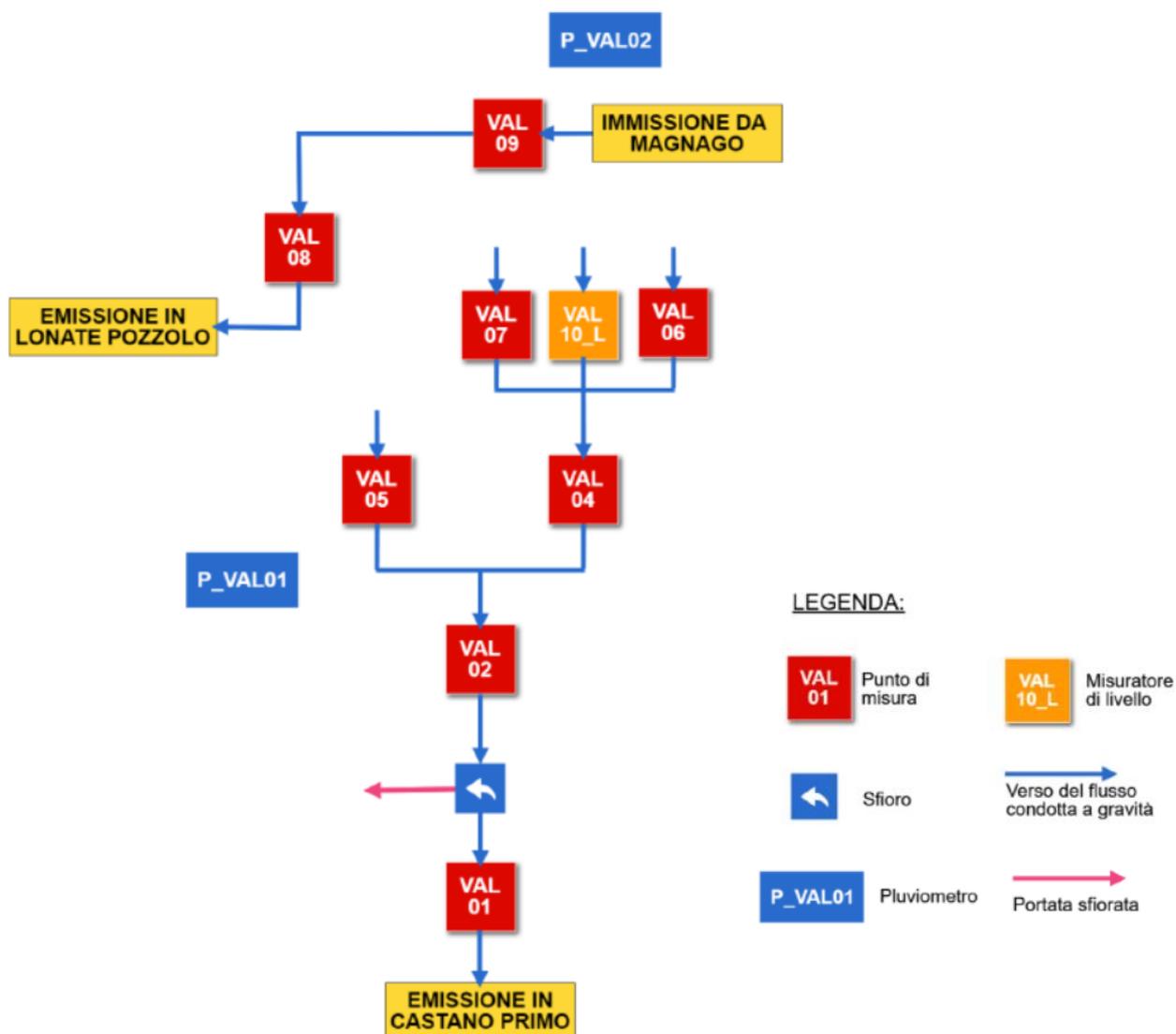
La modellazione simula la propagazione completa dell'evento a partire da un contesto asciutto.

5. PROCEDURE DI CALIBRAZIONE

La taratura del modello è l’operazione che consente di garantire la bontà e l’affidabilità dei risultati teorici forniti dal modello stesso e la loro corrispondenza al comportamento effettivo della rete fognaria nelle reali condizioni di esercizio.

La campagna di monitoraggio piogge-portate, che ha coperto il periodo marzo - giugno 2018, ha permesso di tarare il modello di CAP Holding, tramite l’installazione di tre misuratori di portata del tipo area-velocity, un misuratore di livello e un pluviometro.

È in corso una nuova campagna di monitoraggio della durata di 2 anni, identificati nella seguente immagine, i cui dati sono stati utilizzati per calibrare nuovamente il modello idraulico, utilizzato poi per le simulazioni dello stato di fatto e dello stato di progetto della rete fognaria.



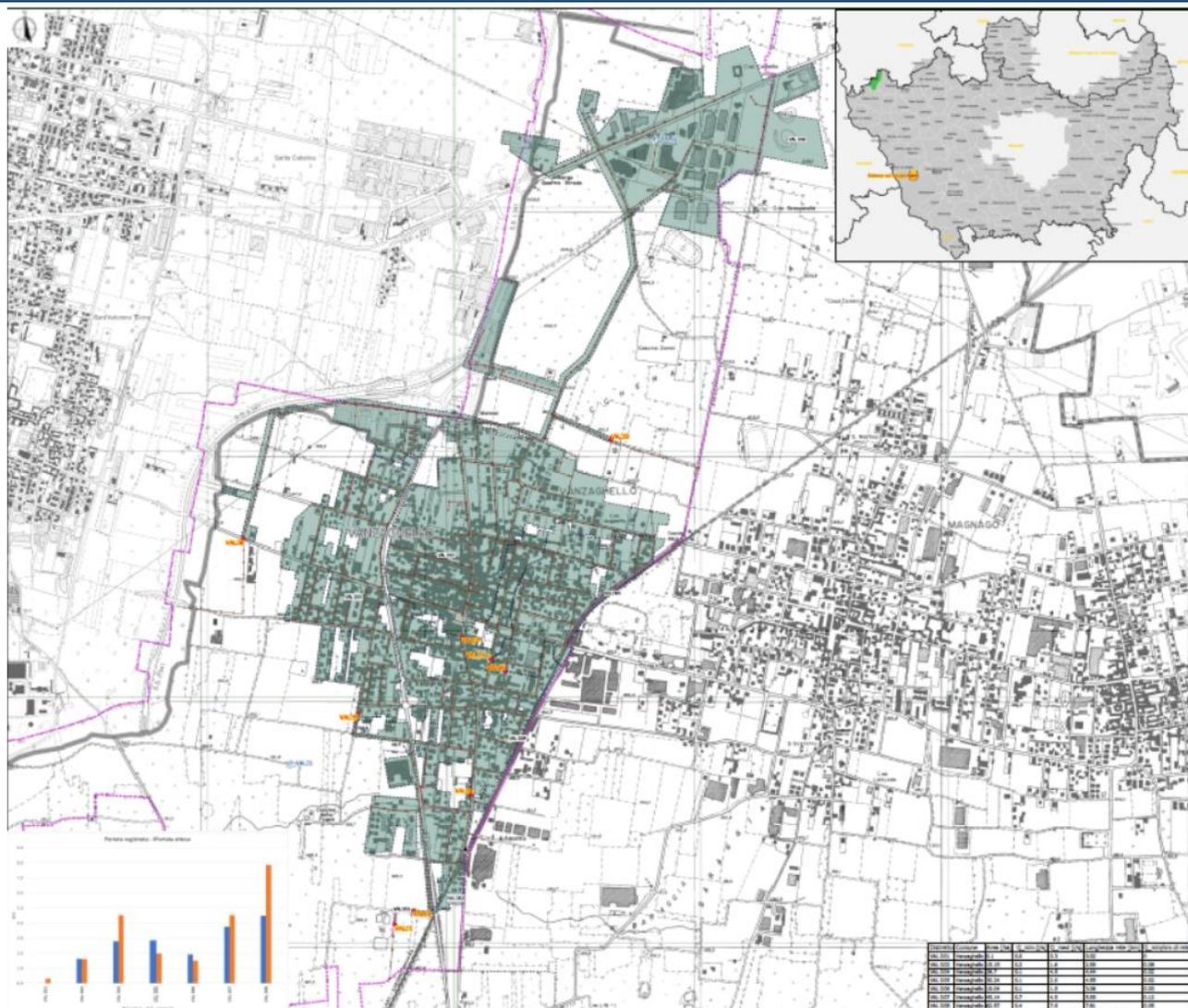


Fig. 5-1 - Punti di monitoraggio per la taratura del modello – servizio di campagna di monitoraggio delle portate all’interno delle reti fognarie e dei collettori di proprietà del gruppo CAP (marzo-giugno 2018)

Validata la rete, sono state effettuate le prime simulazioni in tempo secco ed in tempo di pioggia, in occasione dei soli eventi registrati nel corso della campagna di monitoraggio. Il fine di queste attività è stato quello di tarare il modello definendo, a partire da valori tipici di letteratura, i principali parametri che simulano il fenomeno della trasformazione afflussi-deflussi.

La campagna di monitoraggio ha coperto diversi mesi, dalla quale poi sono stati estrapolati gli eventi più significativi sia per la calibrazione in tempi di asciutto che quella durante eventi meteorici rilevanti; i dati sono stati utilizzati per la calibrazione della dotazione idrica pro-capite (in tempo di asciutto) e per l’aggiustamento dei parametri di trasformazione afflussi lordi in netti (coefficiente di afflusso delle aree impermeabili), durante eventi meteorici.

5.1 Calibrazione - tempo asciutto ed eventi meteorici significativi

Una prima analisi dei dati di monitoraggio consiste nel sovrapporre le serie registrate dai pluviometri a quelle dei misuratori di portata e livello, evidenziando i giorni non caratterizzati da eventi meteorici, cosiddetti “asciutti”, durante i quali si è registrata la portata reflua in transito.

La conoscenza dell’idrogramma medio relativo a più giorni asciutti è importante, non solo per comprendere il ritmo di vita della popolazione residente e l’impatto delle utenze industriali sui flussi fognari, valutando la

correttezza delle registrazioni tramite l'aderenza agli andamenti medi attesi, ma soprattutto per "depurare" gli idrogrammi di piena dalle portate nere, calibrando i parametri idrologici e idraulici del modello di simulazione in tempo di pioggia sui soli deflussi prodotti dalle superfici scolanti sollecitate dall'evento meteorico.

Per la taratura, CAP Holding ha adottato un profilo di media stagionale ricavato a partire dalla portata del mese di marzo 2018, che è stato valutato idoneo a riprodurre le portate in tempo di secco, anche nel periodo considerato dalla modellazione eseguita per la presente relazione.

Di seguito si riporta l'andamento tra la portata registrata (linea rossa) e la portata simulata (linea verde).

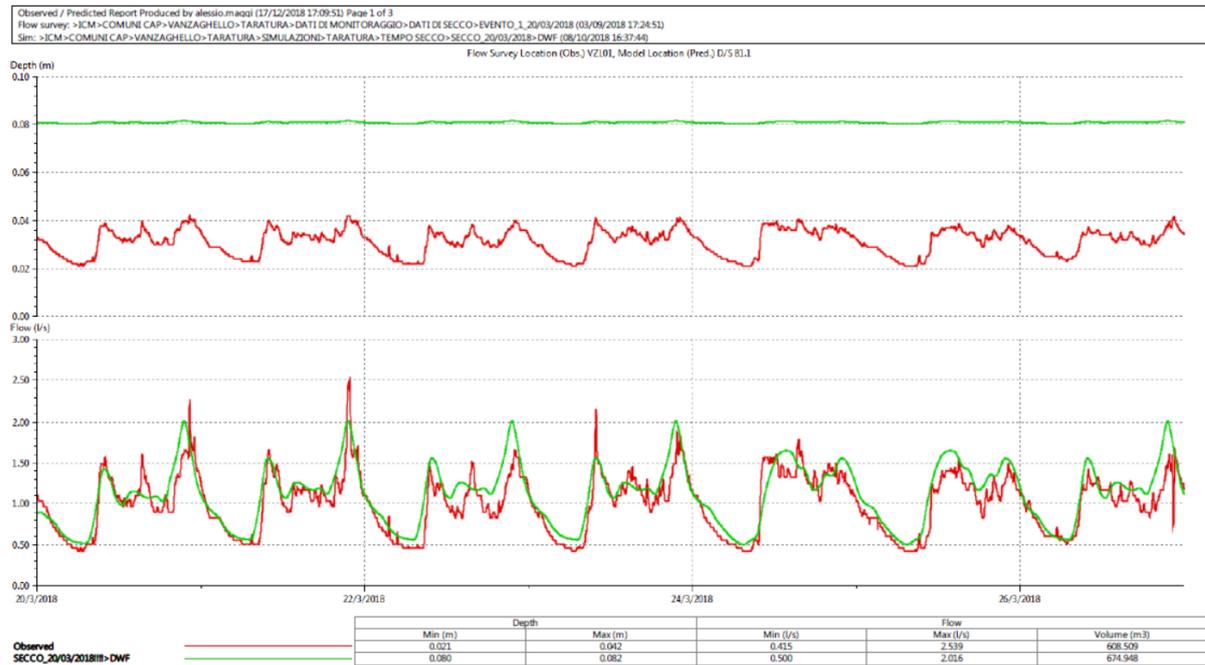


Fig. 5-2 - Confronto misurato (rosso) e osservato (verde) al punto VZL01

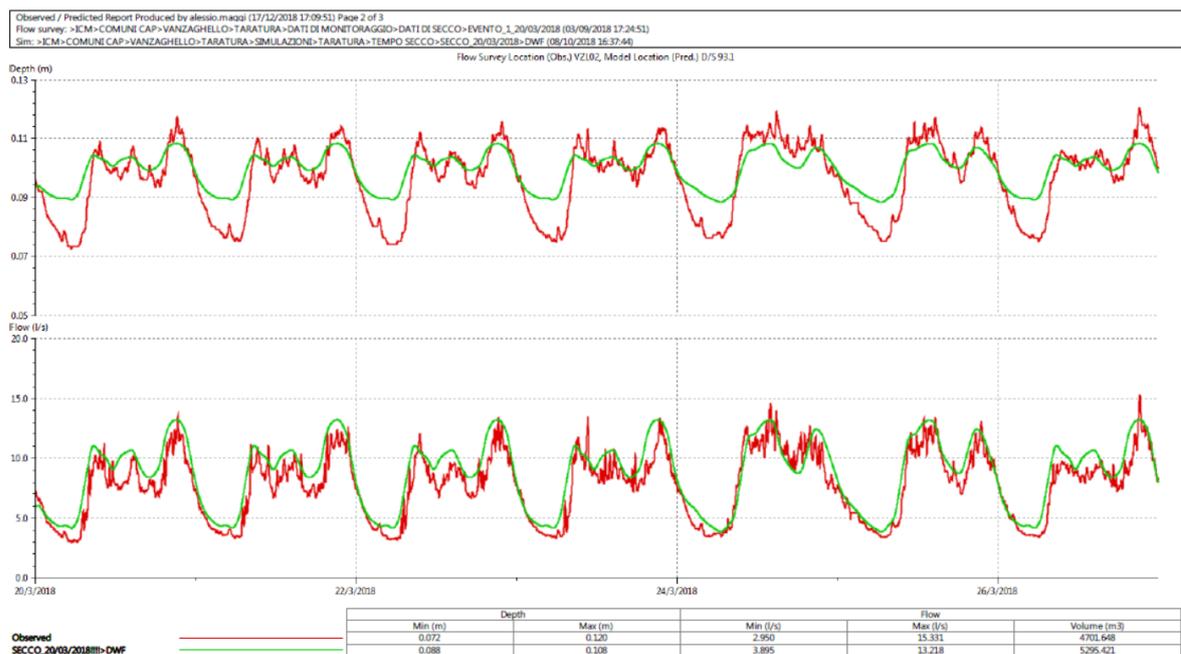


Fig. 5-3 - Confronto misurato (rosso) e osservato (verde) al punto VZL02

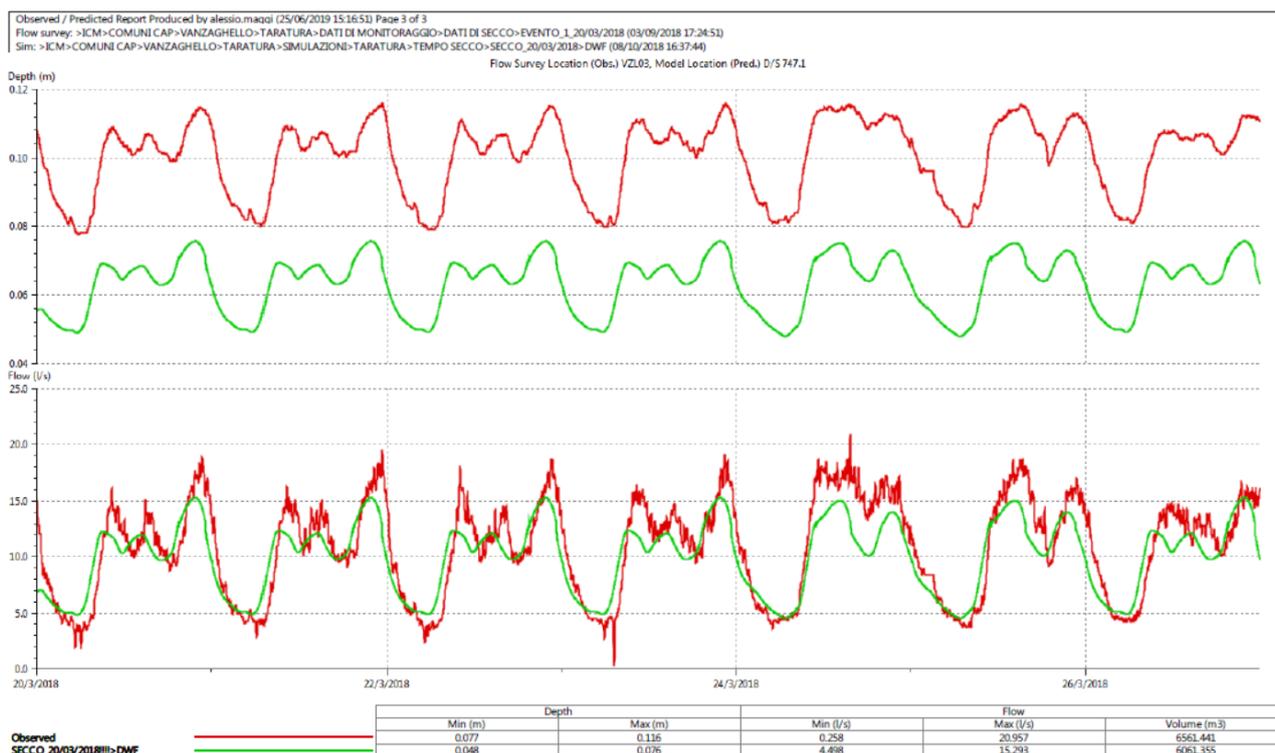


Fig. 5-4 - Confronto misurato (rosso) e osservato (verde) al punto VZL03

Come si può osservare dai grafici il modello risulta tarato dal punto di vista quantitativo (portate e volumi), che possono ritenersi con buona approssimazione i medesimi. I tiranti invece risultano disallineati.

5.2 Calibrazione durante eventi meteorici per il modello della rete

Nel mese di giugno 2020 è stata avviata una nuova campagna di monitoraggio, di durata biennale, i cui primi risultati sono stati messi a disposizione per la verifica della bontà del modello.

Nell'intera campagna di misurazione sono stati selezionati tre eventi meteorici significativi per tarare i coefficienti di afflusso dei bacini afferenti ai diversi misuratori, giudicati tali per l'intensità di pioggia caduta sul pluviometro installato. Gli eventi usati per il test sono l'evento del 13/06/2020, 22/09/2020 e 10/05/2021.

La rispondenza del modello, dopo il confronto con la calibrazione, è risultata accettabile ma è stato comunque effettuato un affinamento dei parametri di afflusso - deflusso dei sottobacini sottesi. Tale aggiustamento è giustificato dal fatto che nella nuova campagna di monitoraggio i punti di misura risultano sensibilmente maggiori come numerosità e in posizione chiaramente diverse.

L'evento del 22/09/2020 è risultato ambiguo dal punto di vista delle misure di portata e dei volumi transitati nei vari sottobacini, tant'è che si presuppongono allagamenti avvenuti durante quell'evento, che impediscono all'evento di essere utilizzato ai fini della taratura.

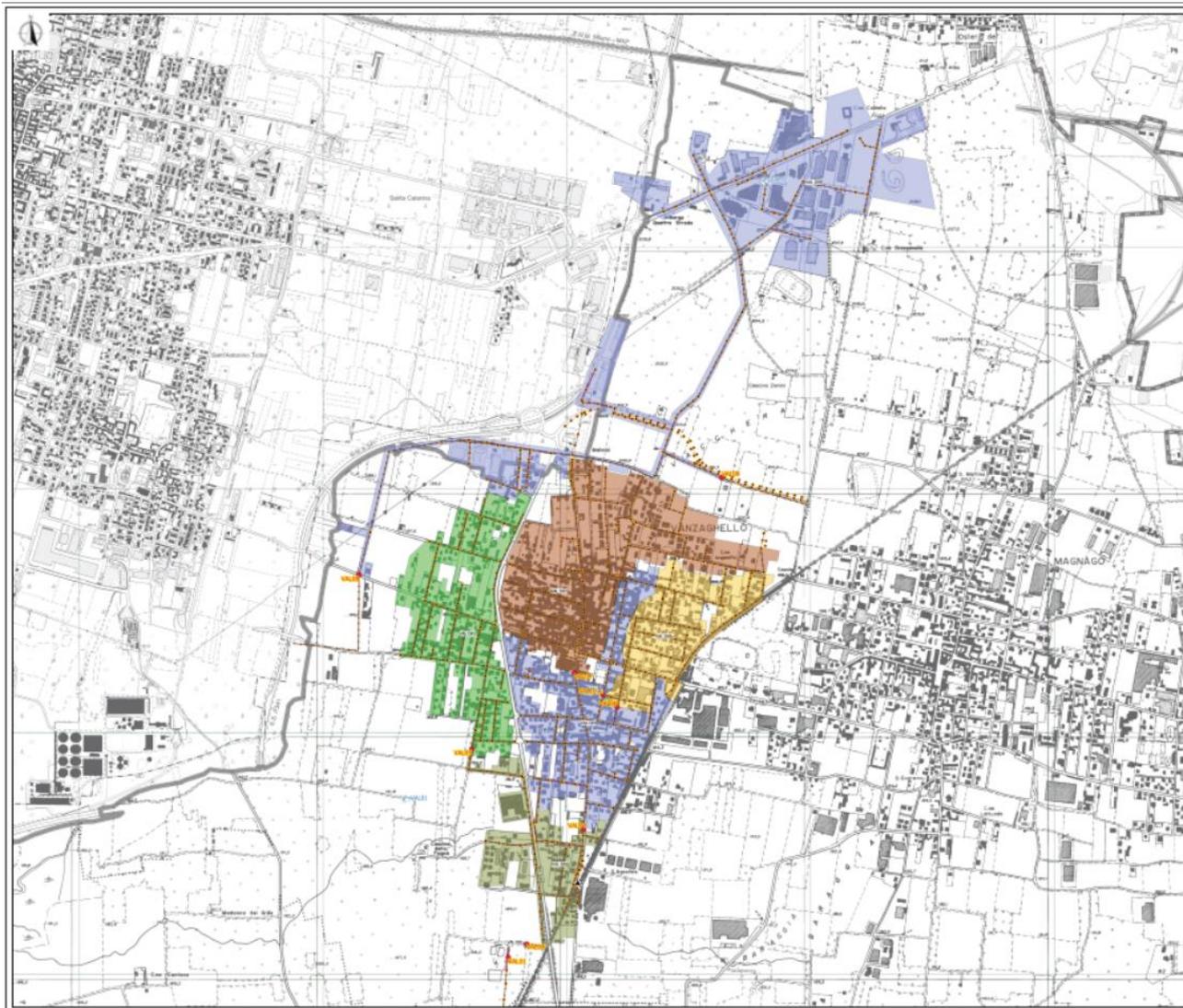


Fig. 5-5 - Posizione misuratori nella nuova campagna in corso – elaborato 1 – agglomerato di Robecco sul Naviglio Comune di Vanzaghello – SERVIZIO DI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DELLE PORTATE ALL'INTERNO DELLE RETI FOGNARIE E DEI COLLETTORI DI PROPRIETA' DEL GRUPPO CAP

Nella seguente immagine sono rappresentati i parametri utilizzati per i sottobacini relativi ai punti di misura della nuova campagna di misure.

ID Tipologia Superficie	Descrizione	Coeff. Affl / Deflusso Fisso
10	Strade	0.60000
20	Tetti residenziali	0.60000
30	Verde	0.00000
40	Tetti industriali	0.25000
50	Pertinenze	0.00000
15	Strade _05	0.25000
25	Tetti residenziali _05	0.40000
35	Verde _05	0.00000
45	Tetti industriali _05	0.35000
55	Pertinenze _05	0.00000
16	Strade	0.80000
26	Tetti residenziali	0.80000
36	Verde	0.00000
46	Tetti industriali	0.35000
56	Pertinenze	0.20000
17	Strade	0.60000
27	Tetti residenziali	0.65000
37	Verde	0.00000
47	Tetti industriali	0.35000
57	Pertinenze	0.10000

Tab. 5-1 - Parametri di taratura del coefficiente di afflusso delle aree impermeabili, suddivisi per i vari sottobacini affluenti ai misuratori di portata

Di seguito si riportano i grafici dei dati osservati e misurati, per gli eventi di calibrazione, usati per la nuova taratura del modello, suddivisi per punti di monitoraggio.

Gli eventi di taratura scelti sono rappresentativi delle diverse configurazioni di intensità di pioggia che un evento meteorico può avere, ovvero uno ietogramma di tipo Chicago (13.06.2020) e uno costante (10.05.2021).

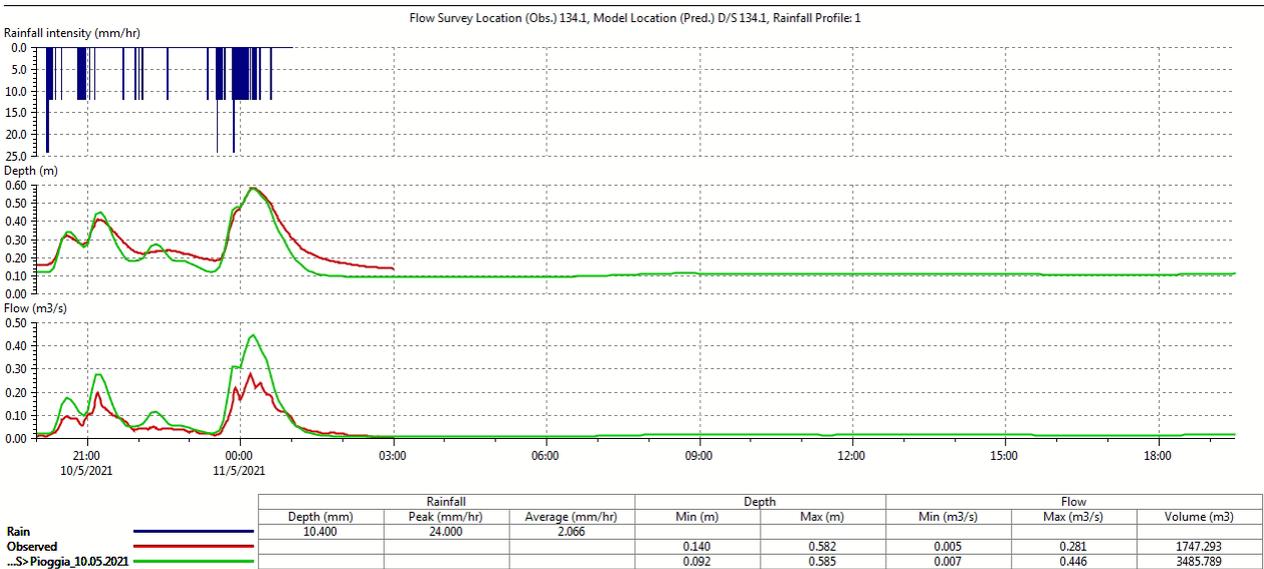
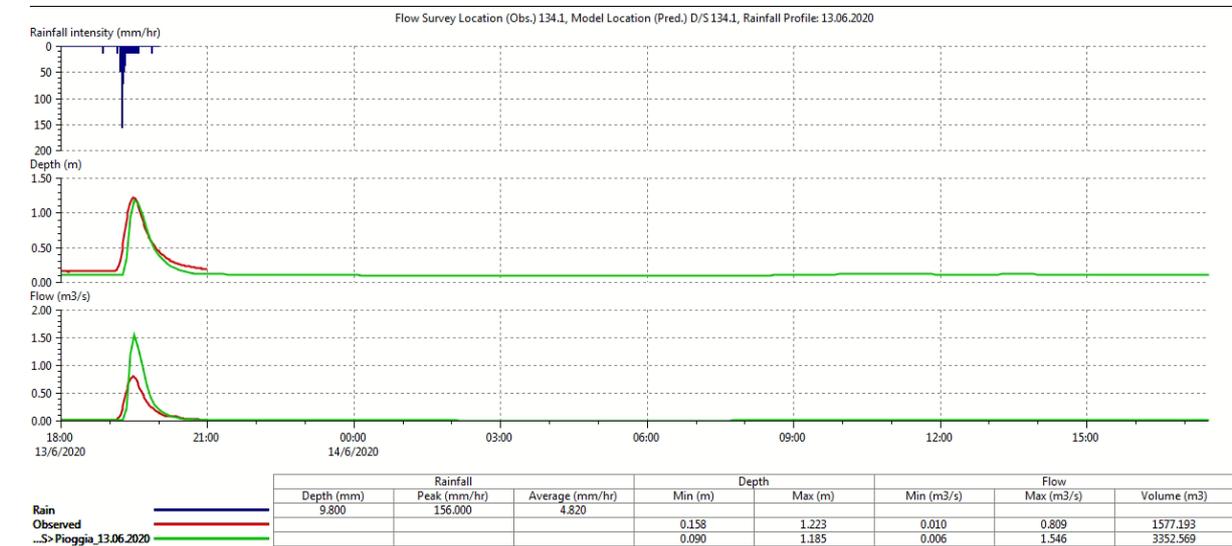


Fig. 5-6 - Confronto visivo tra idrogramma osservato (rosso) e simulato (verde) del misuratore VAL_04 durante gli eventi meteorici dei giorni 13/06/2020 (sopra) e 10/05/2021 (sotto)

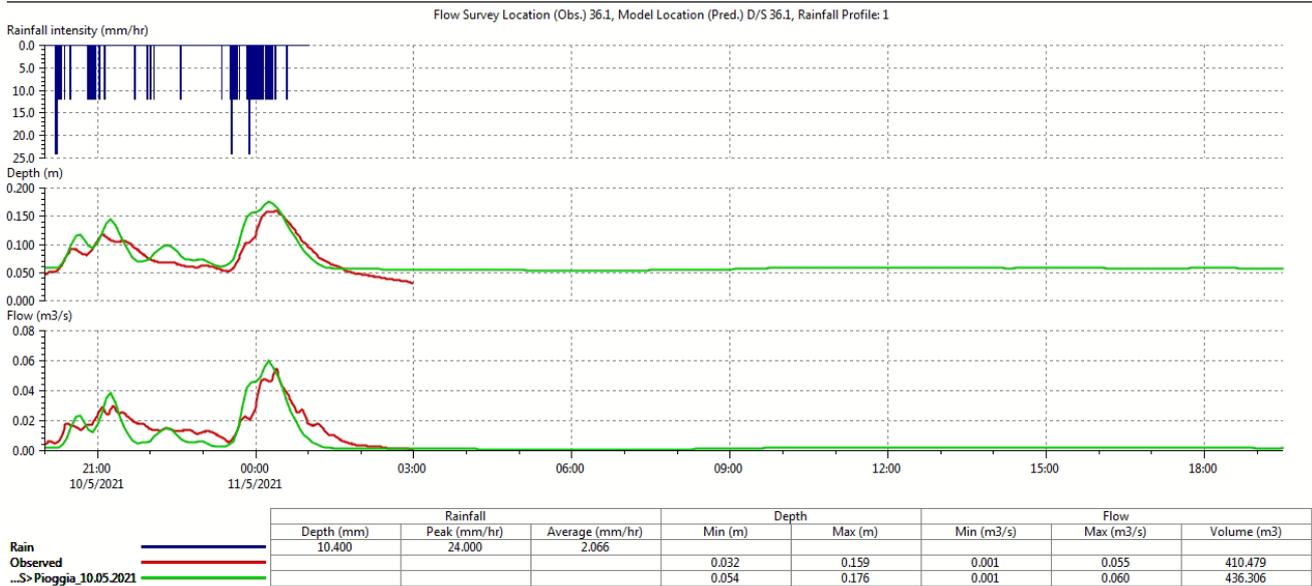
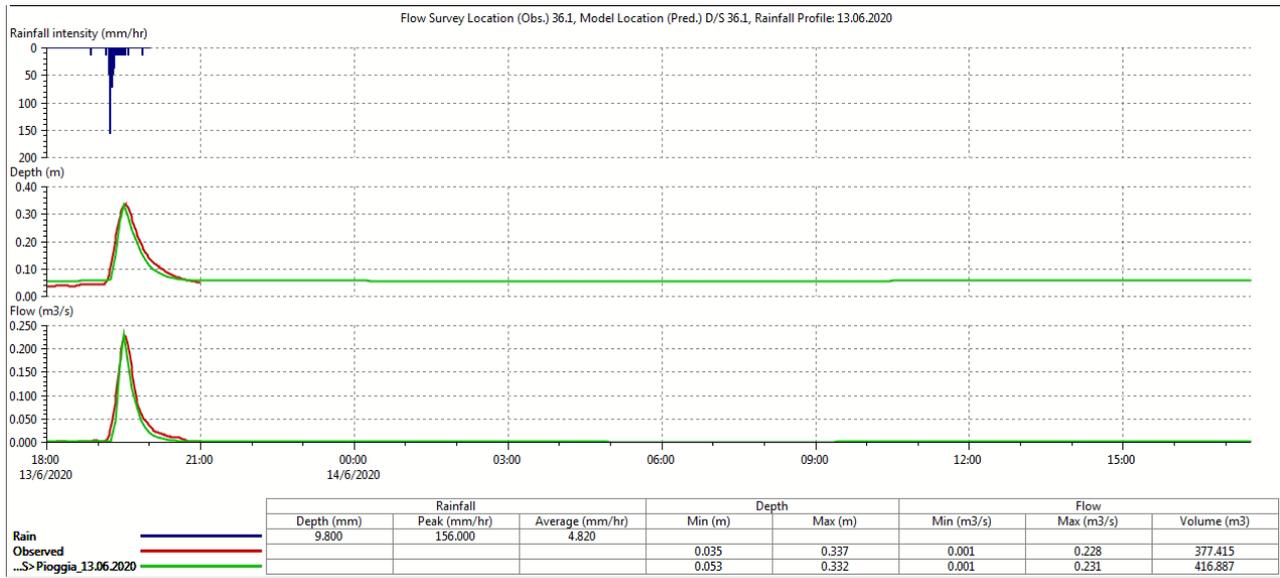


Fig. 5-7 - Confronto visivo tra idrogramma osservato (rosso) e simulato (verde) del misuratore VAL_05 durante gli eventi meteorici dei giorni 13/06/2020 (sopra) e 10/05/2021 (sotto)

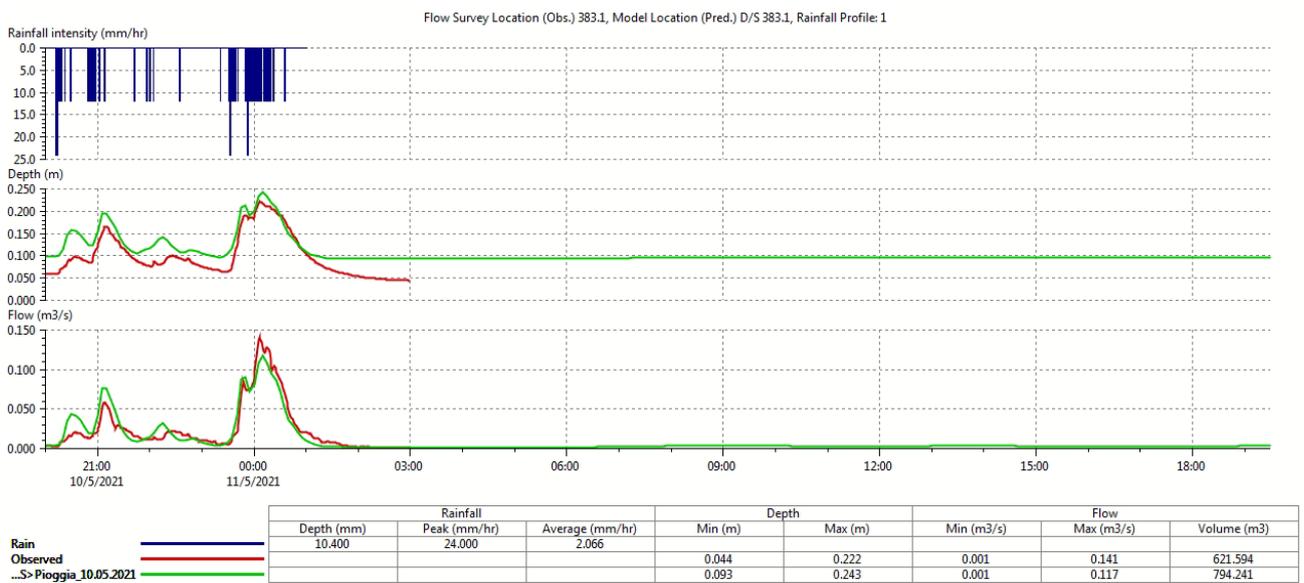
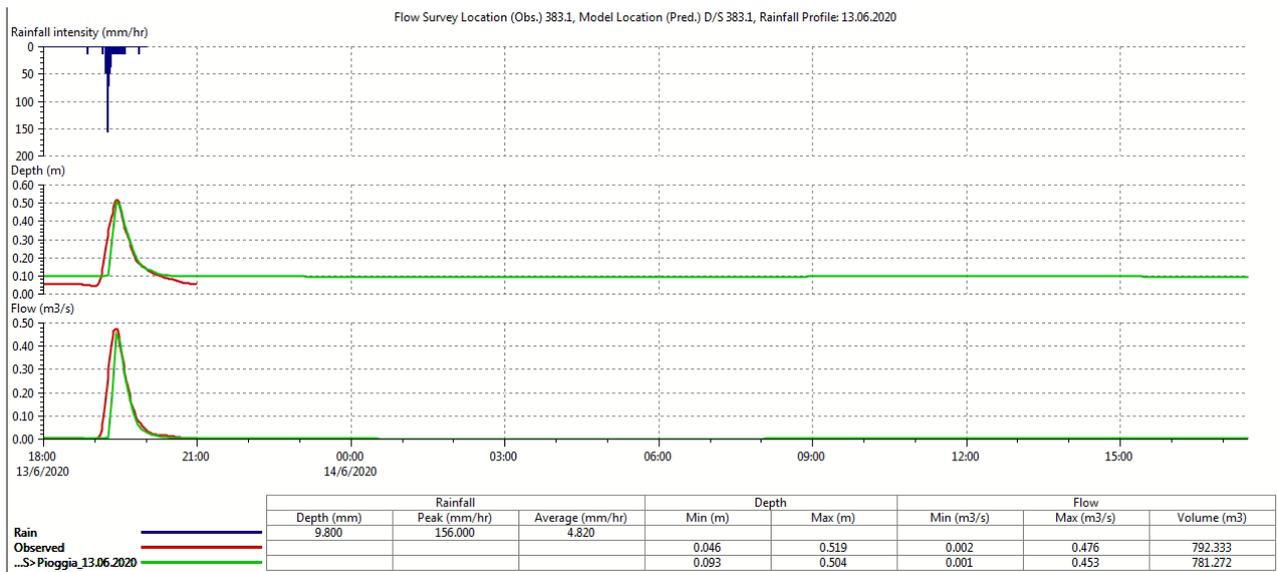


Fig. 5-8 - Confronto visivo tra idrogramma osservato (rosso) e simulato (verde) del misuratore VAL_06 durante gli eventi meteorici dei giorni 13/06/2020 (sopra) e 10/05/2021 (sotto)

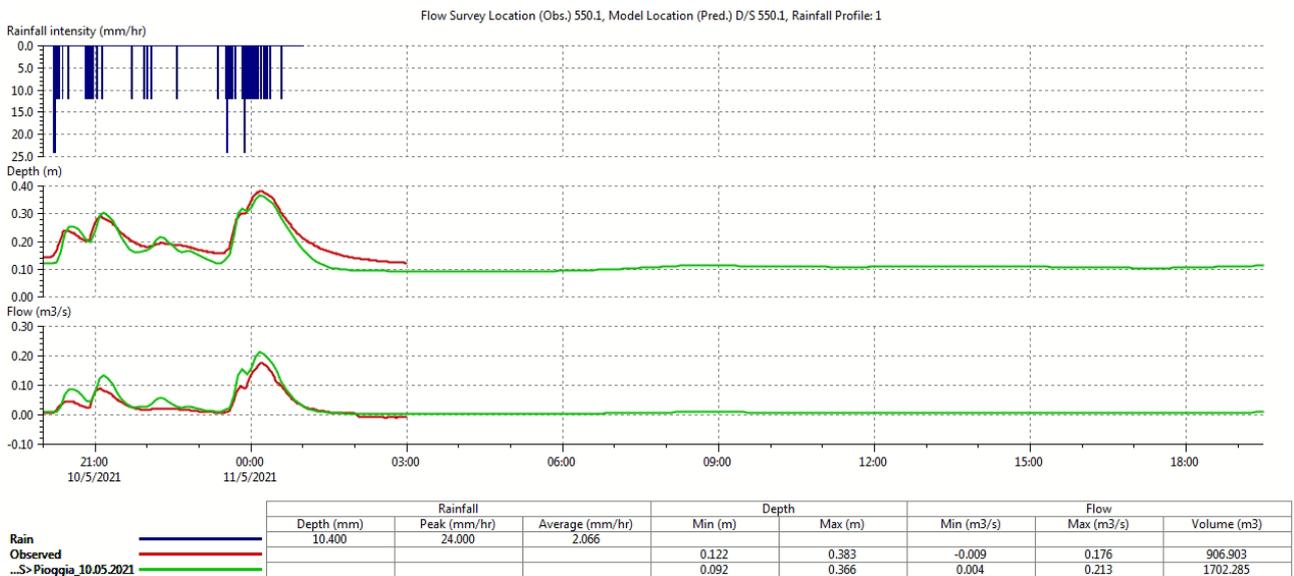
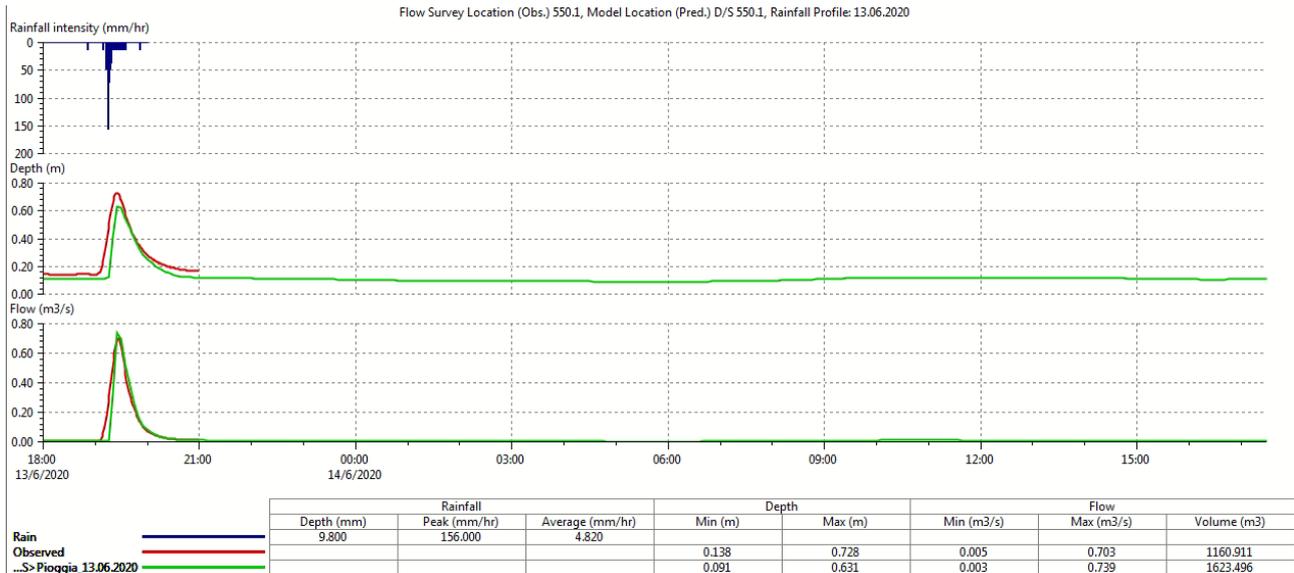


Fig. 5-9 - Confronto visivo tra idrogramma osservato (rosso) e simulato (verde) del misuratore VAL_07 durante gli eventi meteorici dei giorni 13/06/2020 (sopra) e 10/05/2021 (sotto)

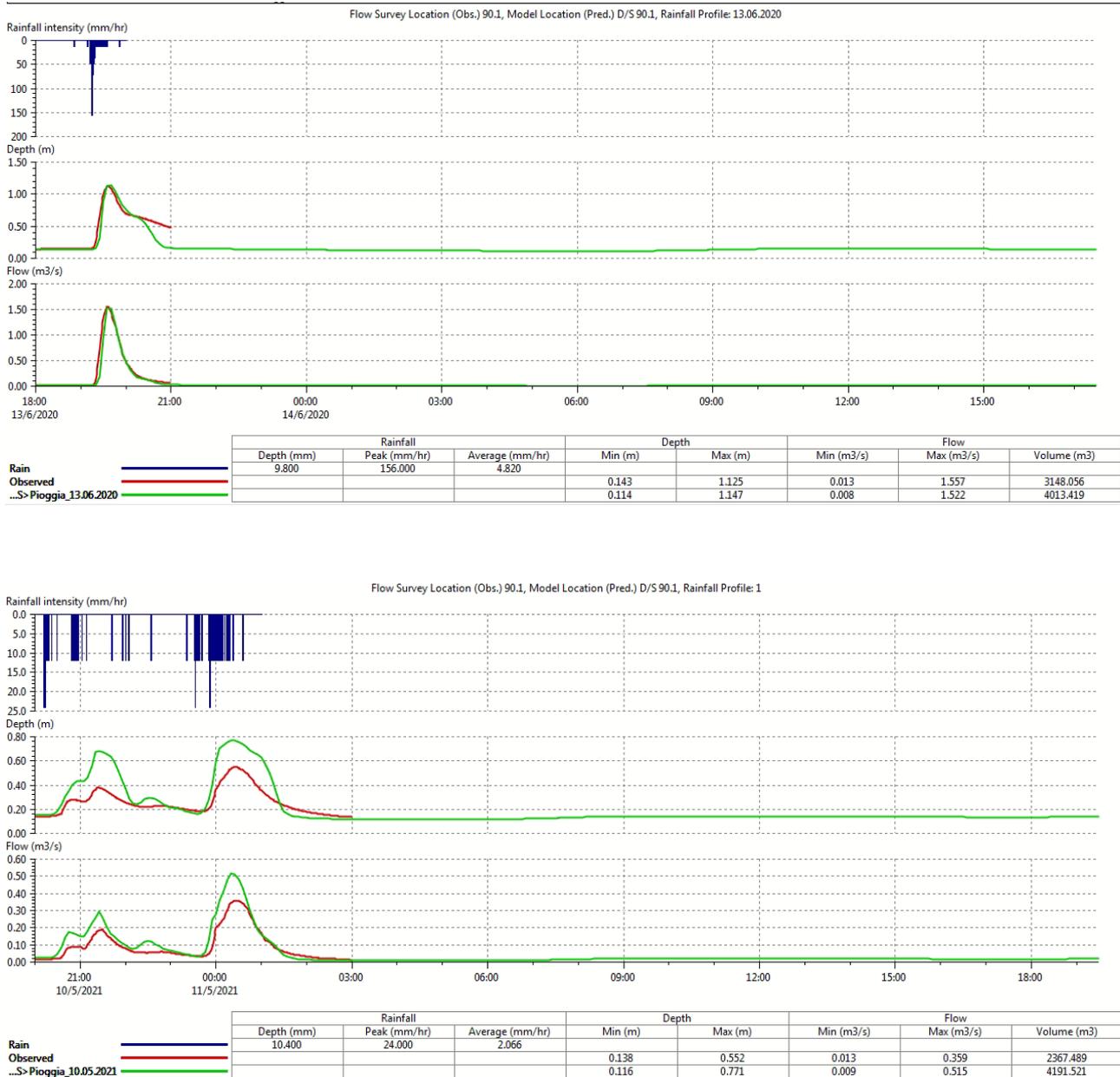


Fig. 5-10 - Confronto visivo tra idrogramma osservato (rosso) e simulato (verde) del misuratore VAL_02 durante gli eventi meteorici dei giorni 13/06/2020 (sopra) e 10/05/2021 (sotto)

Come si osserva dalle immagini sovrastanti il modello costruito inserendo i diversi parametri definiti nei capitoli precedenti mostra una buona rispondenza con la situazione reale sollecitata dalla stessa precipitazione.

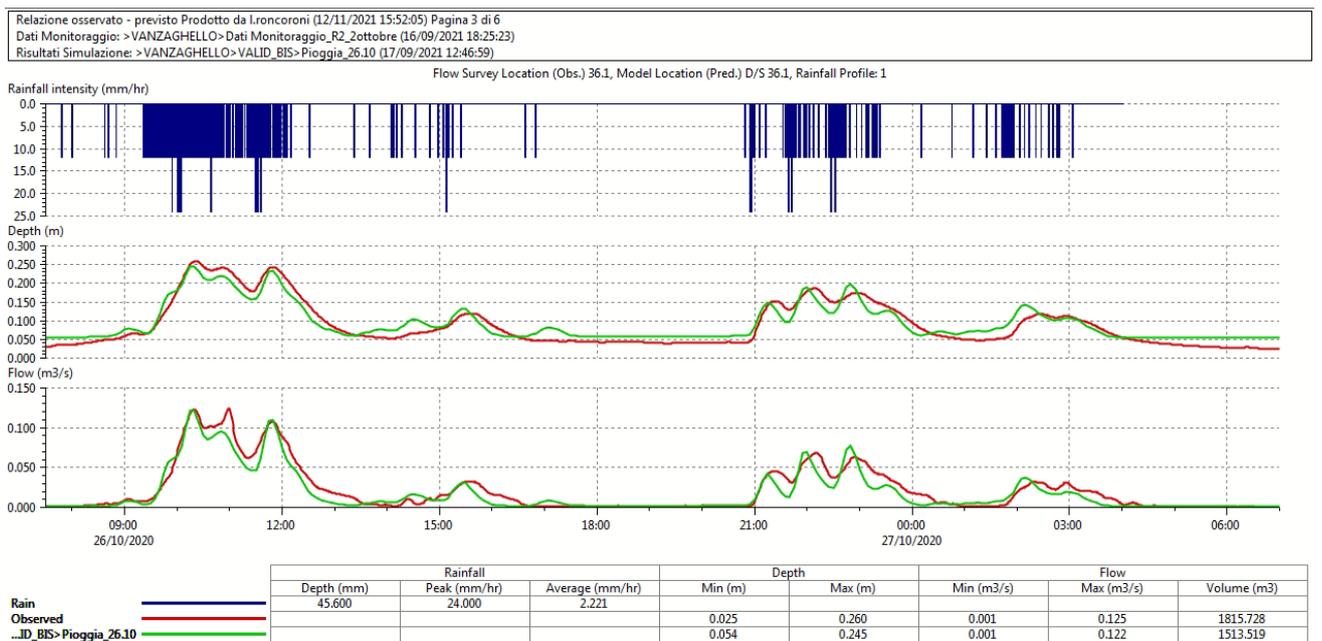
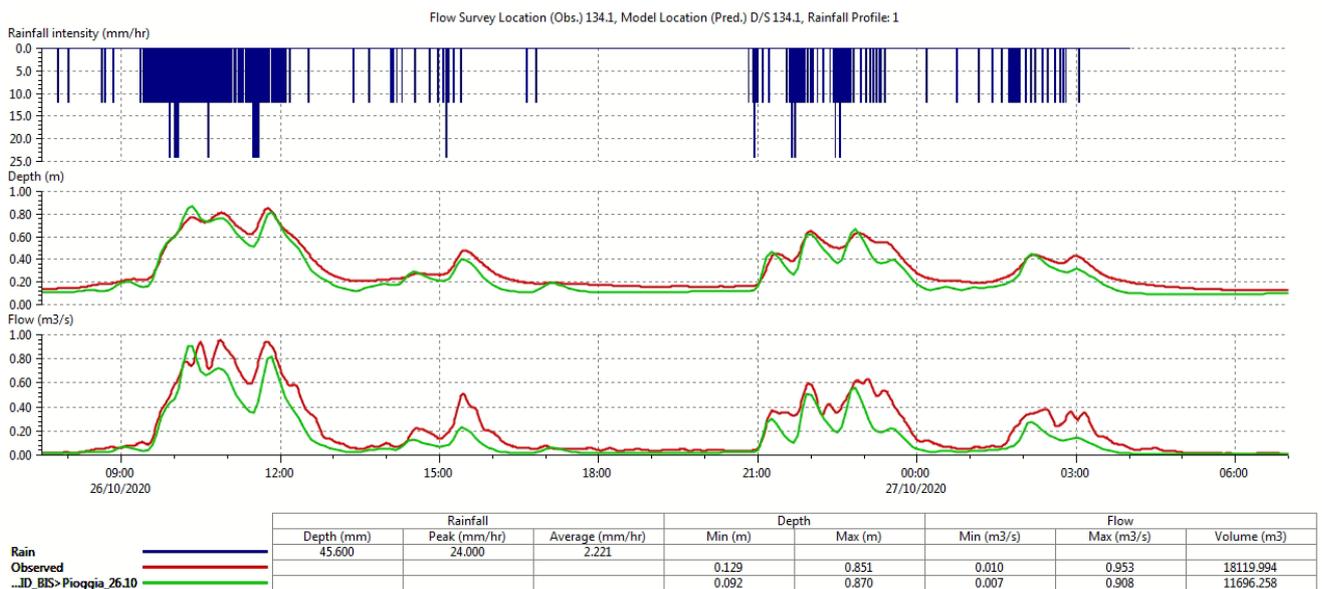
La rispondenza è stata valutata tenendo conto di diversi fattori: forma degli idrogrammi, valori assoluti medi e di picco delle portate, sincronia temporale tra i picchi e tra i momenti di minimo relativo.

5.3 Validazione del modello

In seguito alla nuova taratura del modello idraulico della rete fognaria si è provveduto alla validazione dei parametri idrologici tarati, utilizzando come confronto un altro evento di pioggia della serie registrata, che per caratteristiche assomiglia ad un ietogramma costante (giorno 26.10.2020).

La rispondenza del modello, come si evince dalle immagini successive, è accettabile.

In ordine i dati, modellati (rosso) e osservati (verde) dei misuratori VAL_04, VAL_05, VAL_06, VAL_07, VAL_02.



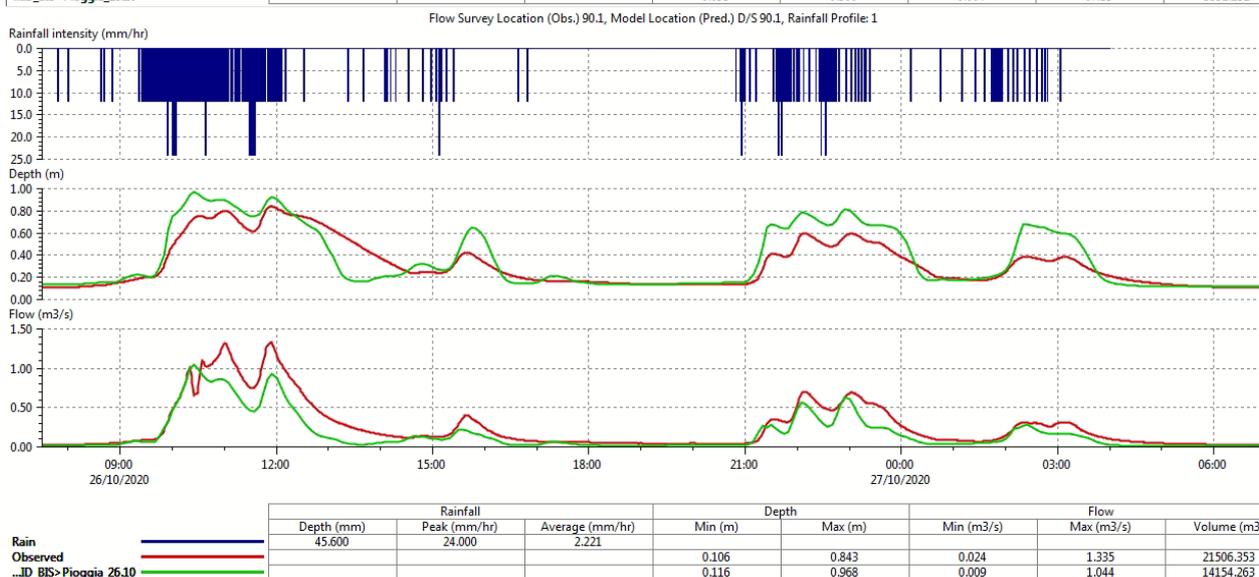
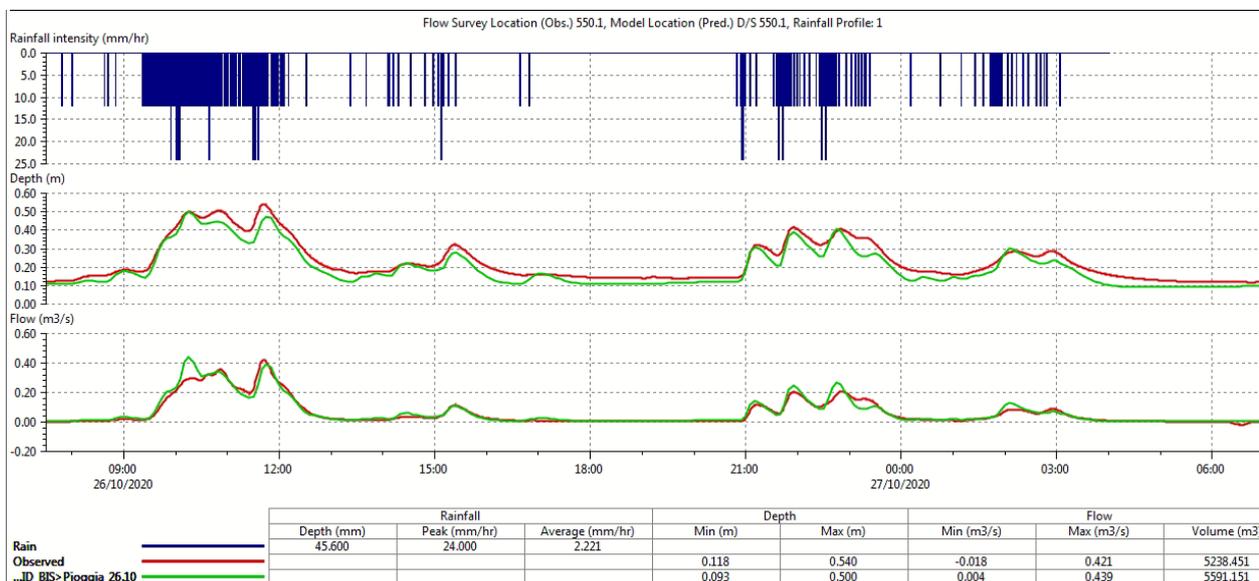
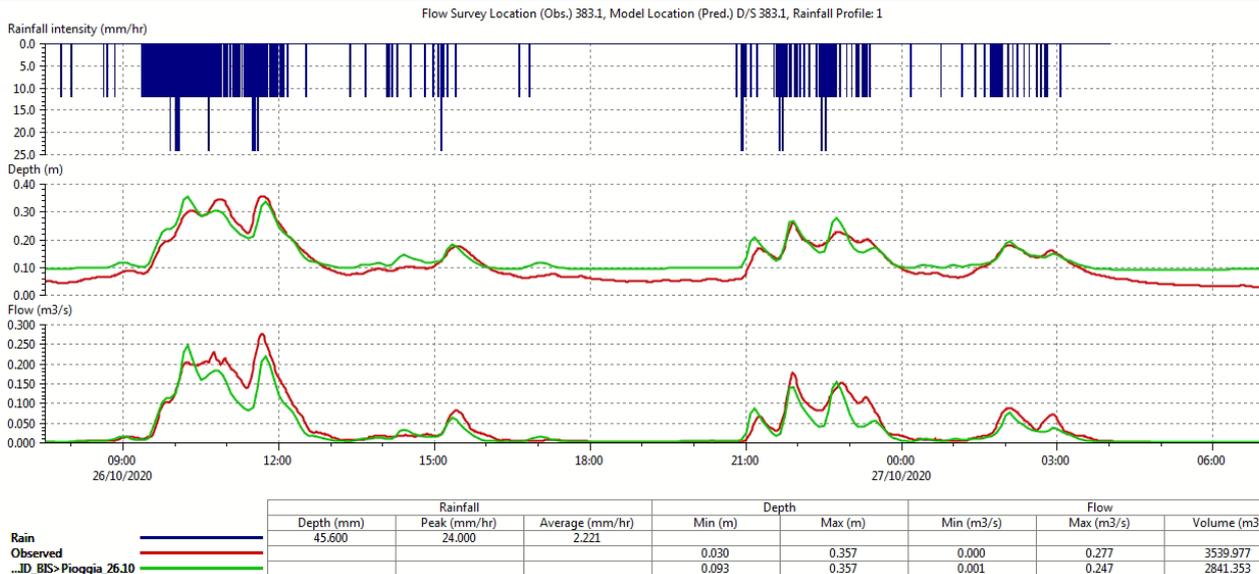


Fig. 5-10 - Confronto visivo tra idrogramma osservato (rosso) e simulato (verde) del misuratore VAL_02, VAL_04, VAL_05, VAL_06, VAL_07.

6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITA'

Lo scopo principale dell'analisi dello stato di fatto è l'individuazione delle criticità idrauliche della rete meteorica e mista per eventi con TR 10 anni e l'individuazione degli scarichi nei ricettori finali, provenienti da reti fognarie meteoriche o da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie, che non rispettano i vincoli di scarico in termini di portata massima ammissibile imposti dal R.R. 7/2017.

Infine, in aderenza alle Linee guida CAP nel rispetto di quanto previsto del RR 7/2017 il funzionamento della rete di Vanzaghello sarà testata per eventi pluviometrici eccezionali con tempi di ritorno pari a 50 e 100 anni.

6.1 Risultati delle simulazioni

Le simulazioni sono condotte per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 come definito dal R.R. 7/2017, a cui è stata aggiunta la simulazione con Tr 2 anni per valutare il comportamento della rete anche in corrispondenza di eventi non eccezionali. Quest'ultimo è stato valutato ma non restituito in quanto il Comune non presenta criticità rilevanti con eventi lievi.

Le problematiche idrauliche messe in luce dal modello idraulico, seguono la seguente simbologia:

- i **tratti/nodi in colore verde** rappresentano i condotti sufficienti a convogliare le portate in arrivo da monte (condotti funzionanti "a pelo libero", ossia con linea piezometrica interna alla sezione del tubo);
- i **tratti/nodi in colore giallo** rappresentano i condotti in rigurgito, la cui condizione di criticità e di funzionamento in pressione è strettamente correlata alle condizioni di insufficienza dei collettori di valle;
- i **tratti/nodi in colore viola** rappresentano i condotti insufficienti a convogliare le portate in arrivo da monte (condotti funzionanti in pressione, ossia con linea piezometrica superiore all'intradosso superiore del tubo) come meglio definito dalla legenda;

Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti la percentuale di riempimento delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati come descritto sopra.

Nella seconda serie di immagini sono riportati gli allagamenti sul territorio comunale, per i tempi di ritorno considerati, generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura.

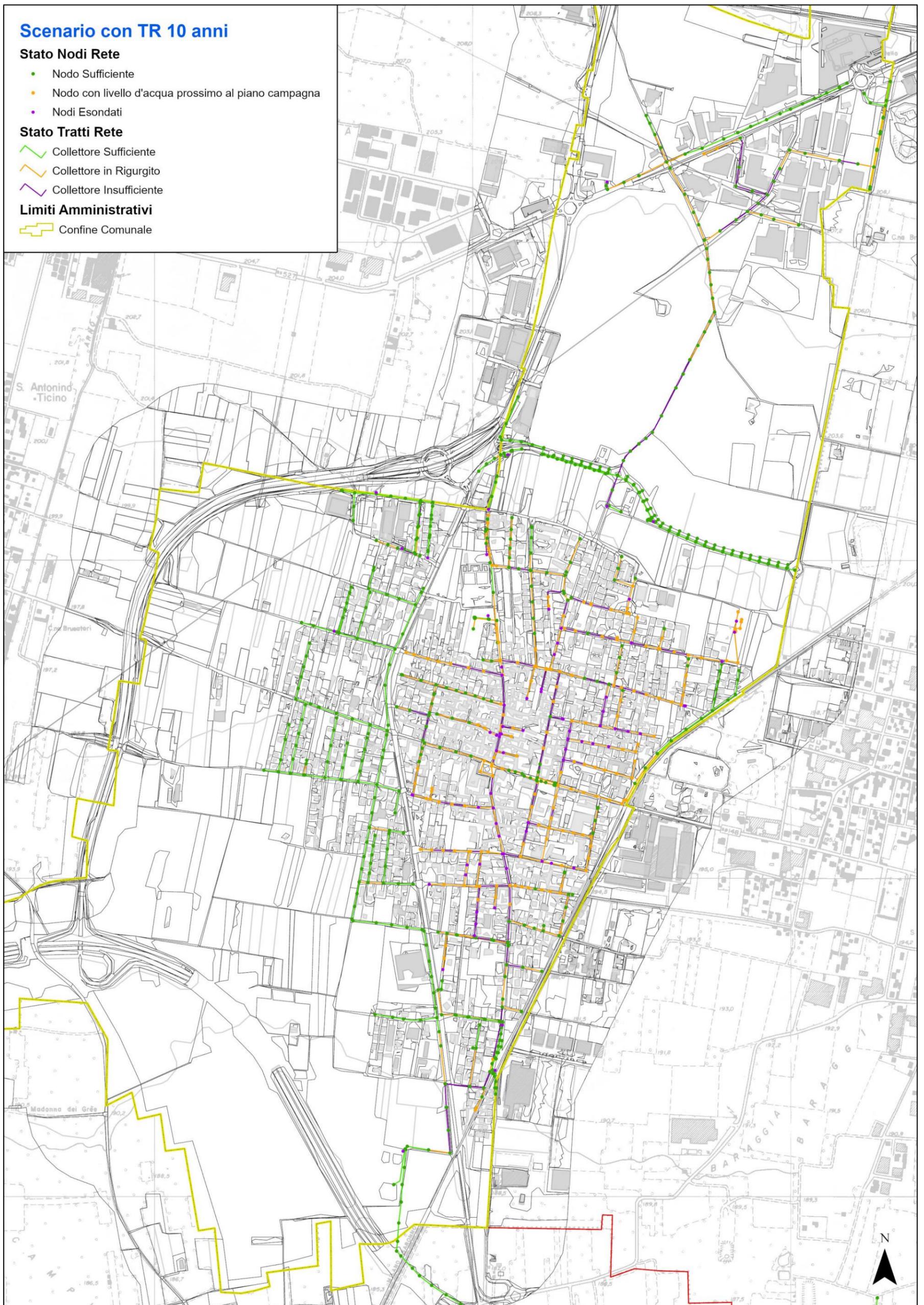


Fig. 6-1 - Simulazione rete fognaria TR 10 anni

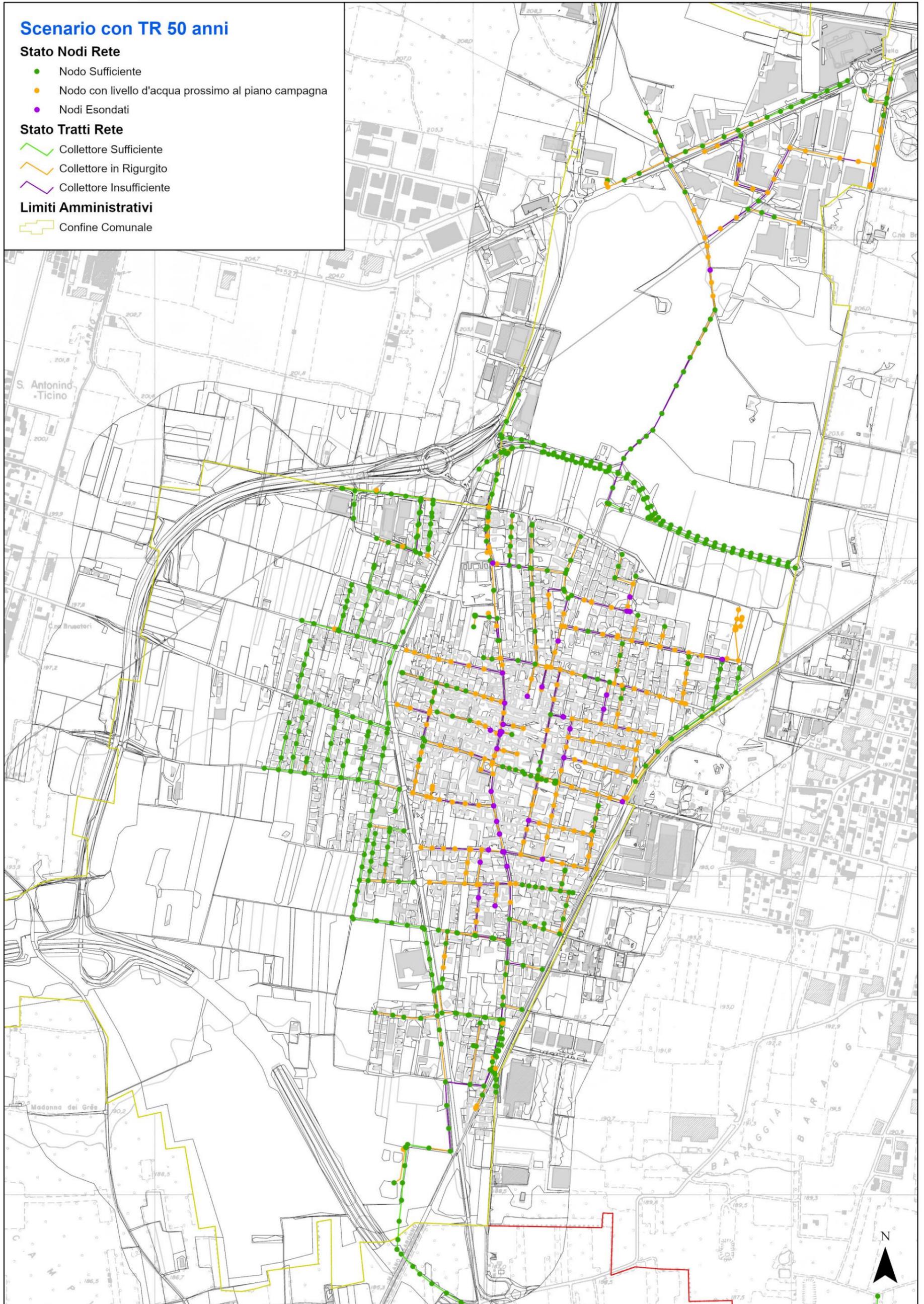


Fig. 6-2 - Simulazione rete fognaria TR 50 anni

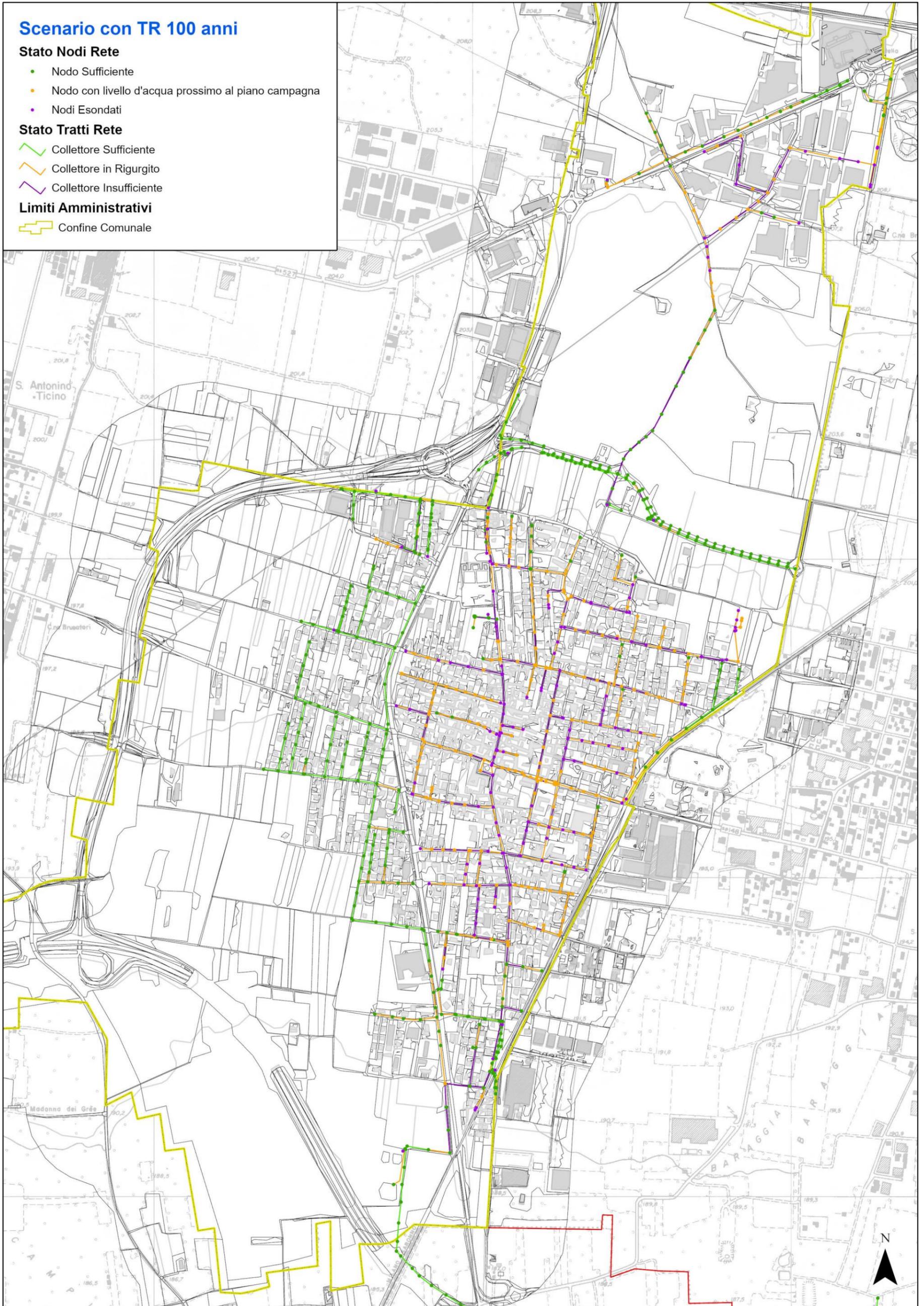


Fig. 6-3 - Simulazione rete fognaria TR 100 anni

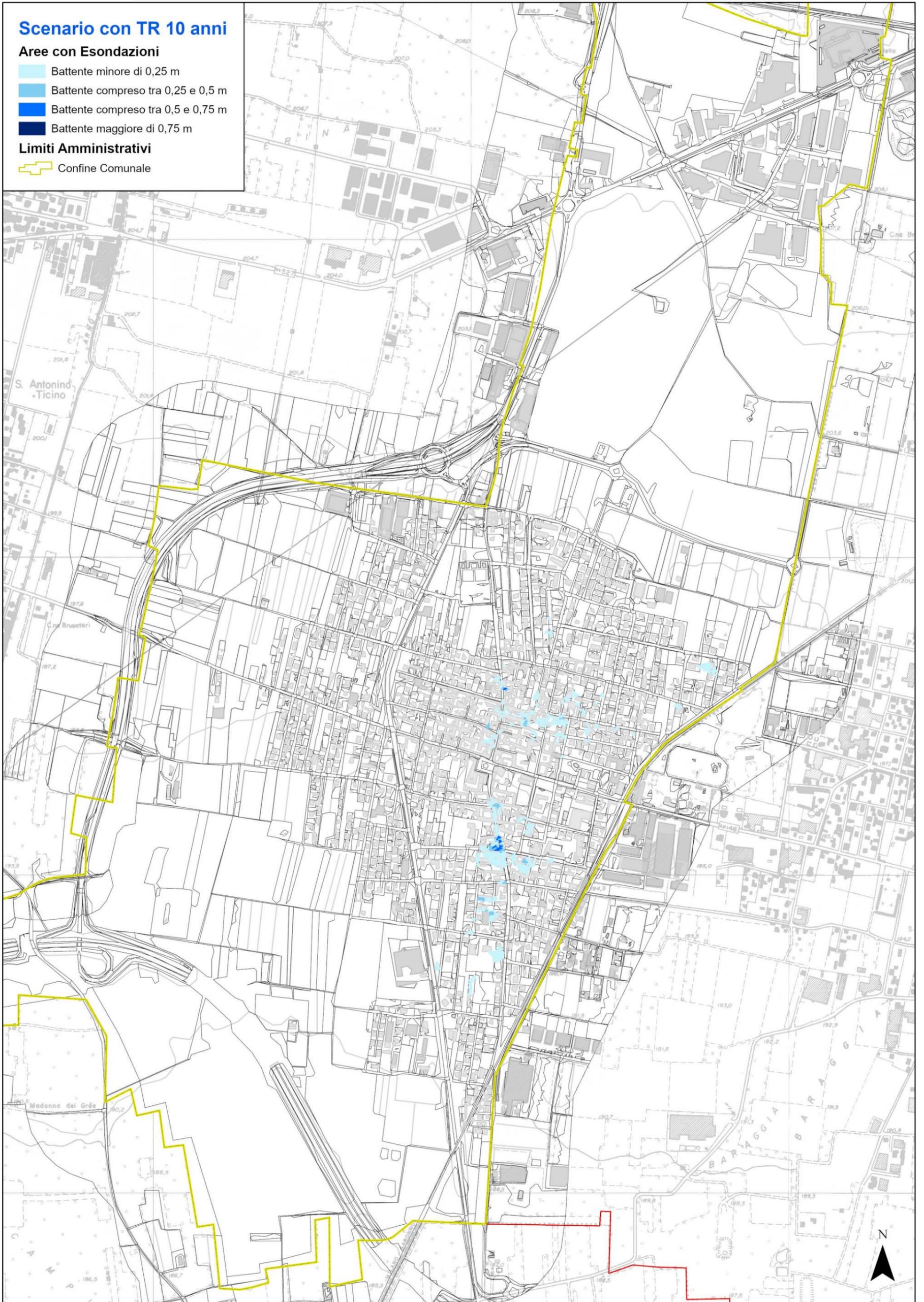


Fig. 6-4 - Aree allagate TR 10 anni

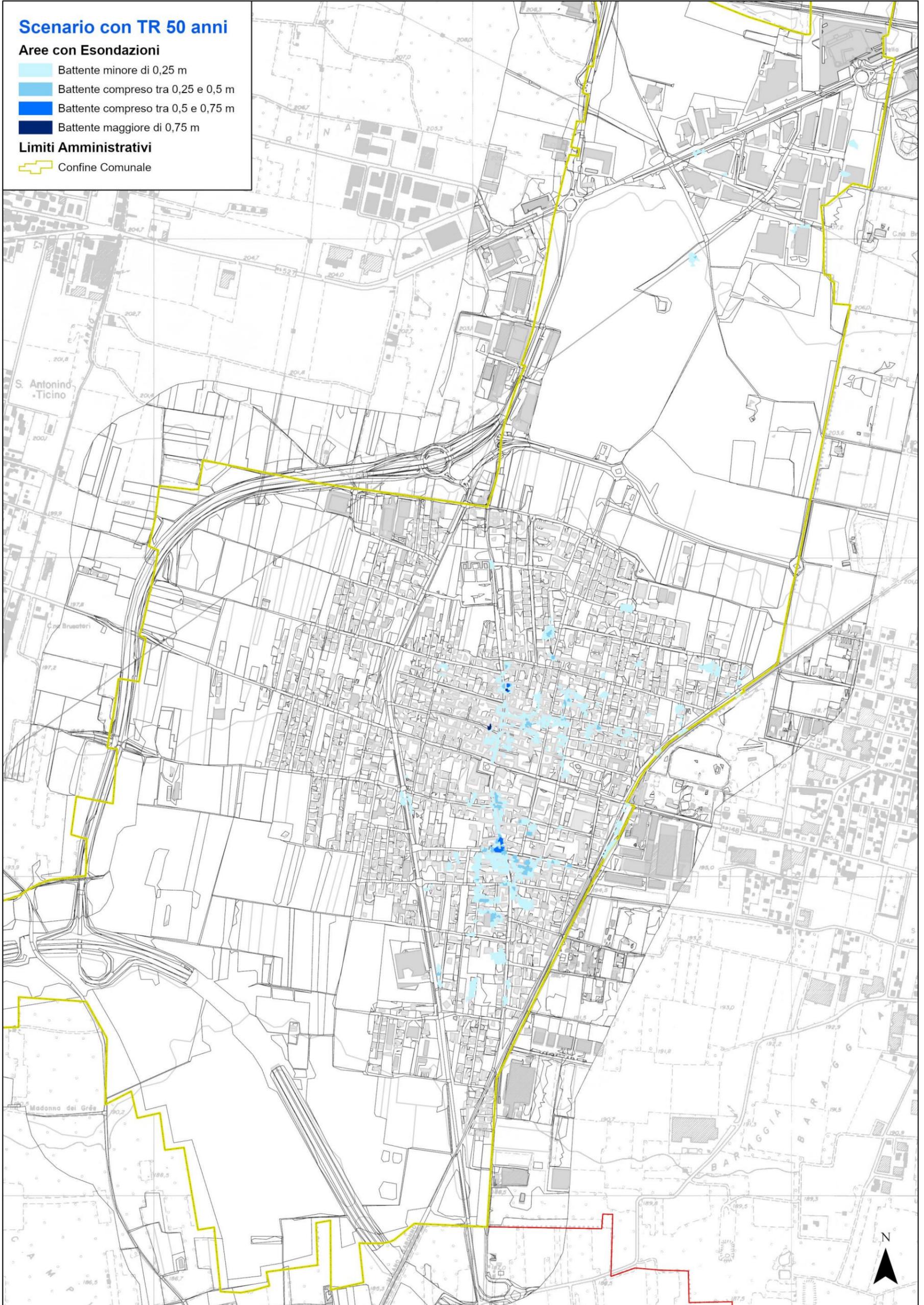


Fig. 6-5 - Aree allagate TR 50 anni

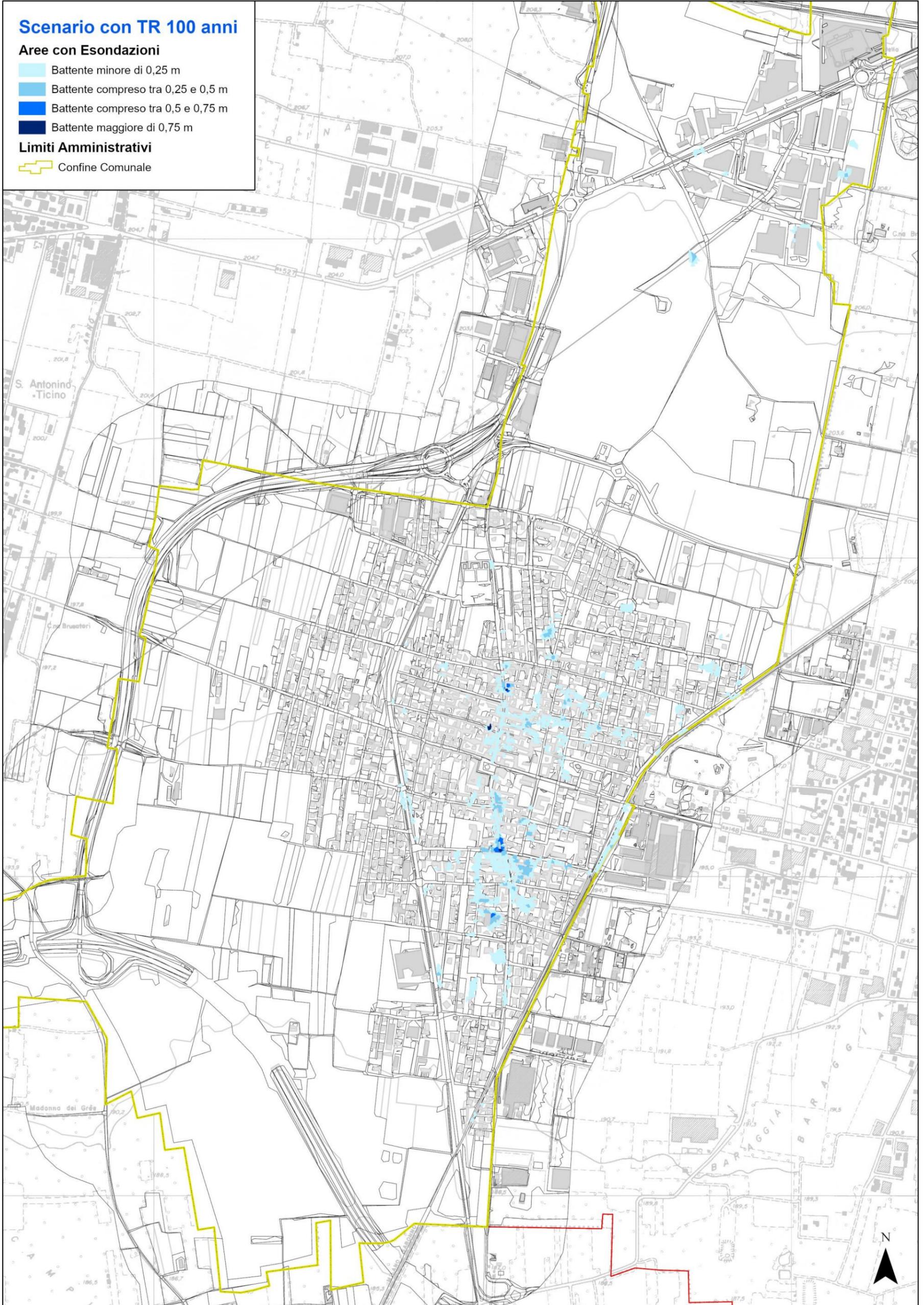


Fig. 6-6 - Aree allagate TR 100

Il sovraccarico diffuso della rete, in particolare nel caso di verifiche con tempo di ritorno maggiore o uguale a 10 anni, è un risultato prevedibile considerando che le buone pratiche di dimensionamento del sistema fognario considerano generalmente tempi di ritorno inferiori a 10 anni. Tuttavia non si registrano esondazioni oltre il piano campagna se non per porzioni e volumi di lieve entità (i tiranti inferiori a 0,05 m, per chiarezza rappresentativa, non vengono visualizzati in cartografia in quanto reputati, in accordo con CAP, non significativi e inferiori all'incertezza intrinseca del dato iniziale).

Le zone dove si evidenziano le maggiori esondazioni sono in prossimità del centro abitativo storico dove la dorsale di via Giacomo Matteotti e di via Novara (direttrice nord-sud) risultano sovraccariche di portata idrica.

6.1.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE

Come esplicitato in precedenza, il comune di Vanzaghella non è caratterizzato da reticolo idrico principale.

6.2 SINTESI DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE E IDROLOGICHE INDIVIDUATE

Nella seguente tabella sono sintetizzate le problematiche idrauliche riscontrate a livello comunale nell'analisi dei paragrafi precedenti con i codici riferiti alle stesse utilizzate nella Tavola 02:

ID	LOCALIZZAZIONE	FONTE	DESCRIZIONE	PARAGRAFO RELAZIONE GENERALE	
Ln01	Corso Italia	UT	Allagamenti zona industriale	1.2.9 – 1.3	
Ln02	Via Matteotti – Via Novara	MODELLO IDRAULICO	Allagamenti della sede stradale con possibile interessamento degli edifici limitrofi		
	Via Ragazzi '99, Via Respighi, Via Puccini-Paganini	MODELLO IDRAULICO	Elevato carico idraulico sull'asta principale di Via Matteotti – Via Novara		
Po01	Aree allagabili Torrente Arno	PGT	Fasce PAI e PGRA		
Po02	Via San Rocco - Incrocio con Via Gallarate	UT	Allagamenti in due zone distinte di Via S. Rocco		
Po03	Via Torino	UT	Allagamenti in cortili di Via Torino		
Po04	Via San Paolo	UT	Allagamenti cortili lungo la viabilità		
Po05	Via Kennedy - Via Ragazzi del 99 - Via Roma	UT	Allagamenti della sede stradale e dei parcheggi		
Pt01	Via Gallarate	Gestore SII	Sfioratore		1.2.8
Pt02	Via Novara	UT	Sottopasso: possibili allagamenti		1.2.9 – 1.3
Pt03	Via Bachelet	UT	Sottopasso: possibili allagamenti		
Pt04	Stazione ferroviaria	UT	Sottopasso: possibili allagamenti		

Tab. 6-1 - Elenco delle problematiche riscontrate nel territorio comunale

6.3 SCARICATORI DI PIENA

Il Regolamento Regionale n. 7 del 2017 della Regione Lombardia “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)” disciplina all’articolo 8 i “Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori”. Secondo il comma 5, “al fine di contribuire alla riduzione quantitativa dei deflussi di cui all’articolo 1, comma 1, le portate degli scarichi nel ricettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, relativamente alle superfici scolanti, ricadenti nelle aree A e B di cui all’articolo 7, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie, sono limitate mediante l’adozione di interventi atti a contenerne l’entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il **valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile**, fuorché per gli scarichi direttamente recapitanti nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, che non sono soggetti a limitazioni della portata. L’art.2 definisce come superficie scolante impermeabile la superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

Al fine di determinare gli scarichi massimi ammissibili, si è proceduto all’individuazione del bacino idrico afferente ad ogni scarico individuato sul settore di studio e la relativa superficie scolante impermeabile, ovvero la quota parte della superficie scolante totale che contribuisce a generare i deflussi.

In funzione della superficie scolante impermeabile è definita la massima portata ammissibile allo scarico nei ricettori finali autorizzata dal R.R. 7/2017, ovvero $40\text{l/s ha}_{\text{imp}}$.

All’interno del territorio comunale è presente un unico sfioratore, che non scarica però in un ricettore finale, bensì in due vasche di spagliamento, che sono ad oggi oggetto di riqualificazione; nonostante ciò si riportano per completezza i valori di riferimento per tale analisi come la massima portata ammissibile, che è stata confrontata con il valore al colmo dell’idrogramma in uscita risultante dal modello per il tempo di ritorno 10, 50 e 100 anni.

Tempo ritorno	Q max [m ³ /s]	Q max [l/s]	A impermeabile [ha]	Coeff udometrico [l/s ha _{imp}]
10	2.81539	2815.4	28.278	99.6
50	3.08577	3085.8	28.278	109.1
100	3.18114	3181.1	28.278	112.5

Tab. 6-2 – Portate scaricate dallo sfioratore e recapitate nelle due vasche di spagliamento di Via Gallarate

7. SCENARIO DI INTERVENTO

Nel presente paragrafo si riassumono i principali interventi tesi alla risoluzione delle criticità individuate riguardanti l'invarianza idraulica. Tra gli interventi che verranno elencati di seguito vi sono anche alcuni interventi già previsti da CAP Holding nelle verifiche idrauliche e nelle progettazioni generali delle opere di sistemazione delle reti di fognatura.

In particolare, si è cercato di agire anche sulla riduzione degli apporti di acque meteoriche in rete, in accordo con i tecnici comunali. Questo approccio consente di intervenire su una pluralità di obiettivi con interventi di riqualificazione del territorio, alleggerendo la pressione idraulica sulla rete, riducendo gli apporti di acque meteoriche al depuratore e intervenendo anche su eventi con bassa intensità ed elevata frequenza.

7.1 INTERVENTI STRUTTURALI

L'assetto di progetto è strutturato a partire dagli interventi ipotizzati nel Documento Semplificato del rischio idraulico, dalle segnalazioni dei tecnici comunali e dai risultati della modellazione numerica.

Gli interventi strutturali proposti mirano a ridurre le condizioni di rischio dell'abitato connesse agli allagamenti fognari attraverso il riordino di tratti di rete fognaria con alleggerimento di condotte insufficienti, disconnessioni di reti meteoriche e gestione in loco delle acque. In alcuni casi si rende necessario prevedere opere di drenaggio superficiale in quanto inesistenti allo stato attuale con problematiche correlate di allagamenti, come segnalato dai tecnici comunali.

Di seguito si riporta una sintesi degli interventi inseriti nel Piano degli investimenti attualmente in corso che interessano direttamente il territorio comunale di Vanzaghella.

[IS01] RIQUALIFICAZIONE AREA E VASCA DI SPAGLIAMENTO – Via Gallarate

L'ubicazione della vasca disperdente di Vanzaghella è nella parte extraurbana più a sud del comune. L'infrastruttura è sita a nord della SS 336, nell'area del Parco del Ticino.

L'intervento in oggetto prevede:

- adeguamento del manufatto scolmatore esistente in modo da rispettare i limiti minimi di scarico del RR. n.6 del 29 Marzo 2019;
- realizzazione dei punti di accesso in prossimità dei punti di imbocco così da poter effettuare interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- realizzazione della recinzione perimetrale e relativi accessi per la messa in sicurezza dell'area.
-

Al momento l'intervento è stato progettato e la realizzazione dei lavori è prevista presumibilmente entro il 2022.

Descrizione	Commessa 5722 - Riqualificazione area e vasche di spagliamento + opere di manutenzione straordinaria Vanzaghella
Id problematiche	--
Stato	Da realizzare
Anno di Riferimento	2021
Comuni Interessati	Vanzaghella

Tab. 7-1 – Intervento di adeguamento a carico del Gestore SII

7.1.1 INTERVENTI A PIANO INVESTIMENTI AMIACQUE

Ad oggi nel Piano degli investimenti di Amiacque attualmente in corso non sono presenti interventi, non ancora realizzati, che interessano direttamente o indirettamente il territorio comunale di Vanzaghella. Quanto previsto è già stato realizzato negli anni recedenti.

7.2 INTERVENTI STRUTTURALI PREVISTI DAL PRESENTE ELABORATO

7.2.1 SCELTE E IPOTESI PROGETTUALI GENERALI

Il dimensionamento di massima delle opere strutturali seguono le prescrizioni contenute nel R.R. 07/2017, e in particolare si basano sulle seguenti ipotesi:

- $Tr = 10$ anni per interventi di posa di nuove tubazioni non connesse a sistemi di dispersione;
- $Tr = 50$ anni per interventi di realizzazione delle opere di infiltrazione e per coerenza anche del nuovo sistema di drenaggio che vi afferisce;
- Le durate critiche considerate, da cui si ricava l'intensità di precipitazione massima dello ietogramma (rettangolare), sono state ipotizzate sulla base dell'estensione del bacino afferente (tempo di ingresso alla rete) e dell'eventuale tempo di corrivazione della rete di monte del punto considerato;

Gli interventi strutturali sono poi stati rappresentati nella Tavola 04 come elementi lineari, puntuali o areali, e introdotti nello scenario di simulazione dello stato di progetto, onde valutarne gli effetti sugli allagamenti risultanti da modello; gli interventi non strutturali sono stati rappresentati in planimetria solo quando ben identificabili (quindi non riconducibili a semplici buone pratiche di gestione della rete fognaria), ma non vengono introdotti nello scenario di simulazione idraulica dello stato di progetto.

Si seguito si riportano le formule utilizzate per il dimensionamento di massima degli interventi strutturali.

Calcolo della portata massima

La sollecitazione idraulica agente in ciascuna sezione di calcolo è stata determinata applicando il metodo razionale. Tale metodo consente di valutare la massima portata al colmo mediante la seguente espressione:

$$Q_{max} = 0.00278 \cdot \varphi \cdot i \cdot S$$

con:

S = superficie del sottobacino [ha];

i = intensità di pioggia [mm/h];

φ = coefficiente di deflusso.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in luoghi diversi del bacino, arrivano alla sezione di chiusura in tempi diversi;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta in quel punto per il tempo necessario al raggiungimento della sezione di chiusura da parte del contributo stesso;
- tale tempo è caratteristico di ogni singolo punto e rimane costante per tutta la durata del fenomeno pluviometrico.

Ne consegue che le massime portate al colmo si ottengono per tempi di pioggia pari al tempo di concentrazione determinati alla sezione di chiusura in esame.

La riduzione dell'afflusso (ϕ) alla rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Se esistono bacini tributari di area A_i sarà:

$$\phi = \frac{\sum \phi A_i}{\sum A_i}$$

Metodologia di verifica idraulica

L'analisi idraulica dei tratti di tubazione e di canalette grigliate verrà eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

La formula utilizzata è quella di Gauckler-Strickler valida per deflussi a pelo libero:

$$Q = k_s \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot i_f^{1/2} = k_s \cdot \Omega^{5/3} \cdot B^{3/2} \cdot i_f^{1/2}$$

nella quale:

Q = portata liquida all'interno delle canalette e delle tubazioni;

k_s = coefficiente di scabrezza (assunto cautelativamente pari a $90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per tubazioni in materiale plastico. $60 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per elementi in cls);

Ω = area della sezione di deflusso;

i_f = pendenza tubazione o canaletta di scolo;

R = raggio idraulico;

B = perimetro bagnato.

Sia le tubazioni sia le canalette dovranno essere sempre verificate con un grado di riempimento massimo $GR_{\max}=80\%$. calcolato mediante la formula di Gauckler-Strickler.

Sistemi di dispersione nel sottosuolo – pozzi perdenti

La portata smaltita dal singolo pozzo è calcolata mediante la formula di Darcy nella formulazione proposta da Sieker:

$$Q = K \left(\frac{L+z}{L+\frac{z}{2}} \right) A_f$$

in cui:

- K permeabilità media espressa in m/s
- L indica il dislivello tra il fondo del pozzo ed il sottostante livello di falda. Per la determinazione del livello L si sono adottate le informazioni presenti nella documentazione geologica a corredo del PGT Comunale e dello studio semplificato;
- Z indica l'altezza utile di drenaggio;

- A_f indica l'area drenante del pozzo pari alla superficie di un anello di larghezza $z/2$ attorno alla base del pozzo.

Si propongono di seguito i seguenti interventi strutturali al fine di mitigare le problematiche emerse nel presente elaborato ed elencate nel paragrafo 2.1 della Relazione Generale.

Si specifica che, come previsto dal Regolamento, i seguenti interventi sono una serie di ipotesi di risoluzione che andranno verificate nel dettaglio e affinate nelle successive fasi di progettazione che potrebbero anche modificarne pesantemente l'assetto previsto nel presente elaborato.

[IS02] DISCONNESSIONE ACQUE METEORICHE DALLA RETE DI VIA SAN ROCCO

Al fine di prevenire gli allagamenti nei due punti della Via San Rocco (Problematica Po02), occorre:

1. [parte ovest] Realizzare una rete per la raccolta delle acque meteoriche, nel tratto di Via San Rocco che risulta sprovvisto di fognatura (tra Viale Silvio Pellico e Via Varese), con dispersione nel sottosuolo mediante pozzi perdenti, allacciato con una tubazione di troppo pieno alla tubazione esistente di drenaggio delle cunette verdi, poste ai lati della strada statale (SS341); a tal proposito si consiglia una sistemazione di tali cunette verdi, almeno nei pressi di Via San Rocco, con il pieno ripristino delle tubazioni poste al di sotto degli accessi carrabili;

Il progetto prevede di posare una tubazione $\varnothing 250$ in PVC strutturato che, raccogliendo le acque meteoriche dalle nuove caditoie che verranno poste sul tratto interessato (n. 10 caditoie, 5 per lato), le recapita, con una pendenza media del 5‰ a tre nuovi pozzi perdenti, posti sull'area verde a est di Via Silvio Pellico (indicata come possibile area di smaltimento delle acque meteoriche dall'Amministrazione Comunale).

Si prevede di posare la tubazione in posizione centrale della strada; la superficie afferente, formata dalla sola sede stradale (coefficiente di afflusso cautelativo pari a 0.95) ha una estensione di ca. 1.0 ha.

La portata massima, calcolata con la formula razionale e adottando un coefficiente medio di deflusso pari a 95 %, un tempo di corrivazione di 10 min e un tempo di ritorno di riferimento pari a 50 anni, è pari a 42.8 l/s.

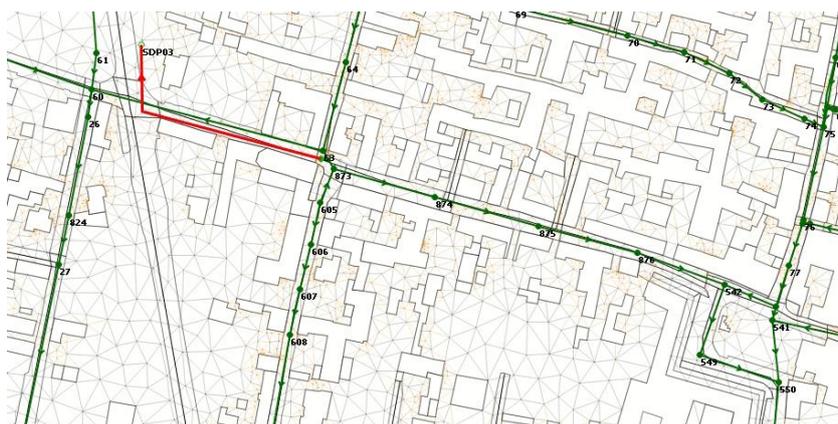


Fig. 7-1 – Via San Rocco (IS02) – nuova rete di drenaggio delle acque meteoriche nella parte ovest di Via San Rocco

2. [parte est] Si prevede la riprofilazione del piano viario, con inserimento di due ulteriori caditoie a drenare l'area interessata dall'allagamento;

Per quanto riguarda la parte est della strada, gli allagamenti potrebbero essere dovuti, sia alle quote del piano viario che non permettono il corretto defluire delle acque di dilavamento verso i punti di captazione preposti, sia alla ridotta capacità del collettore principale di Via Matteotti a recepire tali acque, in un punto dove la tubazione percorre curve strette e secche, che possono far rigurgitare il pelo libero del flusso idrico transitante; a tal proposito si prevede l'introduzione di due ulteriori caditoie e la riprofilazione della sede stradale, per migliorare il sistema di drenaggio e correggere le pendenze.

FORMULA RAZIONALE			
Parametro	Sigla	Unità	Valore
Area del bacino	<i>A</i>	<i>m^q</i>	1000
Area del bacino	<i>A</i>	<i>ha</i>	0.1
Area del bacino	<i>A</i>	<i>km^q</i>	0.001
Tempo di ritorno	<i>Tr</i>	<i>anni</i>	50
coefficiente a	<i>a</i>	<i>mm/h</i>	31.25
coefficiente n	<i>n</i>	-	0.3342
durata critica imposta	<i>d_c</i>	<i>min</i>	10
durata critica imposta	<i>d_c</i>	<i>ore</i>	0.167
altezza di pioggia	<i>h</i>	<i>mm</i>	62.2
intensita critica	<i>i_{cr}</i>	<i>mm/h</i>	171.7
coefficiente di deflusso	<i>φ</i>	-	0.95
Portata al colmo	<i>Q_{max}</i>	<i>mc/s</i>	0.0428
Portata al colmo	<i>Q_{max}</i>	<i>l/s</i>	42.8
udometrico	<i>u</i>	<i>l/s ha</i>	450.5

Tab. 7-2 – dati interventi [IS02]

La scala di moto uniforme riportata nella figura successiva attesta che la portata massima defluisce con un grado di riempimento pari al 81.6 %.

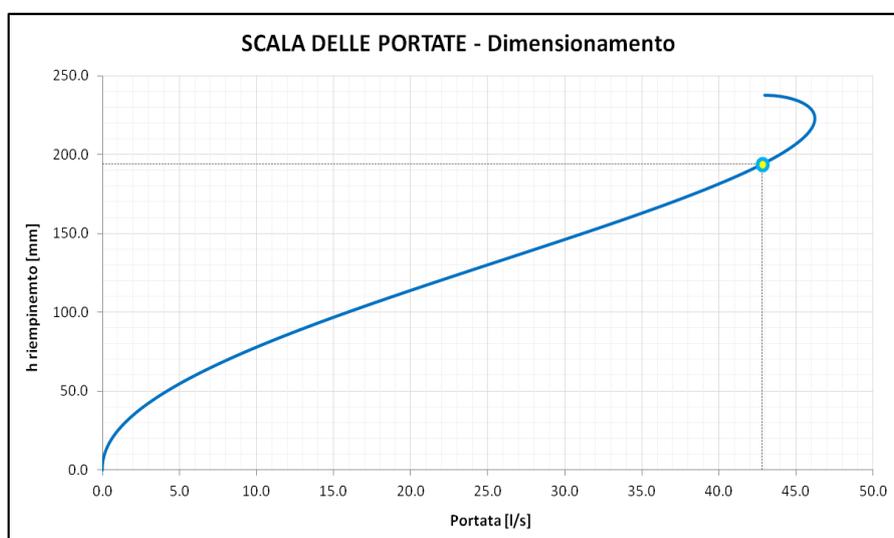


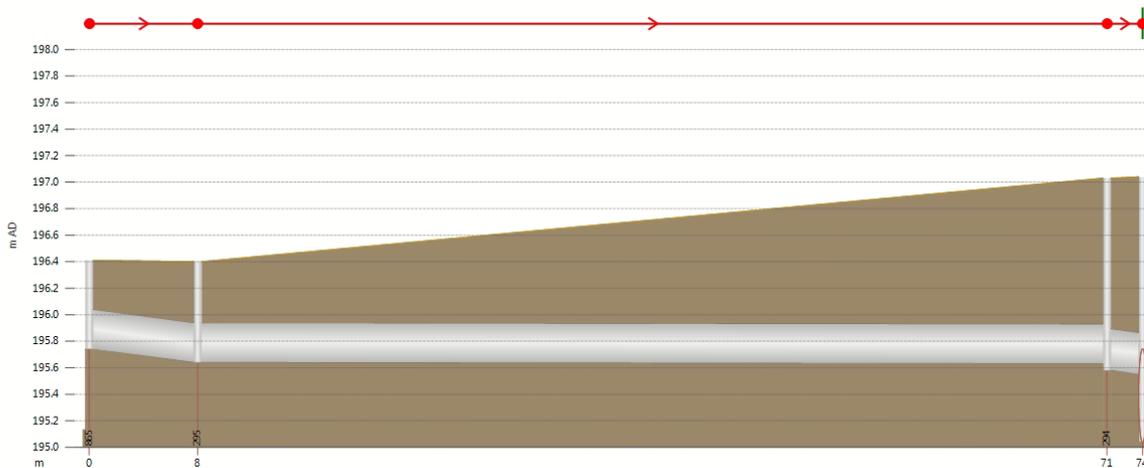
Fig. 7-2 – Scala di moto uniforme [IS02]

[IS03] MIGLIORAMENTO DELLA RETE FOGNARIA DI VICOLO SAN PAOLO

Al fine di prevenire gli allagamenti in Vicolo San Paolo (Po03), si prevede il **prolungamento** della rete fognaria esistente fino alla fine della strada (zona sud) con un PVC 315 mm, e la **rettifica delle pendenze** della rete esistente (fino ad una pendenza costante del 4‰), che il rilievo evidenzia essere prossima allo zero soprattutto nel tratto centrale; a tale intervento ovviamente si introducono dei miglioramenti nel drenaggio delle acque di dilavamento stradali, tramite l'integrazione di caditoie per la captazione delle stesse.



Fig. 7-3 – Planimetria stato di fatto (sx) e stato di progetto (dx) della tubazione di Vicolo San Paolo [IS03]



Collegamento	865.1	295.1	294.1
Lunghezza (m)	7.6	63.7	2.5
ID Forma	CIRC	CIRC	CIRC
Altezza (mm)	300	300	315
Livello Scorrimento Monte (m AD)	195.740	195.640	-
Livello Scorrimento Valle (m AD)	195.640	195.630	-
Pendenza (m/m)	0.01313	0.00016	-
Capacità tubo pieno (m ³ /s)	0.112	0.012	0.122
Nodo	865	295	294
Livello Terreno (m AD)	196.410	196.400	197.030

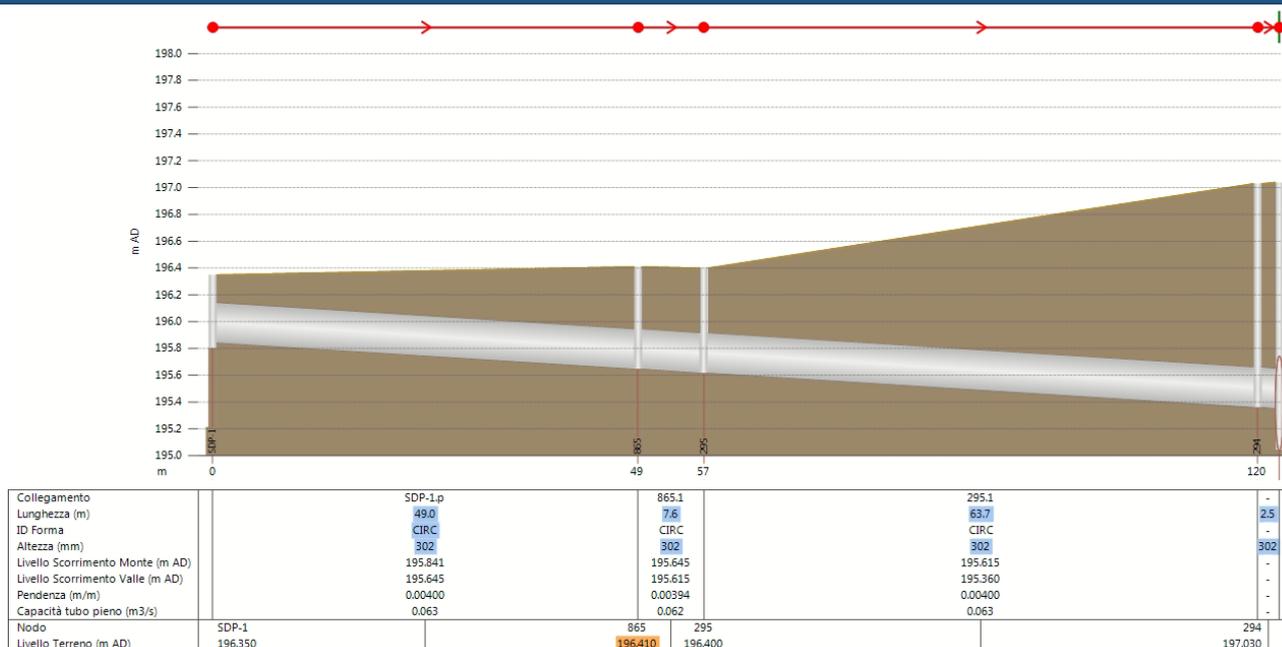


Fig. 7-4 – Profili dello stato di fatto (sopra) e stato di progetto (sotto) della tubazione di Vicolo San Paolo [IS03]

I benefici di tale intervento sarebbero effettivi solamente nel caso in cui la tubazione di recapito, (CLS 700 mm - Via Cavour), non si riempra totalmente ($h_{idrica} \geq 1$ m), caso in cui la fognatura del Vicolo San Paolo verrebbe rigurgitata e, dato che la pendenza della strada è contraria a quella della fognatura e pertanto il livello del piano campagna inferiore a quello di Via Cavour, potrebbe dare luogo ad allagamenti.

Dal profilo dello stato di progetto è possibile evincere la bassa profondità di posa della nuova tubazione, motivo per cui è necessario considerare un riempimento dello scavo idoneo alla verifica statica e dinamica dei pesi lungo l’asse stradale.

Alternativamente al potenziamento della linea in oggetto, potrebbe essere vagliata l’ipotesi della formazione di una piccola stazione di pompaggio a fine via, che raccolga i contributi dei bacini afferenti e sollevi l’acqua fino a Via Cavour, con un opportuno volume di compenso; ovviamente tale ipotesi, che non viene progettata nel presente documento, avrebbe un costo più elevato, sia di investimento iniziale, sia di mantenimento e funzionamento dell’impianto, lungo l’arco della sua vita utile (costo gestionale).

La possibilità di connettere la linea di Vicolo San Paolo verso sud, ovvero lungo il naturale gradiente geodetico, non risulta fattibile, sia dal punto di vista economico che tecnico.

IS03	Vicolo San Paolo
Q da smaltire (T 10 anni) [l/s]	50
Q smaltibile [l/s] – tubo esistente	12
Q smaltibile [l/s] - nuovo tubo	63

Tab. 7-3 – dati interventi [IS03]

[IS04] RIPRISTINO DRENAGGIO STRADALE E PENDENZE TRASVERSALI IN CORSO ITALIA

La problematica degli allagamenti nella zona industriale di Corso Italia (Ln01) ha richiesto ulteriori indagini, per comprenderne le cause e l'entità; le evidenze dello stato di fatto che sono:

- La strada principale è una strada provinciale (exSS527) interessata da traffico pesante e sulla cui asta, nel tratto interessato, non sono presenti aree residenziali;
- L'area non è adatta all'infiltrazione nel sottosuolo mediante i più comuni sistemi di dispersione, in quanto posta all'interno di un'area di rispetto di un pozzo ad uso potabile e di un'area sottoposta ad indagine ambientale; l'unica parte in cui sarebbe possibile drenare le acque meteoriche stradali, si trova nella parte più alta (rotonda del Bennet), ma tale possibilità è da scartare in quanto non sarebbe possibile drenare tutto il tratto stradale e convogliare le acque fino al punto considerato per motivi geodetici (Nord = quota p.c. 209.4 m s.l.m. – Sud = quota p.c. 206.9 m s.l.m.);

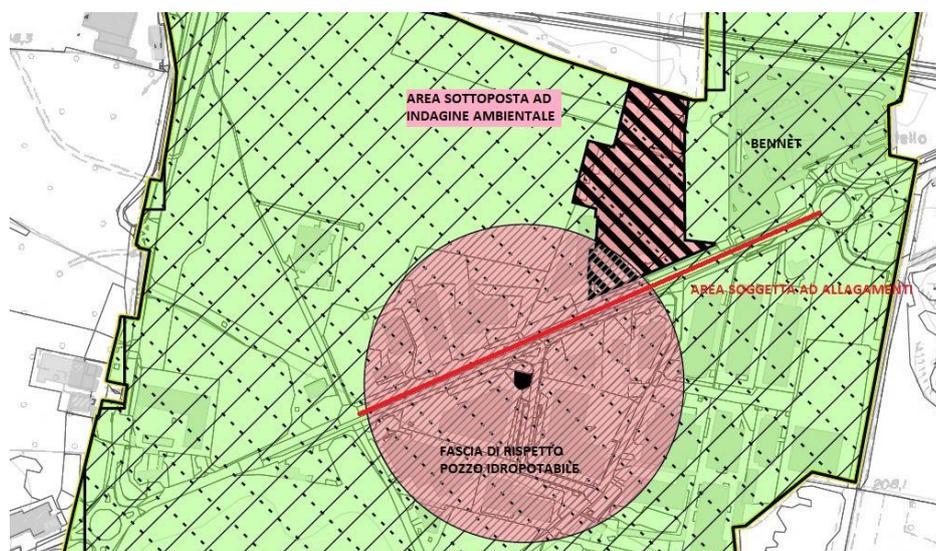


Fig. 7-5 – Permeabilità e limitazioni zona intervento

- È presente un sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici stradali, costituito da un fosso drenante centrale, posto tra le due corsie costituenti la carreggiata, e da un fosso laterale (nord) presente solo a tratti;



Fig. 7-6 – Particolare fosso di drenaggio provinciale



Fig. 7-7 – Particolare fosso di drenaggio provinciale

Gli allagamenti a cui l'ufficio tecnico comunale fa riferimento, sono relativi alle ampie e persistenti pozzanghere che permangono sul lato nord della SP, tra le recinzioni delle aree industriali e la sede stradale, nei punti in cui, non essendo presente il verde, si presuppone siano luogo di sosta di veicoli, anche pesanti.



Fig. 7-8 – Particolare avvallamenti su banchina

Tale fenomeno è imputabile a vari fattori, tra cui:

- la pendenza della sede stradale che non convoglia le acque verso il centro della carreggiata, ma anche sul lato;
- su tale lato non è presente un fosso di infiltrazione;
- il piano viario, forse a seguito di asfaltature susseguitesesi negli anni, è sopraelevato rispetto alla fascia laterale, in terra o prato;
- la sosta e il transito di veicoli pesanti sulla fascia laterale in terra provoca una compattazione e un ribassamento della zona, che viene riempita durante gli eventi meteorici.

Tutto quanto sopra premesso e data l'impossibilità di procedere con la realizzazione di una rete di drenaggio, sia per motivi tecnici che di vincolo idrogeologico, si propone quanto segue:

- Ripristino del fosso di guardia esistente sul lato nord, senza ampliamenti o modifiche alla geometria;
- Formazione, con apporto di materiale stabilizzato, di un piano di fondazione stradale di sosta a lato strada che abbia pendenze e altezze consone allo scolo dell'acqua, verso il lato drenante o verso il centro.

L'intervento, non risolutivo a lungo termine, è da ritenersi necessitante di approfondimenti nella fase di progettazione.

[IS05] DISCONNESSIONE E AMPLIAMENTO RETI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE – VICOLO KENNEDY E VIA XXVIII MAGGIO

Al fine di prevenire gli allagamenti in Vicolo Kennedy e Via XXVIII Maggio (Po05) e della porzione di Via Roma all'incrocio con i vicoli sopraccitati, si prevede la disconnessione delle caditoie ivi presenti, l'ampliamento della rete di drenaggio fino alla fine dei vicoli e la dispersione delle acque meteoriche raccolte tramite pozzi perdenti posizionati nelle aree parcheggio.

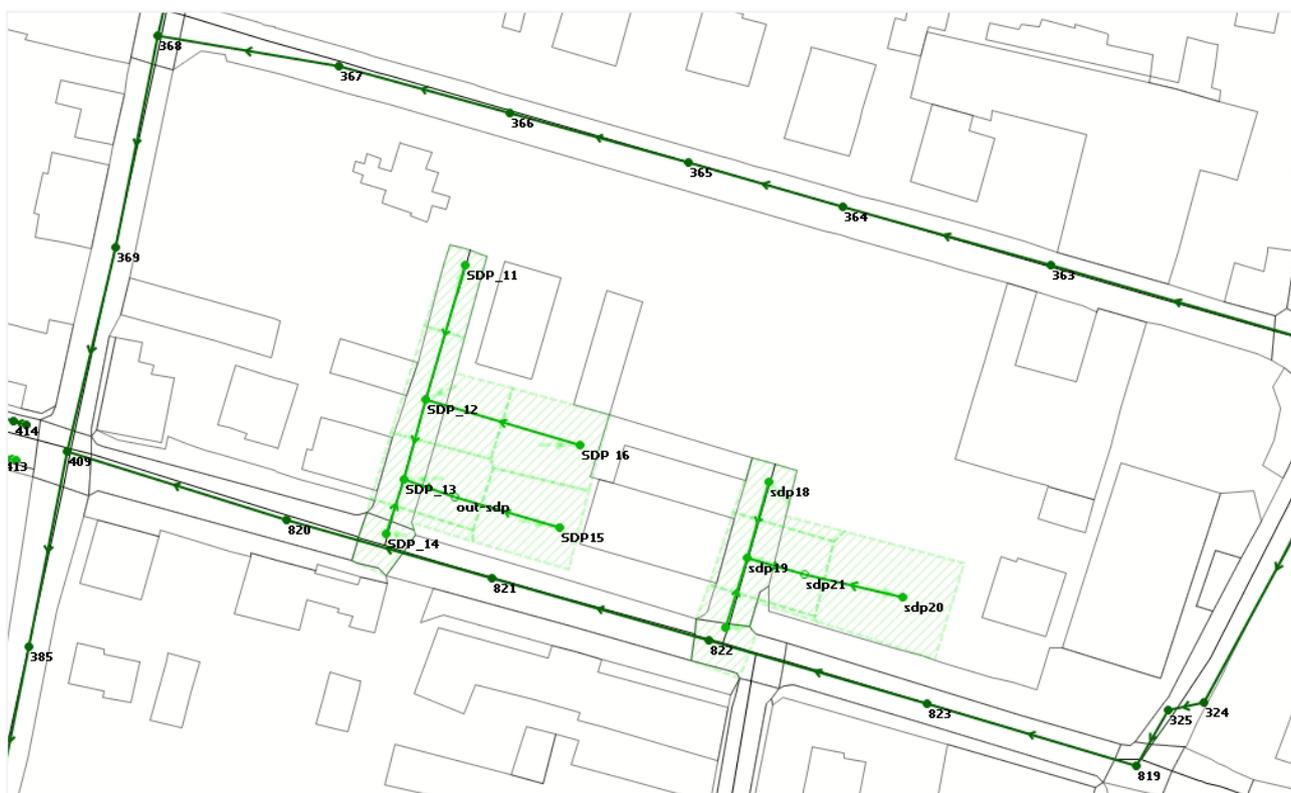


Fig. 7-9 – Nuove reti di drenaggio con dispersione nel sottosuolo, di Vicolo Kennedy (sx) e Via 28 Maggio (dx).

Di seguito si riepilogano i dati relativi al dimensionamento di massima delle tubazioni e del sistema disperdente, costituito da pozzi perdenti.

IS05	VICOLO KENNEDY / VICOLO 28 MAGGIO
classe permeabilità k	C1 ($1.53 \cdot 10^{-3}$ // $1.24 \cdot 10^{-3}$ m/s)
k (m/s) assunto (limite inferiore)	0.00153
Area vicolo + parcheggio (Kennedy) [mq]	1490
Area vicolo + parcheggio (28 Maggio) [mq]	565

Vicolo Kennedy		Vicolo 28 Maggio	
A strada (ha)	0.149	A strada (ha)	0.0565
coeff di deflusso	1	coeff di deflusso	1
i (mm/h) Tr 50 anni - d 10 min	171.7	i (mm/h) Tr 50 anni - d 10 min	171.7
Precipitazione		Precipitazione	
Q ingresso (mc/s)	0.071	Q ingresso (mc/s)	0.027
Q ingresso (l/s)	71.1	Q ingresso (l/s)	27.0
Diametro tubo		Diametro tubo	
Ks (m ^{1/3} /s)	90	Ks (m ^{1/3} /s)	90
Materiale	PVC	Materiale	PVC
Diametro	315	Diametro	250
Grado di riempimento	70%	Grado di riempimento	55%
V (m/s)	1.26	V (m/s)	1.01
Q (l/s)	66	Q (l/s)	25.2
Pendenza (m/m)	0.005	Pendenza (m/m)	0.005
Dispersione		Dispersione	
classe c1	c1 (1.53*10 ⁻³ // 1.24 * 10 ⁻³)	classe c1	c1 (1.53*10 ⁻³ // 1.24 * 10 ⁻³)
Permeabilità k (m/s)	0.00153	Permeabilità k (m/s)	0.00153
Profondità pozzo (m da p.c.)	3	Profondità pozzo (m da p.c.)	2.5
Profondità falda (m da p.c.)	27.5	Profondità falda (m da p.c.)	27.5
Dislivello fondo - falda L (m)	24.5	Dislivello fondo - falda L (m)	25
Diametro interno pozzo (m)	1.5	Diametro interno pozzo (m)	1.5
Altezza utile di drenaggio z (m)	2	Altezza utile di drenaggio z (m)	1.5
Area dreaante efficace - Af (mq)	21.99	Area dreaante efficace - Af (mq)	14.14
Q smaltibile (mc/s)	0.03497	Q smaltibile (mc/s)	0.02226
Q smaltibile (l/s)	35.0	Q smaltibile (l/s)	22.3
Numero pozzi perdenti necessari	3.00	Numero pozzi perdenti necessari	2.00
(numero non arrotondato)	2.03	(numero non arrotondato)	1.21

Tab. 7-4 – dati interventi [IS05]

Come evento critico per il bacino in oggetto, si è scelto quello pari al tempo di corrivazione, che è circa 10 minuti.

[IS06] DISCONNESSIONI RETI DI DRENAGGIO METEORICO DALLA RETE DI ACQUE MISTE

Di seguito si propongono alcune disconnessioni di reti bianche esistenti (Ln02), che recapitano in fognatura mista, o la separazione della rete mista, per disperdere il contributo meteorico nel sottosuolo.

Tali interventi sono stati pensati per ridurre il carico idraulico sulla rete che attraversa il centro città, in quanto il modello ne evidenzia diverse difficoltà di trasporto della portata idrica durante gli eventi meteorici modellati.

A tal fine, si è proceduto al dimensionamento di massima della tubazione di convogliamento e del sistema disperdente, considerando durate critiche degli eventi tra i 10 e i 15 minuti e tempo di ritorno pari a 50 anni; conseguentemente le tubazioni così dimensionate vanno considerate come il diametro massimo da utilizzare a fine bacino.

Sulla base delle aree stradali drenate, e considerando la durata critica dell'intera rete fognaria del Comune di Vanzaghello ($d_c = 1$ h), i contributi di portata idrica defluente, che verrebbero meno al sistema fognario, sono riportati nella seguente tabella:

INTERVENTI INTEGRATIVI - IS07				Area drenata (ha)	Area drenata (mq)	Lunghezza asta principale (m)	Q (l/s) - TR 10 anni	Q (l/s) - TR 50 anni	Q (l/s) - TR 100 anni
1	Disconnessione parcheggio	via Ragazzi del '99	Dispersione nel sottosuolo rete bianca esistente che drena il parcheggio	0.238	2380	60	29.3	39.1	43.3
2	Disconnessione via e parchegg	via O. Respighi	Rete di raccolta e dispersione acque bianche stradali con dispersione nell'aiuola del parcheggio a sud	0.3864	3864	330	47.6	63.5	70.3
3	Disconnessione vie	via Puccini, Paganini	Intercettazione rete di drenaggio e dispersione nel sottosuolo (parchetto di Via Paganini)	0.223	2230	150	27.4	36.6	40.6
TOTALE				0.8474	8474		104.3	139.2	154.2

Tab. 7-5 – dati interventi [IS07]

Tra gli interventi proposti, quello migliore dal punto di vista del costo-beneficio è sicuramente il primo, in quanto la rete di drenaggio è già presente e basterebbe deviarla verso un nuovo sistema di dispersione nel sottosuolo.

1. **Parcheggio di Via Ragazzi del '99:** la rete di drenaggio di quest'area di sosta, come indicato nel rilievo, recapita le acque meteoriche nella fognatura mista; è possibile drenare questo contributo, direttamente nel sottosuolo, dopo gli opportuni sistemi di trattamento necessari.

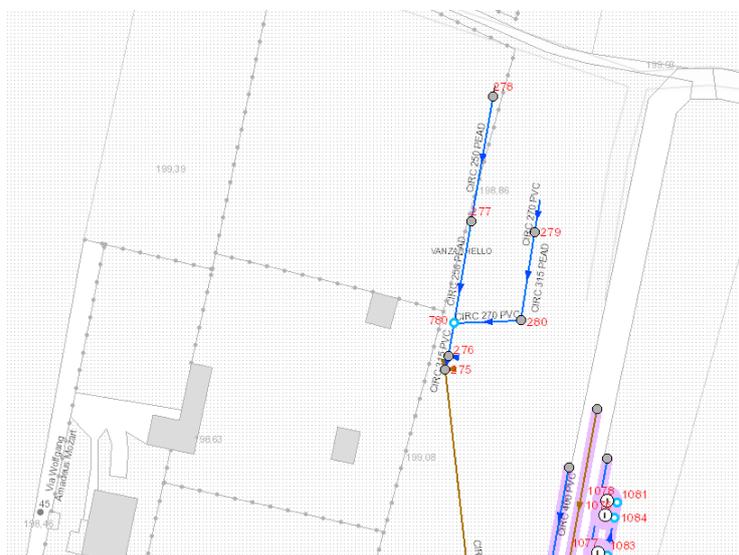


Fig. 7-10 – Area interessata dall'intervento

IS06	PARCHEGGIO VIA RAGAZZI DEL '99
Area strada (ha)	0.238
Coeff di deflusso (-)	0.95
i (mm/h) Tr 50 anni - d 10 min	171.7
Precipitazione	
Q ingresso (mc/s)	0.108
Q ingresso (l/s)	107.9
Diametro tubo	
Ks (m ^{1/3} /s)	90
Materiale	PVC
Diametro (mm)	400
Grado di riempimento	62%
V (m/s)	1.43
Q (l/s)	105.3
Pendenza (m/m)	0.005
Dispersione	
Classe permeabilità	c1 (1.53*10 ⁻³ // 1.24 * 10 ⁻³)
Permeabilità k (m/s)	0.00153
Profondità pozzo (m da p.c.)	3
Profondità falda (m da p.c.)	30
Dislivello fondo - falda - L (m)	27
Diametro interno pozzo (m)	1.5
Altezza utile di drenaggio - z (m)	2
Area dreaante efficace - Af (mq)	21.99
Q smaltibile (mc/s)	0.03485
Q smaltibile (l/s)	34.8
Numero pozzi perdenti necessari	4.00
(numero non arrotondato)	3.10

Tab. 7-6 – dati interventi [IS07 - 1]

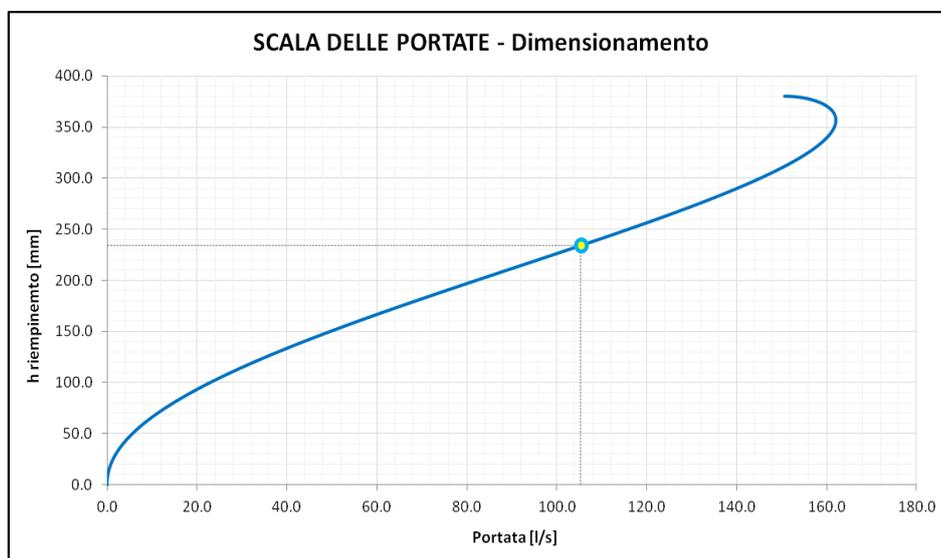
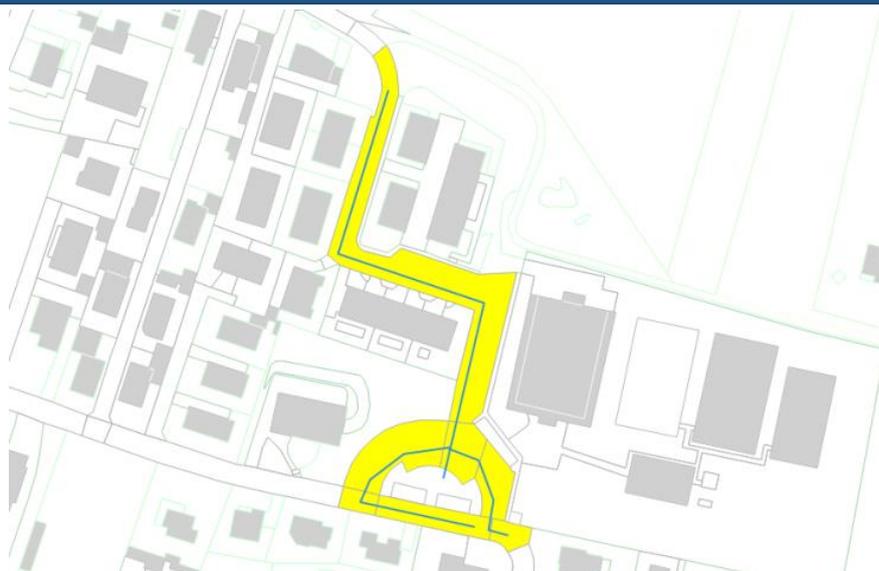


Fig. 7-11 – Scala di moto uniforme [IS07-1]

2. **Via Respighi:** questa via, dotata di parcheggi laterali, è un'area dove è possibile, con una nuova rete di drenaggio, disperdere il contributo delle acque meteoriche nel sottosuolo dell'aiuola posta a sud, dopo gli opportuni trattamenti prescritti.



. Fig. 7-12 – Area interessata dall’intervento

IS06	VIA RESPIGHI
Area strada (ha)	0.3864
Coeff di deflusso (-)	0.95
i (mm/h) Tr 50 anni - d 15 min	139.9
Precipitazione	
Q ingresso (mc/s)	0.143
Q ingresso (l/s)	142.8
Diametro tubo	
Ks (m ^{1/3} /s)	90
Materiale	PVC
Diametro (mm)	400
Grado di riempimento	72%
V (m/s)	1.49
Q (l/s)	130.3
Pendenza (m/m)	0.005
Dispersione	
Classe permeabilità	c1 (1.53*10 ⁻³ // 1.24 * 10 ⁻³)
Permeabilità k (m/s)	0.00153
Profondità pozzo (m da p.c.)	3
Profondità falda (m da p.c.)	30
Dislivello fondo - falda - L (m)	27
Diametro interno pozzo (m)	1.5
Altezza utile di drenaggio - z (m)	2
Area dreanante efficace - Af (mq)	21.99
Q smaltibile (mc/s)	0.03485
Q smaltibile (l/s)	34.8
Numero pozzi perdenti necessari	5.00
(numero non arrotondato)	4.10

Tab. 7-7 – dati interventi [IS07 - 2]

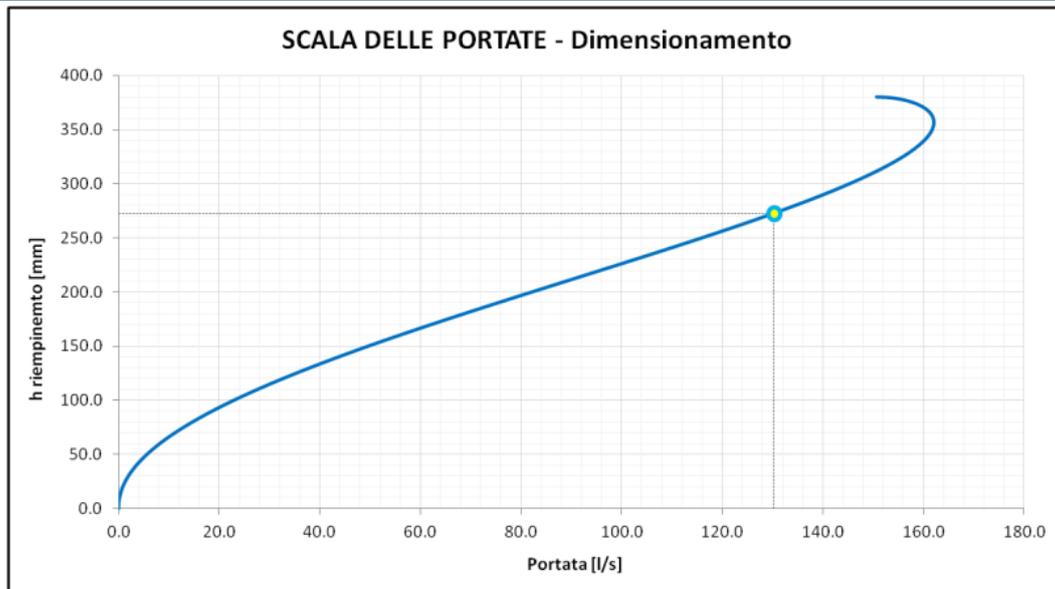


Fig. 7-13 – Scala di moto uniforme [IS07-2]

3. **Via Puccini e Via Paganini:** I contributi delle strade citate potrebbero venire raccolti da una nuova rete di drenaggio e dispersi nel sottosuolo dell'area verde ivi presente, dopo gli opportuni trattamenti richiesti.

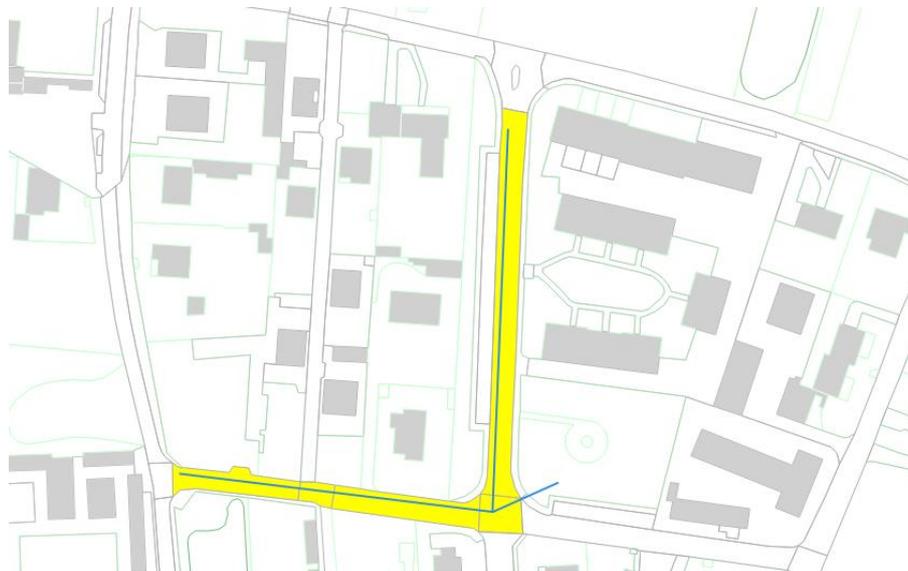


Fig. 7-14 – Area interessata dall'intervento

IS06	VIA PUCCINI - VIA PAGANINI
Area strada (ha)	0.223
Coeff di deflusso (-)	0.95
i (mm/h) Tr 50 anni - d 15 min	139.9
Precipitazione	
Q ingresso (mc/s)	0.082
Q ingresso (l/s)	82.4
Diametro tubo	
Ks (m ^{1/3} /s)	90
Materiale	PVC
Diametro (mm)	400
Grado di riempimento	52%
V (m/s)	1.34
Q (l/s)	78.9
Pendenza (m/m)	0.005
Dispersione	
Classe permeabilità	c1 (1.53*10 ⁻³ // 1.24 * 10 ⁻³)
Permeabilità k (m/s)	0.00153
Profondità pozzo (m da p.c.)	3
Profondità falda (m da p.c.)	30
Dislivello fondo - falda - L (m)	27
Diametro interno pozzo (m)	1.5
Altezza utile di drenaggio - z (m)	2
Area dreaante efficace - Af (mq)	21.99
Q smaltibile (mc/s)	0.03485
Q smaltibile (l/s)	34.8
Numero pozzi perdenti necessari	3.00
(numero non arrotondato)	2.36

Tab. 7-8 – dati interventi [IS07 - 3]

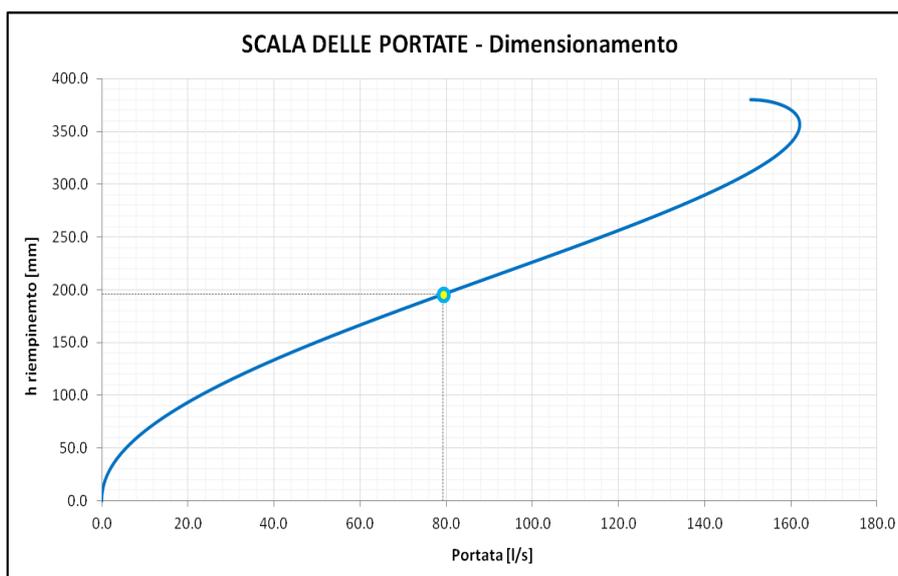


Fig. 7-15 – Scala di moto uniforme [IS07-3]

[IS07] SISTEMA DI MONITORAGGIO ED ALLARME ALLAGAMENTI DEI SOTTOPASSI

I sottopassi di via Novara, via Bachlet e il sottopasso della Stazione ferroviaria (Pt02, Pt03, Pt04), in quanto punti di depressione artificiale del suolo, sono soggetti ad allagamenti e pertanto critici dal punto di vista idraulico.

Al fine di ridurre i rischi correlati con l'allagamento di tali strutture, nel presente piano vengono computati parametricamente, le installazioni di impianti semaforici e sensori atti a segnalare tempestivamente l'arresto della marcia agli utenti che usufruiscono del sottopasso, appena prima dell'allagamento dell'area.

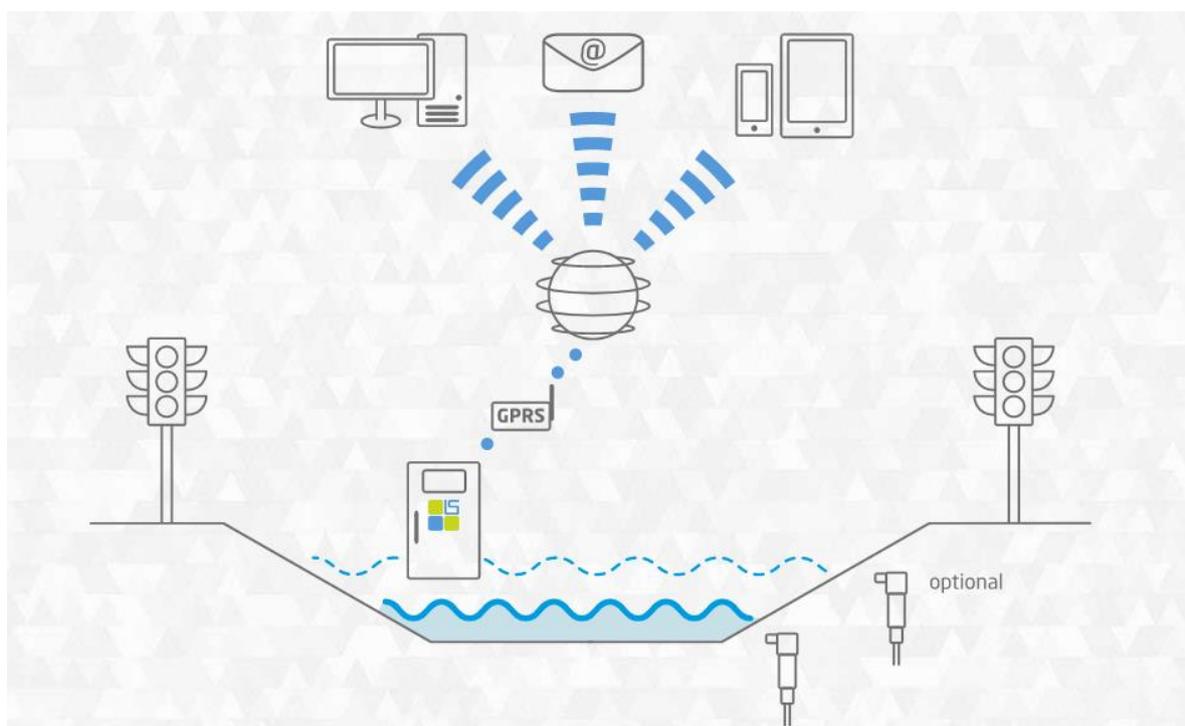


Fig. 7-16 – Esempio di sistema di monitoraggio e allarme per l'allagamento di sottopassi stradali

7.3 RIASSUNTO INTERVENTI STRUTTURALI

Nella seguente tabella si riassumono gli interventi visti in precedenza con associata una stima economica parametrica di massima da verificare in sede dei successivi livelli di progettazione.

COD.	DENOMINAZIONE INTERVENTO	PROBLEMATICHE PARAGRAFO 6.2
[IS01]	Riqualficazione area e vasca di spagliamento – Via Gallarate	Pt01
[IS02]	Disconnessione acque meteoriche dalla rete di Via San Rocco	Po02
[IS03]	Miglioramento della rete fognaria di Vicolo San Paolo	Po04
[IS04]	Ripristino drenaggio stradale e pendenze trasversali in Corso Italia	Ln01
[IS05]	Disconnessione e ampliamento reti di drenaggio delle acque meteoriche – Vicolo Kennedy e Via XXVIII Maggio	Po05
[IS06]	Disconnessioni reti di drenaggio meteorico dalla rete di acque miste	Ln02
[IS07]	Sistema di monitoraggio ed allarme allagamenti dei sottopassi	Pt02-03-04

Tab. 7-9 - Elenco degli interventi strutturali previsti e costi parametrici

7.4 AREE DA DESTINARE AD INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Il R.R. 7/2017 (art. 14, c. 7) richiede l'individuazione di aree da destinare per l'attuazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica. Con riferimento agli interventi strutturali riportati nel capitolo precedente, le tavole allegate riportano la corrispondente ubicazione; in fase progettuale si renderanno necessarie ulteriori precisazioni relative alle aree coinvolte, sulla base degli strumenti urbanistici e in accordo con i privati proprietari, eventualmente coinvolti.

7.5 ULTERIORI INTERVENTI STRUTTURALI

Il Comune, indipendentemente dagli interventi strutturali individuati in precedenza, ha l'obbligo di provvedere alla progettazione di idonee misure di invarianza idraulica per gli interventi di propria competenza che ricadano nelle casistiche previste dal regolamento ed elencate nel Capitolo 0.3. Per aiutare nell'orientarsi sulla tipologia di opera e, conseguentemente, di filosofia progettuale, si faccia riferimento all'Allegato L del Regolamento riportante le *"Indicazioni Tecniche Costruttive ed Esempi di Buone Pratiche di Gestione delle Acque Meteoriche in Ambito Urbano"*.

Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti la percentuale di riempimento delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati di 10, 50 e 100 anni. Successivamente sono riportati gli allagamenti sul territorio comunale generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura nodi per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 anni.

¹ Per i costi relativi all'intervento IS01 fare riferimento al Piano Investimenti CAP Holding

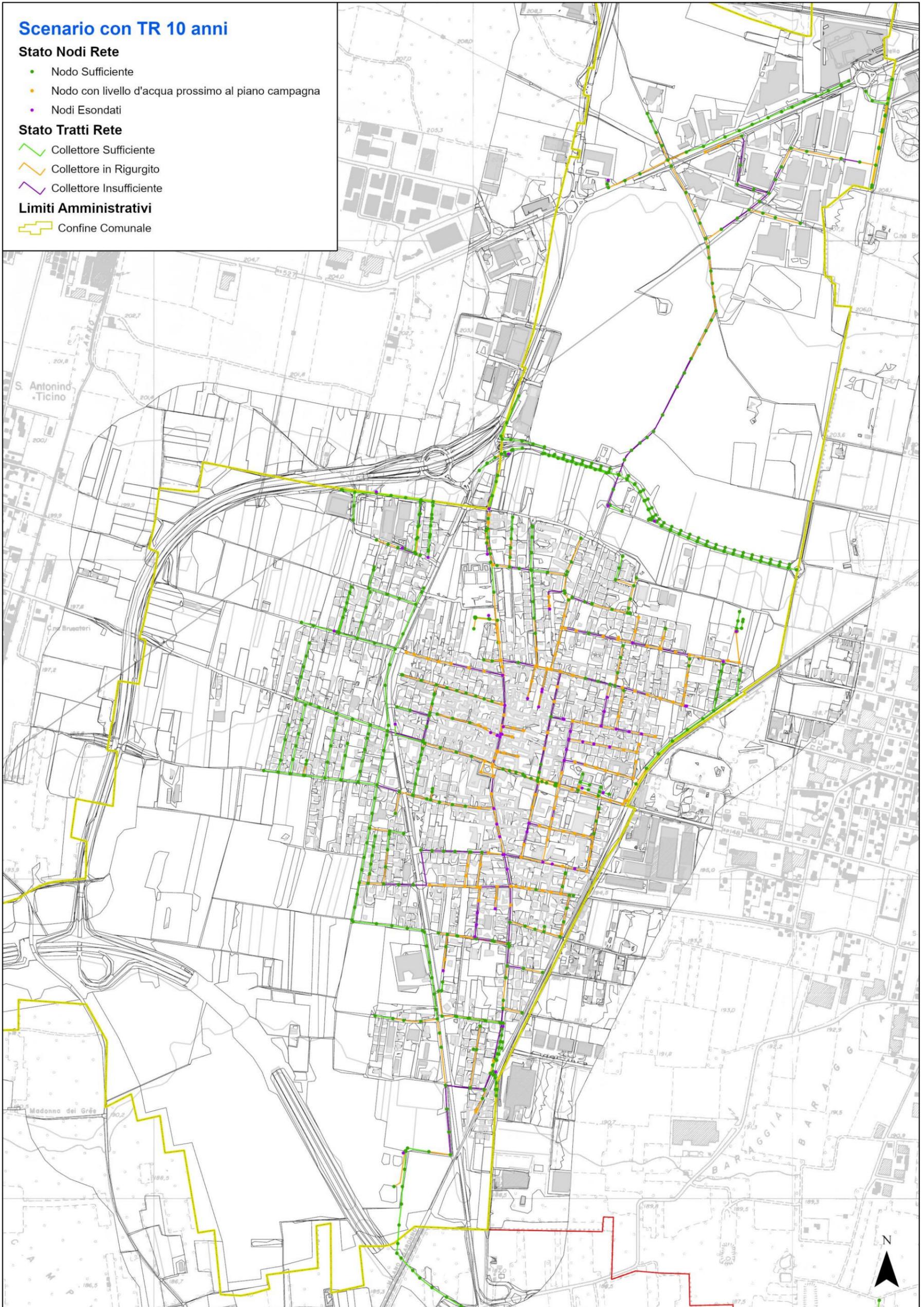


Fig. 7-17 - Simulazione rete fognaria TR 10 anni - Stato di Progetto

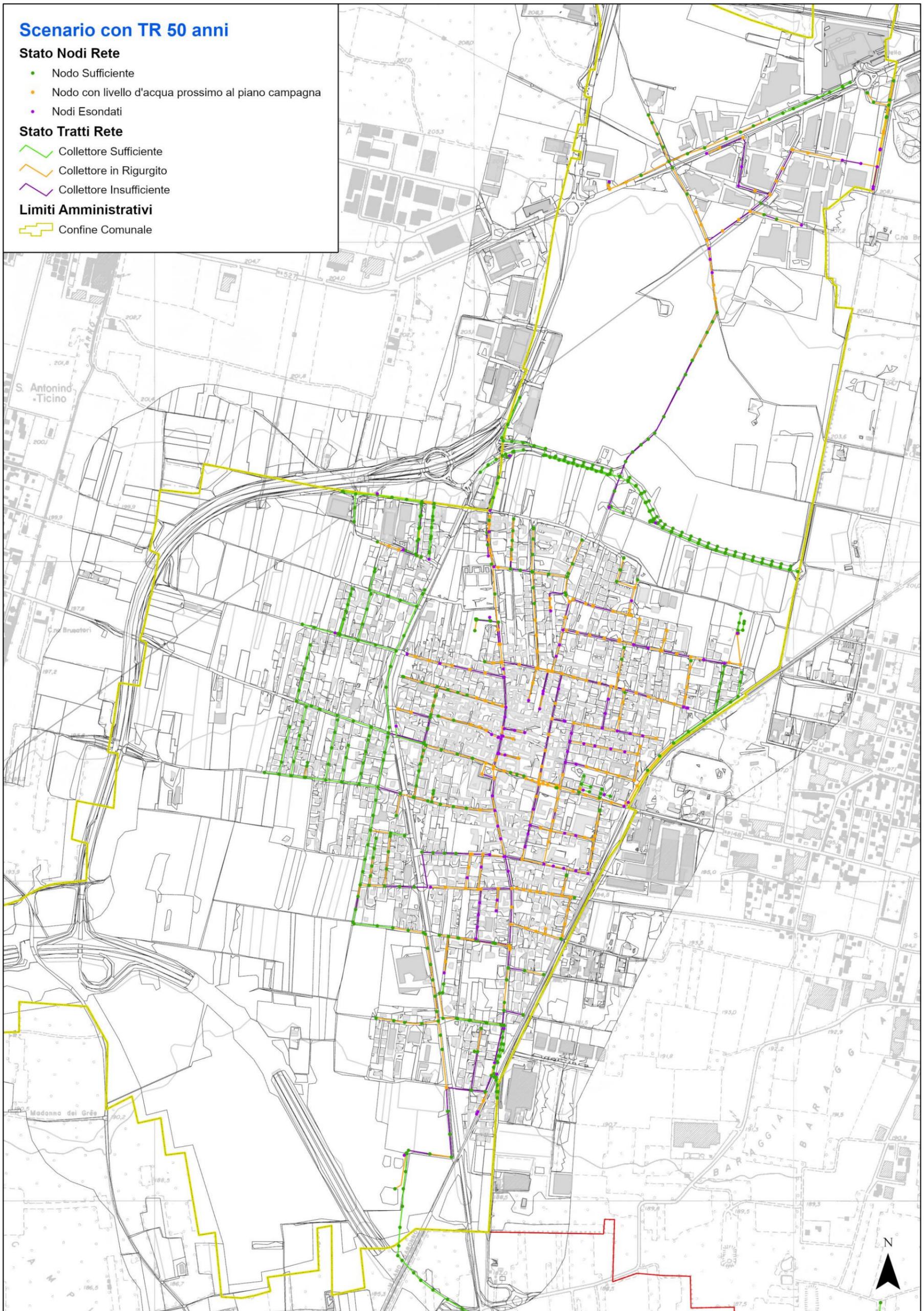


Fig. 7-18 - Simulazione rete fognaria TR 50 anni - Stato di Progetto

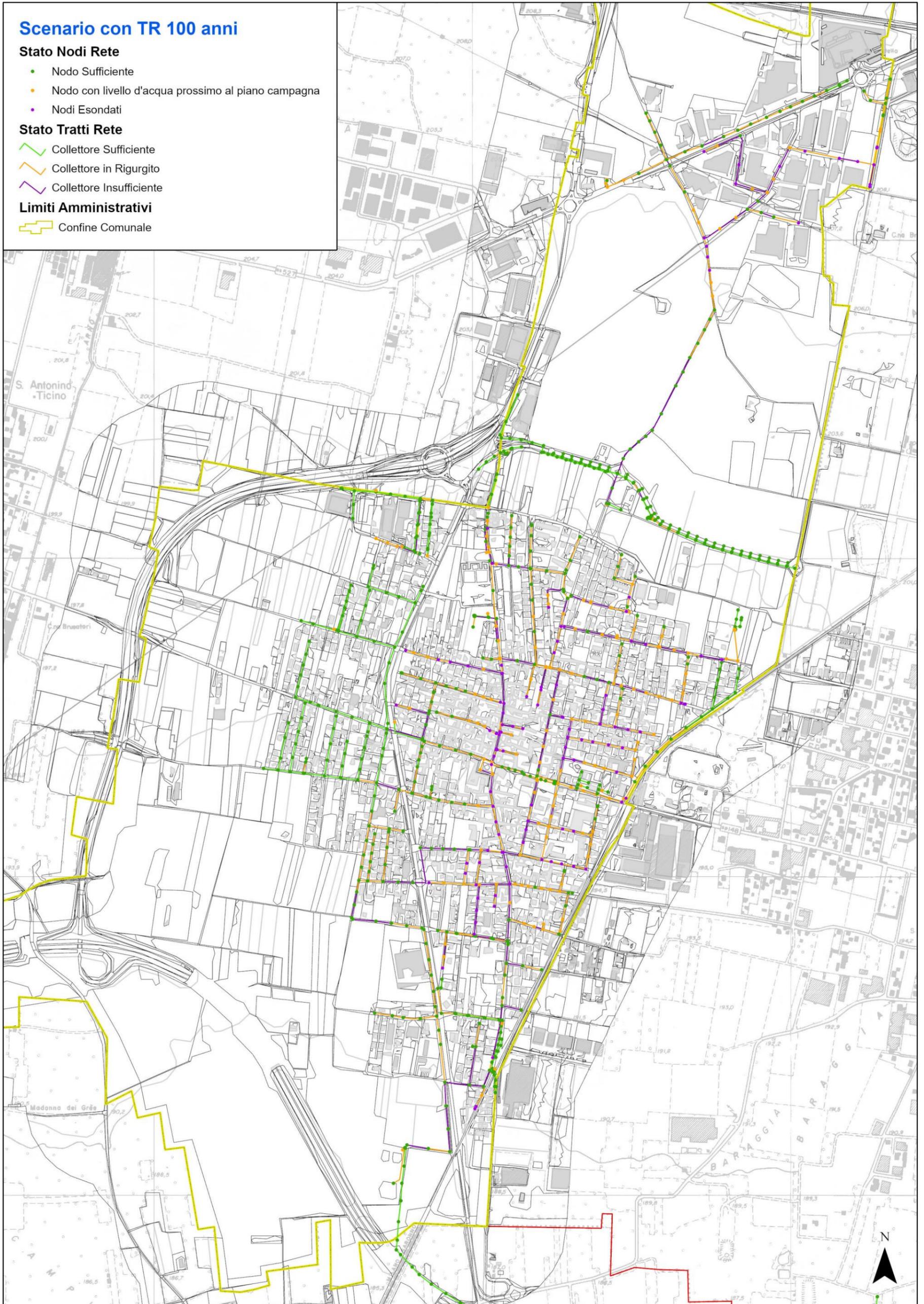


Fig. 7-19 - Simulazione rete fognaria TR 100 anni - Stato di Progetto

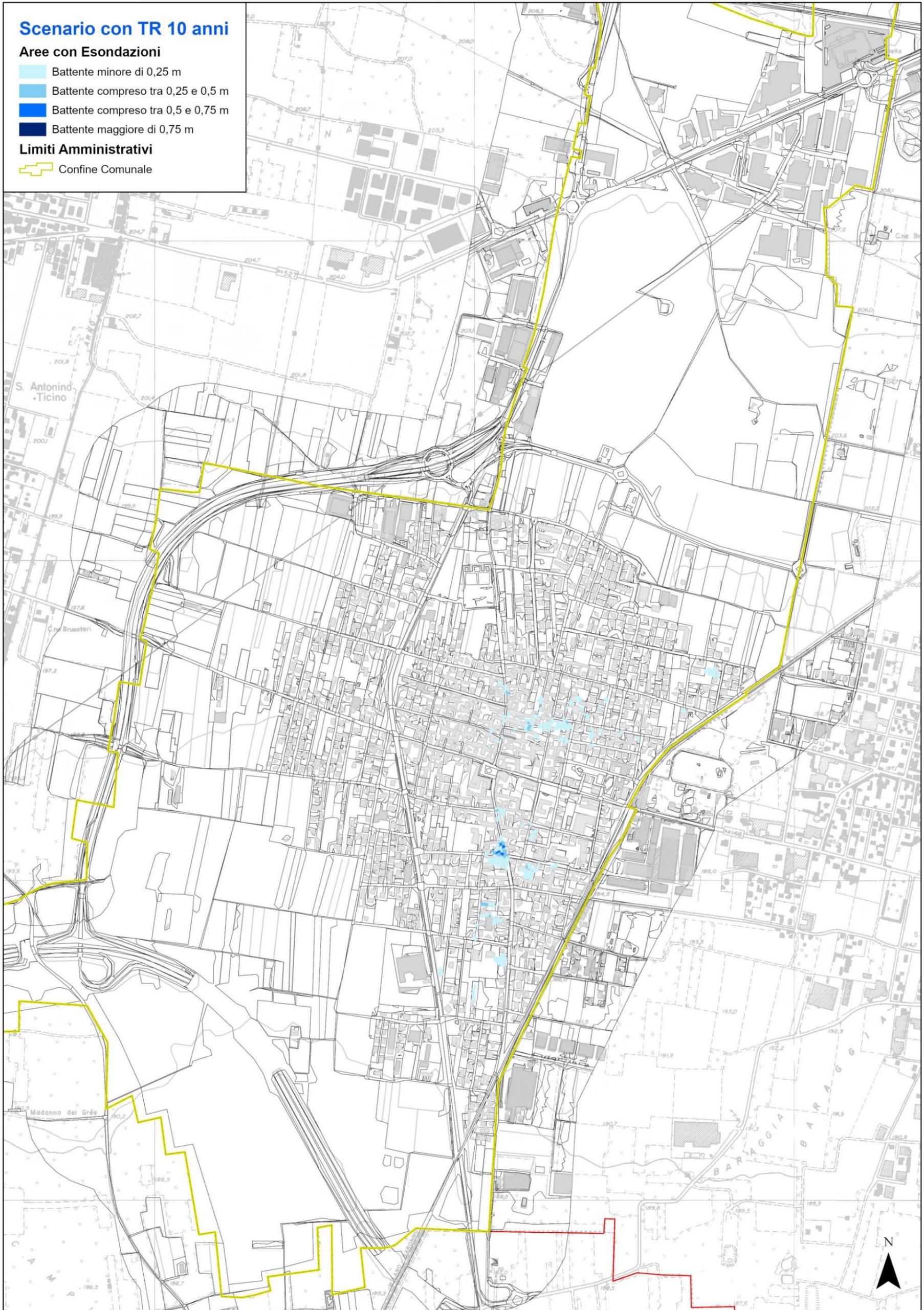


Fig. 7-20 - Aree allagate TR 10 anni - Stato di Progetto

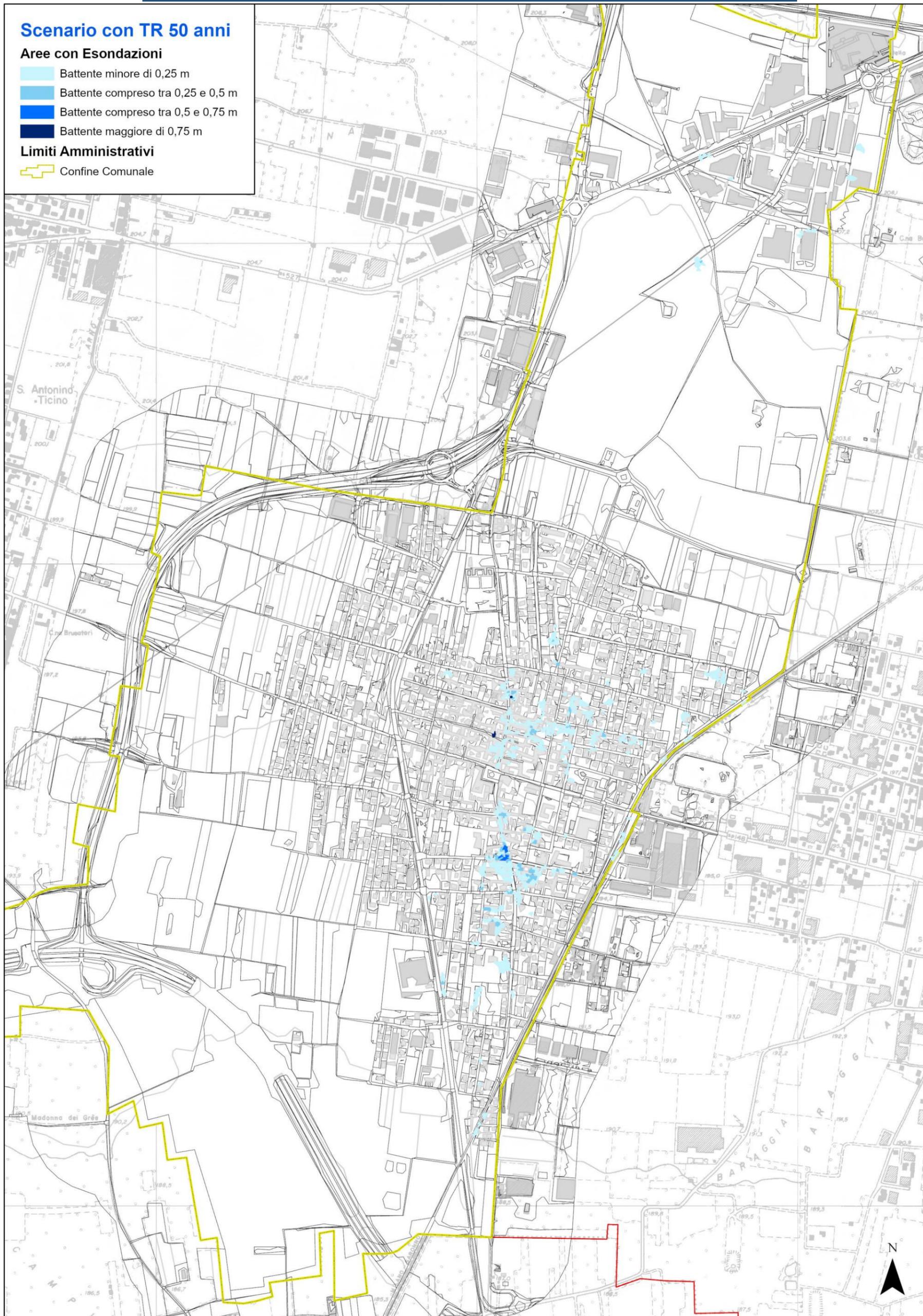


Fig. 7-21 - Aree allagate TR 50 anni - Stato di Progetto

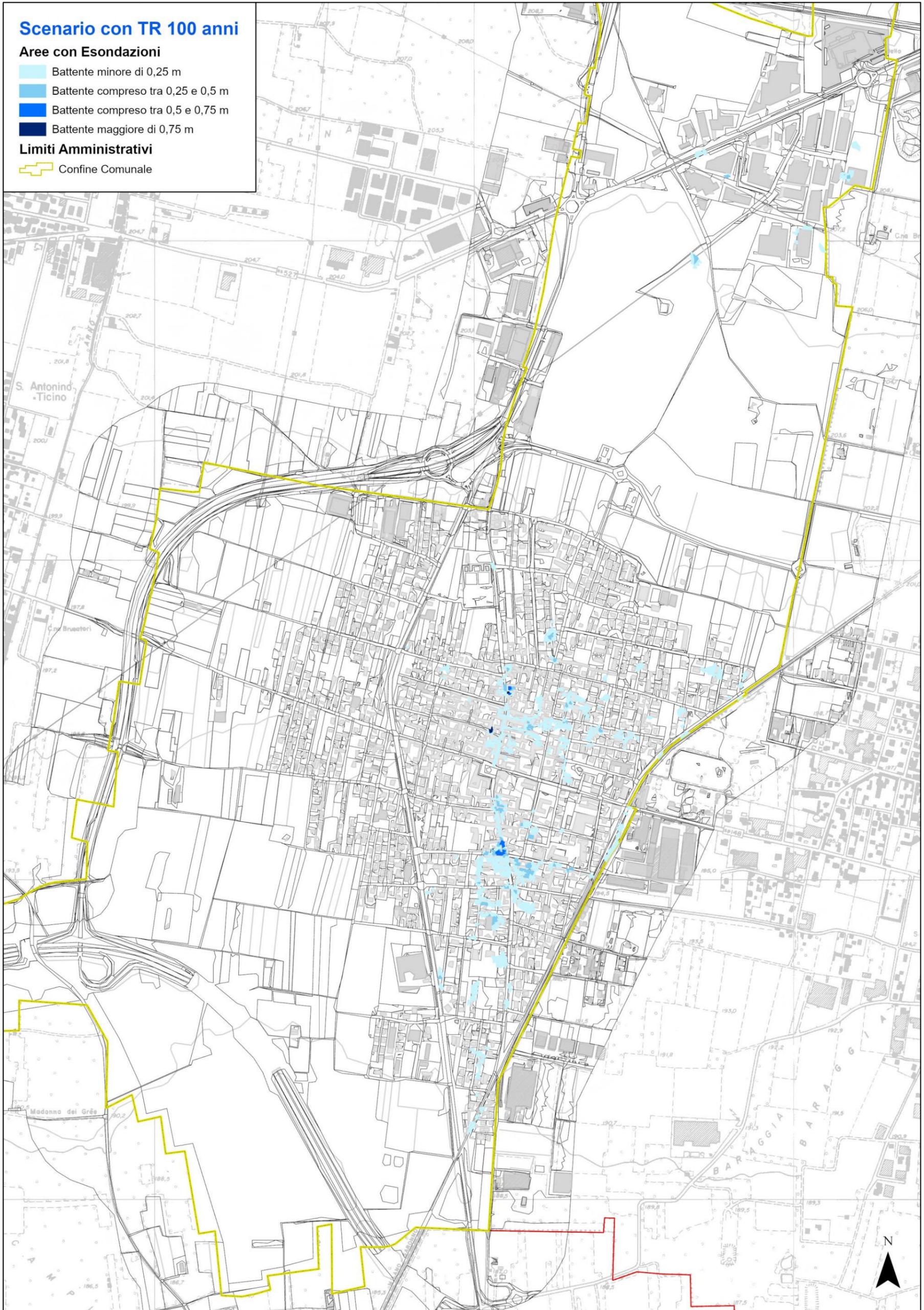


Fig. 7-22 - Aree allagate TR 100 anni - Stato di Progetto

Gli interventi ipotizzati risolvono parte delle criticità segnalate per 10 anni di tempo di ritorno. Ovviamente, poiché le opere sono dimensionate per tale tempo di ritorno, i benefici non sono sempre risolutivi per i tempi di ritorno 50 e 100 anni, eccedenti gli usuali tempi di ritorno di riferimento per il dimensionamento delle fognature esistenti.

La modellazione numerica evidenzia inoltre alcuni allagamenti residui sul resto del territorio. In questi casi, in particolare dove, in contraddittorio con i tecnici comunali gli eventi eccezionali non generano problematiche di allagamento, è auspicabile un approfondimento del rilievo con campagne di misurazione e monitoraggio mirate al fine di consentire l'affinamento della modellazione.

7.6 INTERVENTI NON STRUTTURALI

Le misure ulteriori di carattere non strutturale sono ampiamente descritte nella Relazione Generale al Capitolo 2.2 alla quale si rimanda.

Gli interventi NON strutturali non sono stati inseriti all'interno del modello nello stato di progetto in quanto non riguardano modifiche nella geometria delle condotte o dei manufatti. Per quanto riguarda la manutenzione della rete, la vetustà delle tubazioni non viene modellata in quanto risulta essere un parametro troppo aleatorio e non discretizzabile puntualmente.

Di seguito un riassunto per completezza.

COD.	DESCRIZIONE	AMBITO TERRITORIALE/PROBLEMATICHE PARAGRAFO 1.4
[INS01]	PROCEDURE DI CONTROLLO E MANUTENZIONE ORDINARIA DA PARTE DEL GESTORE SII	Pt01
[INS02]	VERIFICA ALLACCIAMENTI DI VIA TORINO E SPURGO CONDOTTA	Po03
[INS03]	RECEPIMENTO DELLA NORMATIVA DI INVARIANZA IDRAULICA E PROMOZIONE DI MISURE DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE NEL REGOLAMENTO EDILIZIO	Ln01, Ln02, Po02, Po03, Po04, Po05
[INS04]	MISURE DI PROTEZIONE CIVILE	Ln01, Ln02, Po01, Po02, Po03, Po04, Po05, Pt02, Pt03, Pt04
[INS05]	INDICAZIONE DI MASSIMA DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA DA PREVEDERE NEI NUOVI AMBITI DI TRASFORMAZIONE.	AMBITI DI TRASFORMAZIONE INDIVIDUATI
[INS06]	GESTIONE DELLE AREE AGRICOLE	AREE AGRICOLE
[INS07]	MODIFICHE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO	AREE DEL TERRITORIO COMUNALE COINVOLTE DAL PRESENTE STUDIO
[INS08]	MONITORAGGIO DI DETTAGLIO ASTA PRINCIPALE VIA MATTEOTTI – VIA NOVARA	Ln02

Tab. 7-10 - Elenco degli interventi non strutturali previsti.

8. PRIORITA' DI INTERVENTO

Nello studio condotto, dopo aver analizzato la situazione stato di fatto, sono stati ipotizzati degli interventi strutturali (per tempo di ritorno 10 anni), volti a eliminare o ridurre gli allagamenti segnalati, secondo quanto previsto nel R.R. 7/2017.

Nel presente paragrafo viene proposta una priorità di intervento determinata in funzione della pericolosità idraulica, di quanto definito in sede di documento semplificato del rischio idraulico comunale e degli approfondimenti effettuati in questa fase.

COD.	DESCRIZIONE	PROBLEMATICHE RICONTRATE	PRIORITA' INTERVENTO
[IS01]	RIQUALIFICAZIONE AREA E VASCA DI SPAGLIAMENTO – VIA GALLARATE	Pt01	ALTA
[IS02]	DISCONNESSIONE ACQUE METEORICHE DALLA RETE DI VIA SAN ROCCO	Po02	MEDIA
[IS03]	MIGLIORAMENTO DELLA RETE FOGNARIA DI VICOLO SAN PAOLO	Po04	MEDIA
[IS04]	RIPRISTINO DRENAGGIO STRADALE E PENDENZE TRASVERSALI IN CORSO ITALIA	Ln01	MEDIA
[IS05]	DISCONNESSIONE E AMPLIAMENTO RETI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE – VICOLO KENNEDY E VIA XXVIII MAGGIO	Po05	MEDIA
[IS06]	DISCONNESSIONI RETI DI DRENAGGIO METEORICO DALLA RETE DI ACQUE MISTE	Ln02	BASSA
[IS07]	SISTEMA DI MONITORAGGIO E ALLARME ALLAGAMENTI DEI SOTTOPASSI	Pt02-03-04	ALTA
[INS01]	PROCEDURE DI CONTROLLO E MANUTENZIONE ORDINARIA DA PARTE DEL GESTORE SII	Pt01	MEDIA
[INS02]	VERIFICA ALLACCIAMENTI DI VIA TORINO E SPURGO CONDOTTA	Po03	ALTA
[INS03]	RECEPIMENTO DELLA NORMATIVA DI INVARIANZA IDRAULICA E PROMOZIONE DI MISURE DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE NEL REGOLAMENTO EDILIZIO	Ln01, Ln02, Po02, Po03, Po04, Po05	MEDIA
[INS04]	MISURE DI PROTEZIONE CIVILE	Ln01, Ln02, Po01, Po02, Po03, Po04, Po05, Pt02, Pt03, Pt04	ALTA
[INS05]	INDICAZIONE DI MASSIMA DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA DA PREVEDERE NEI NUOVI AMBITI DI TRASFORMAZIONE.	Ambiti di trasformazione individuati	BASSA
[INS06]	GESTIONE DELLE AREE AGRICOLE	Aree agricole	MEDIA
[INS07]	MODIFICHE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO	Aree del territorio comunale coinvolte dal presente studio	MEDIA
[INS08]	MONITORAGGIO DI DETTAGLIO ASTA PRINCIPALE VIA MATTEOTTI – VIA NOVARA	Ln02	MEDIA

Tab. 8-1 - Elenco degli interventi strutturali e non strutturali con relative priorità di intervento

9. CONCLUSIONI

La presente relazione riporta le elaborazioni condotte ed i risultati ottenuti nell'ambito delle attività condotte ai sensi dell'art. 14 comma 7 del Regolamento Regionale 7/2017.

Lo scenario di progetto è stato definito con l'obiettivo di intervenire principalmente dove sono stati segnalati i reali problemi nel drenaggio urbano comunale e allagamenti, riducendo la pericolosità idraulica.

Dato il contesto urbanizzato e lo stato attuale dell'infrastruttura, nell'ottica del cambiamento climatico a cui si assiste negli ultimi anni, è fortemente auspicabile perseguire una generale riduzione degli apporti in rete, sia da parte dei soggetti privati, sia nella pianificazione territoriale e nella programmazione di interventi da parte di soggetti istituzionali, coerentemente con i principi dell'invarianza idraulica.

10. ALLEGATI

10.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI

1. Regolamento Regionale 7/2017
2. Regolamento Regionale 8/2019
3. PGT Comune di Vanzaghella
4. Documento semplificato del rischio idraulico del Comune di Vanzaghella redatto da DareK22 per CAP Holding – febbraio 2020
5. WebGIS Acquedotto e fognatura, CAP Holding
6. Criticità fognatura comunale – Relazione – CAP Holding – marzo 2021
7. Interventi per la messa in sicurezza delle vasche disperdenti e adeguamento dello scolmatore esistente – progetto definitivo/esecutivo – CAP Holding – marzo 2020
8. Attività di ricostruzione del modello matematico/geometrico della rete fognaria – analisi stato di fatto – BrianzAcque – giugno 2019
9. Attività di ricostruzione del modello matematico/geometrico della rete fognaria – elaborato piano fognario e stato di fatto – relazione di taratura – BrianzAcque – dicembre 2017
10. Servizio di campagne di monitoraggio delle portate nelle reti fognarie e dei collettori di proprietà CAP – Comune di Vanzaghella – CAP Holding – Report 1 gennaio 2020 – giugno 2020
11. Servizio di campagne di monitoraggio delle portate nelle reti fognarie e dei collettori di proprietà CAP – Comune di Vanzaghella – CAP Holding – Report 2 luglio 2020 – dicembre 2020
12. Servizio di campagne di monitoraggio delle portate nelle reti fognarie e dei collettori di proprietà CAP – Comune di Vanzaghella – CAP Holding – Report 3 gennaio 2021 – giugno 2021

10.2 BIBLIOGRAFIA

1. Linee guida per la redazione degli studi comunali del rischio idraulico, Cap Holding, Luglio 2019
2. Manuale di uso – INFOWORKS ICM versione 11.0.3.22023 (64 bit) July 2020
3. Masseroni D., Massara F., Gandolfi C., and Bischetti G.B. 2018. Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile. Cap Holding, Università degli Studi di Milano
4. Politecnico di Milano, 2019, "Catalogue of nature-based solutions for urban regeneration"

10.3 REGISTRO DATI UTILIZZATI

TIPOLOGIA DATO	Descrizione dato	Livello di affidabilità	Contesto di utilizzo	fonte	link
Linee segnalatrici possibilità pluviometrica	Parametri a ed n LSPP per tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni	3	Costruzione ietogrammi di progetto	Arpa Lombardia	http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml
Modello idraulico rete fognaria	Geometria e funzionamento rete fognaria	3	Costruzione modello Idraulico rete fognaria	CAP Holding	-
Geometria rete fognaria	Informazioni su condotti, pozzetti, vasche di laminazione e prima pioggia, sfioratori, impianti di sollevamento, pozzi disperdenti, etc	3	Verifica rete fognaria per simulazioni	CAP Holding	-
Modello digitale del terreno	DTM risoluzione 5x5 m	3	Simulazione propagazione degli allagamenti superficiali	Geoportale Regione Lombardia	http://www.geoportale.regione.lombardia.it/
Uso e copertura del suolo (DUSAF 2015)	Classificazione del territorio in 5 livelli gerarchici in funzione di uso e copertura del suolo	3	Scabrezza modello propagazione degli allagamenti superficiali	Geoportale Regione Lombardia	http://www.geoportale.regione.lombardia.it/
Campagna di misure 2019-2021	Serie di misure di portata, livello e pioggia	3	Verifica della bontà della taratura del modello	CAP Holding	-

10.4 ELENCO DEI PUNTI DI RECAPITO MODELLATI DELLA RETE FOGNARIA

Il comune di Vanzaghella non presenta punti di recapito nel reticolo.

10.5 SERIE DELLE PORTATE NEI PUNTI DI SCARICO DEL MODELLO

Il comune di Vanzaghella non presenta punti di recapito nel reticolo.