



Comune di Pioltello
Città Metropolitana di Milano
Regione Lombardia



R.R. 23 NOVEMBRE 2017, N. 7: 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

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

OGGETTO

RELAZIONE IDRAULICA

TIMBRI E FIRME

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

dott. ing. Chiara AMORE
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n. 8304X
Cod. Fisc. MRA CHR 75D53 L219V

dott. ing. Giulia MACARIO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.12251R
Cod. Fisc. MCR GLI 81A61 H355B

CONTROLLO QUALITA'

| DESCRIZIONE | EMISSIONE |
|---------------|-----------|
| DATA | DIC/2023 |
| COD. LAVORO | 542/SR |
| TIPOL. LAVORO | S |
| SETTORE | G |
| N. ATTIVITA' | 01 |
| TIPOL. ELAB. | RI |
| TIPOL. DOC. | E |
| ID ELABORATO | 02 |
| VERSIONE | 0 |

REDATTO

ing. Giulia MACARIO

CONTROLLATO

ing. Chiara AMORE

APPROVATO

ing. Chiara AMORE

ELABORATO

1.2



INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 1.1 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ..... | 5 |
| 2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO E DESCRIZIONE DEL CONTESTO | 6 |
| 2.1 BACINI DI RACCOLTA | 6 |
| 2.2 RETE..... | 8 |
| 2.3 IMPIANTI DISPUDENTI O VOLANIZZAZIONE | 8 |
| 3. STUDI PREGRESSI E DATI RACCOLTI | 11 |
| 3.1 SEGNALAZIONE DEI TECNICI COMUNALI | 11 |
| 3.1 DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO | 11 |
| 3.1.1 Criticità segnalate | 11 |
| 3.1.2 Interventi strutturali previsti | 12 |
| 3.2 MODELLAZIONE IDRAULICA RETE FOGNARIA COMUNALE, CAP HOLDING | 12 |
| 4. MODELLAZIONE DELLA RETE E DEL TERRITORIO | 13 |
| 4.1 SCHEMA MODELLISTICO | 13 |
| 4.2 LIVELLO DI DETTAGLIO | 13 |
| 4.3 CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO | 14 |
| 4.4 RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE | 15 |
| 4.5 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO..... | 16 |
| 4.6 IPOTESI MODELLISTICHE..... | 17 |
| 4.7 CONDIZIONI AL CONTORNO | 18 |
| 4.8 CONDIZIONI INIZIALI..... | 20 |
| 4.9 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO | 20 |
| 5. PROCEDURE DI TARATURA E CALIBRAZIONE | 24 |
| 5.1 RETE DI MONITORAGGIO..... | 24 |
| 5.2 ANALISI DEGLI EVENTI DI PIOGGIA SIGNIFICATIVI..... | 26 |
| 5.3 CONCLUSIONI..... | 34 |
| 6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITÀ | 35 |
| 6.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI | 35 |
| 6.1.1 Stato di criticità della rete di drenaggio..... | 35 |
| 6.1.2 Ruscellamento superficiale..... | 45 |
| 6.1.3 Analisi delle criticità evidenziate dal modello | 50 |
| 6.1.3.1 Pt10 – Sottopasso di via Genova | 50 |
| 6.1.3.1 Pt11 – Pozzi perdenti di via Caduti del Lavoro | 52 |
| 6.1.3.2 Ln02 – Rete mista di via Consacrazione/Borromeo | 53 |
| 6.1.3.3 Ln03 – Rete mista di via Varese..... | 55 |
| 6.1.3.4 Ln04 – Collettore intercomunale nella zona di via Dante Alighieri | 56 |
| 6.1.3.5 Ln05 – Collettore intercomunale nella zona di viale San Francesco | 59 |
| 6.1.4 Altre criticità non evidenziate dal modello..... | 60 |
| 6.1.4.1 Pt09 – Sottopasso di via Molise | 60 |
| 6.1.4.2 Pt13 – Rete bianca di Piazza del Mercato | 62 |
| 6.1.4.3 Pt14 – Sfiatore lago di cava Mirabello | 62 |
| 6.1.4.4 Ln00 – Roggia tombinata c/o linea ferroviaria – Esselunga | 64 |



| | | |
|-----------|---|------------|
| 6.1.4.5 | Ln01 – Rete bianca/fosso strada parallela alla SP Rivoltana | 64 |
| 6.1.4.6 | Po01 – Elevato livello della falda nella zona sud di via D. Alighieri | 65 |
| 6.1.4.7 | Po02 – Elevato livello della falda nel centro storico, zona sud | 66 |
| 6.1.4.8 | Po03 – Parco della Besozza | 67 |
| 6.1.5 | <i>Punti potenzialmente critici</i> | 68 |
| 6.1.6 | <i>Sintesi delle criticità rilevate</i> | 68 |
| 6.2 | SCARICHI NEI RICETTORI FINALI | 70 |
| 6.2.1 | <i>Capacità di laminazione delle portate</i> | 71 |
| 7. | SCENARI DI INTERVENTO | 72 |
| 7.1 | INTERVENTI STRUTTURALI..... | 72 |
| 7.1.1 | <i>Interventi previsti sulla base del DSRI e delle segnalazioni dei tecnici comunali</i> | 72 |
| 7.1.1.1 | IS01 – Rete mista di via Consacrazione | 72 |
| 7.1.1.2 | IS03 - Realizzazione di un sistema di pompaggio per ridurre il livello delle acque di falda | 75 |
| 7.1.1.3 | IS04 – Realizzazione di uno sfioratore c/o laghetto del Parco della Besozza per scarico nel lago di cava 76 | 76 |
| 7.1.2 | <i>Interventi a Piano investimenti Amiacque</i> | 77 |
| 7.1.3 | <i>Sintesi degli interventi previsti o eseguiti</i> | 77 |
| 7.2 | SCARICHI NEI RICETTORI FINALI | 91 |
| 7.3 | INTERVENTI NON STRUTTURALI..... | 91 |
| 7.3.1 | <i>Principali tipologie di interventi non strutturali</i> | 92 |
| 7.3.1.1 | Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione | 92 |
| 7.3.1.2 | Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative Citizen Science | 92 |
| 7.3.1.3 | Sistemi di monitoraggio | 93 |
| 7.3.1.4 | Piani e studi di approfondimento..... | 94 |
| 7.3.1.5 | Difese temporanee..... | 94 |
| 7.3.2 | <i>Misure non strutturali individuate</i> | 95 |
| 8. | PRIORITÀ D’INTERVENTO E DESCRIZIONE DEI RISULTATI CONSEGUITI..... | 101 |

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Documenti di riferimento utilizzati –
- ALLEGATO 2 – Bibliografia –
- ALLEGATO 3 – Registro dei dati utilizzati –
- ALLEGATO 4 – Elenco dei punti di recapito della rete fognaria –
- ALLEGATO 5 – Allegato L del RR 7/2017 “Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano” –



1. PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato ai fini della predisposizione dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico del Comune di Pioltello 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 Pioltello ricade, secondo l’art. 7 del citato Regolamento, in area A, ad alta criticità idraulica.

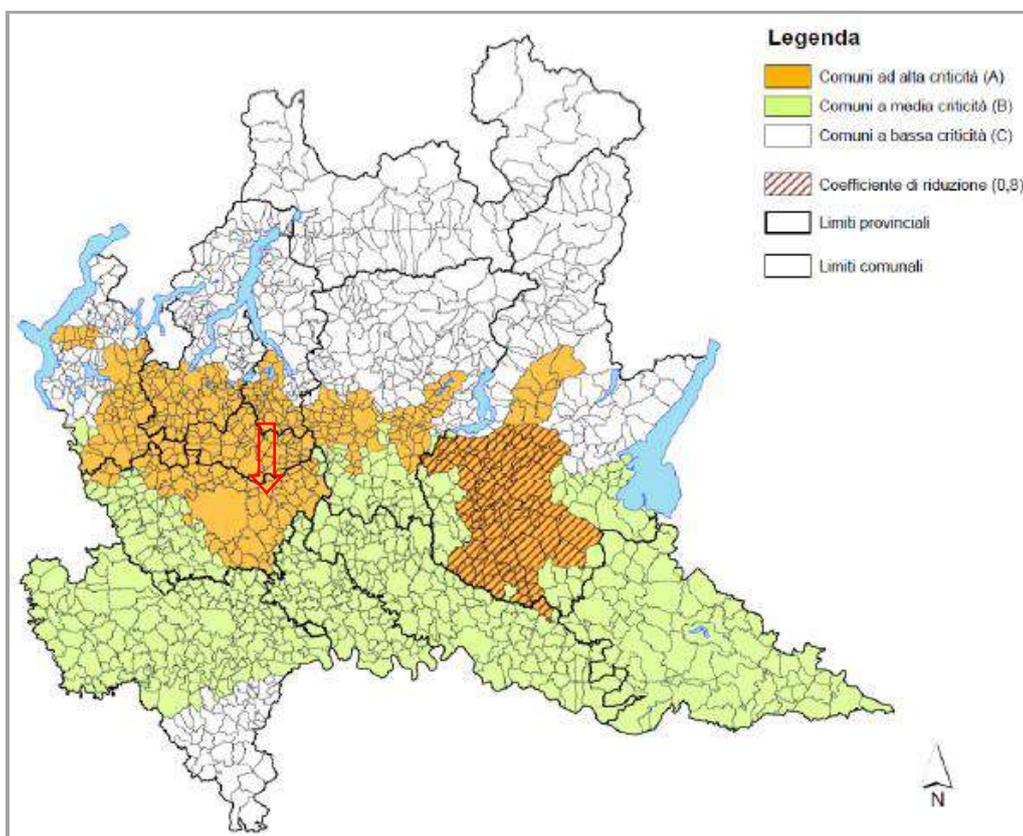


Figura 1 - Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica secondo l’allegato B al RR 7/2017 modificato dal RR 8/2019

Nello specifico, l’art. 14 comma 1 del RR introduce 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:

- la definizione dell’evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
- 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;
- la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria [...];
- 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;
- l’indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali [...] e 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;
- 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;
- 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:

- “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);
- 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;
- 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 anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;



- *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;*
- *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, sarà quindi 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”* predisposte a cura di CAP Holding.

1.1 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ

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: sono descritti il contesto spaziale e la rete fognaria del comune di Pioltello con le relative caratteristiche;
- Capitolo 3: sono raccolti i dati disponibili e gli studi pregressi con lo scopo di raggiungere la maggiore completezza delle informazioni;
- Capitolo 4: è descritto il processo di modellizzazione relativo allo stato di fatto per gli scenari con tempo di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni. La geometria della rete fognaria e degli elementi presenti è modellizzata a partire dai dati forniti dal gestore CAP Holding, mentre il territorio comunale sulla base del DTM (a passo 5m) fornito dal Geoportale di Regione Lombardia. Lo ietogramma di progetto è costruito sulla base delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica del progetto *“STRADA”* di Arpa Lombardia. La modellazione è sviluppata con il software Infoworks ICM;
- Capitolo 5: è descritto il processo di calibrazione 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 attuale 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;
- Capitolo 8: sono definite le priorità di realizzazione degli interventi strutturali proposti;
- Allegati.



2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO E DESCRIZIONE DEL CONTESTO

La rete di fognatura di Pioltello convoglia le acque raccolte all’interno del collettore intercomunale (Figura 2), che trasporta i reflui raccolti fino al confinante comune di Segrate e, successivamente, vengono convogliati al depuratore n.40 di Peschiera Borromeo (Via Roma). Per il depuratore di Peschiera Borromeo si stima una percentuale media nulla di acque parassite per l’intero agglomerato.

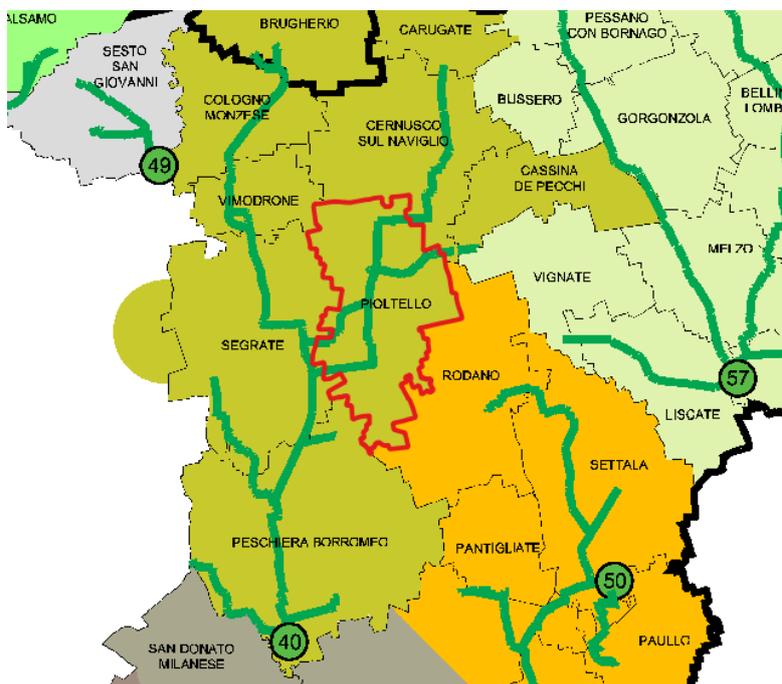


Figura 2 - Macrobacino di afferenza del comune di Pioltello

2.1 BACINI DI RACCOLTA

Con riferimento al rilievo condotto nel 2015, il territorio comunale di Pioltello si può suddividere in n.7 bacini di raccolta principali, come da Figura 3:

In particolare:

- Il **bacino di raccolta “A”** raccoglie le acque reflue dell’area urbanizzata a nord ovest del territorio comunale;
- Il **bacino di raccolta “B”** raccoglie i reflui della parte a nord est di Pioltello al di sopra della Strada Provinciale Cassanese;
- Il **bacino di raccolta “C”** raccoglie gli scarichi dell’area industriale a sud ovest della Cassanese;
- Il **bacino di raccolta “D”** raccoglie le acque reflue della parte centrale del territorio tra la Ferrovia e la Cassanese;



- Il **bacino di raccolta “E”** raccoglie gli scarichi dell’area in parte industriale a est e sempre al di sopra della Ferrovia;
- Il **bacino di raccolta “F”** raccoglie i reflui della frazione “Limite di Pioltello” a sud del territorio;
- Il **bacino di raccolta “G”** raccoglie gli scarichi della località residenziale “Malaspina” collocata al confine con il comune di Segrate e Peschiera Borromeo.

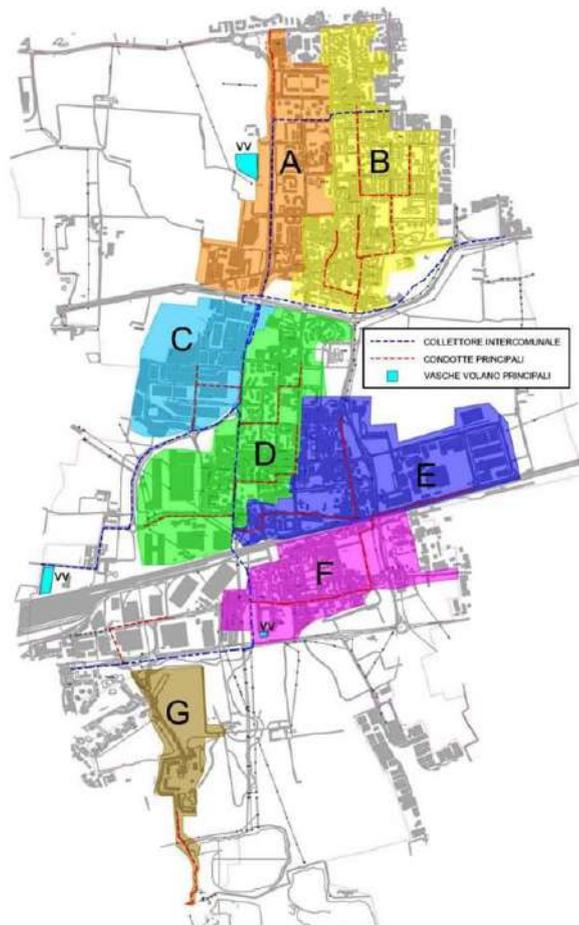


Figura 3 – Bacini di raccolta

La rete fognaria è prevalentemente di tipo misto ad eccezione di alcune zone di nuova lottizzazione sia industriale che residenziale dove sono presenti condotte di acque nere e tubazioni dedicate alla raccolta delle acque meteoriche. La quasi totalità degli scarichi fognari raccolti dalla rete sopra indicata viene convogliata all’impianto di depurazione di Peschiera Borromeo mediante il collettore intercomunale che attraversa il paese di Pioltello e riceve gli scarichi fognari in diversi punti. Ciò avviene per mezzo di una serie di condotte principali che si estendono nei diversi bacini raccogliendo i reflui provenienti dalle tubazioni secondarie ramificate su tutto il territorio.



Fanno eccezione gli scarichi fognari raccolti nel bacino “G” (quartiere residenziale Malaspina) che vengono convogliati verso sud, nella rete di fognatura appartenente al comune di Peschiera Borromeo.

È inoltre presente la zona a ovest del territorio in Via Dante Alighieri verso il comune di Segrate dove sono posate delle condotte di raccolta che scaricano direttamente nel collettore intercomunale o nella fognatura di Segrate. Allo stesso modo le abitazioni presenti in Via Rugacesio, al confine con Segrate, scaricano direttamente i reflui tramite tubazioni di piccole dimensioni nel ramo del collettore che passa nelle vicinanze e che è diretto verso il comune di Segrate.

Per lo smaltimento delle acque meteoriche sono presenti in alcune zone del territorio delle condotte che convogliano le acque di prima pioggia nella rete di fognatura nera tramite un manufatto separatore con la presenza di disoleatori e/o dissabbiatori mentre le restanti piogge confluiscono in appositi pozzi perdenti. In altri casi le acque bianche vengono convogliate direttamente nella rete di acque miste.

Sono ulteriormente presenti sul territorio diverse vasche di accumulo che ricevono i reflui in eccesso durante gli eventi meteorici importanti per poi recapitare nuovamente nella rete le acque sfiorate una volta che l’evento è concluso. Le vasche volano principali che riguardano direttamente la rete di fognatura mista sono tre: quella di Via Rugacesio, Viale San Francesco e la vasca di Via Dante Alighieri.

2.2 RETE

La rete fognaria del comune di Pioltello risulta distribuita in modo omogeneo su tutto il territorio comunale per una lunghezza complessiva di circa 78’979 m. Le tipologie di reti fognarie riscontrate sono le seguenti (SIT CAP 2023):

- di tipo mista per il 64,4 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque meteoriche per il 26,9 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque nere per il 8,1 % del totale;
- adibita ad altre funzioni (sfioro, scarico da depuratore) per il 0,7 % del totale.
- n. di caditoie: 6.180 (Censimento Servizio fognatura CAP, 2022)

Ad essa vanno aggiunti i tracciati dei collettori consortili per un totale di circa 9’610 m.

La rete di raccolta risulta per la maggior parte mista ed è presente in modo omogeneo nel territorio comunale urbanizzato, ad eccezione del bacino di raccolta “G”, caratterizzato invece dalla completa separazione delle reti. Le acque meteoriche raccolte separatamente sono in molti casi scaricate in Corpi Idrici Superficiali (CIS) quali rogge, ma talvolta sono immerse nella rete fognaria mista.

2.3 IMPIANTI DISPERDENTI O VOLANIZZAZIONE

In comune di Pioltello sono presenti 108 pozzi disperdenti diffusi sull’intero territorio comunale.

Per quanto riguarda invece la presenza di vasche di laminazione, se ne rilevano 4 gestite direttamente da CAP:



- vasca volano in Via Rugacesio costituita da 1 comparto a cielo aperto (volume immagazzinabile 40'855 m³), collegata alla rete fognaria tramite impianto di sollevamento.
- vasca volano in Via Dante Alighieri costituita da 1 comparto a cielo aperto (volume immagazzinabile 6'104 m³), collegata alla rete fognaria tramite impianto di sollevamento.
- vasca volano in Viale San Francesco costituita da 1 comparto interrato a tenuta (volume immagazzinabile 58'715 m³), collegata alla rete fognaria tramite impianto di sollevamento;
- vasca di laminazione delle acque meteoriche di Via D'Annunzio con recapito al suolo tramite pozzi perdenti;

oltre alle vasche di acque sfiorate, CAP gestisce n.3 vasche di dispersione delle acque meteoriche:

- vasca di dispersione delle acque meteoriche di Via Primo Maggio con recapito al suolo tramite pozzi perdenti posti sul fondo;
- vasca di dispersione in Via Caduti del Lavoro delle acque meteoriche di Via Primo Maggio con recapito al suolo e recapito in rete della portata sfiorata dalla vasca;
- vasca di dispersione delle acque meteoriche di Via 8 Marzo con recapito al suolo e recapito in rete della portata sfiorata dalla vasca.

Infine, CAP gestisce una vasca di prima pioggia per le acque meteoriche di Via Bobbio su sistema separato con recapito in rete tramite sollevamento.

Tabella 1 – Vasche volano e di laminazione presenti sul territorio di Pioltello

| Id nodo SIT | Via | Tipo vasca | Denominazione | Recapito | Tipo Fognatura | Stato di servizio | Gestione |
|-------------|-------------------------|------------------------|--|---|----------------|-------------------|-------------|
| 2909 | Via Rugacesio | Vasca di laminazione | Via Rugacesio (Energia da Segrate Rugacesio) (ID 5572) | In rete tramite sollevamento | Sfiorata | In esercizio | In gestione |
| 2910 | Via Dante | Vasca di laminazione | Via Dante (Loc. Limite) (ID 5872) | In rete tramite sollevamento | Sfiorata | In esercizio | In gestione |
| 2911 | Via Primo Maggio | Vasca di dispersione | Via Primo Maggio (ID 11584) | Al suolo tramite pozzi perdenti posti sul fondo | Bianca | In esercizio | In gestione |
| 2912 | Via Caduti del Lavoro | Vasca di dispersione | Via Caduti del Lavoro (ID 11587) | Al suolo e in rete della portata sfiorata | Bianca | In esercizio | In gestione |
| 2913 | Via 8 Marzo | Vasca di dispersione | Via 8 Marzo (ID 11585) | Al suolo e in rete della portata sfiorata | Bianca | In esercizio | In gestione |
| 2914 | Via Gabriele D'Annunzio | Vasca di laminazione | Via D'Annunzio (ID 11586) | Al suolo tramite pozzi perdenti | Bianca | In esercizio | In gestione |
| 2915 | Via Norberto | Vasca di prima pioggia | Via Bobbio (ID 11588) | In rete tramite sollevamento | Bianca | In esercizio | In gestione |



| Id nodo SIT | Via | Tipo vasca | Denominazione | Recapito | Tipo Fognatura | Stato di servizio | Gestione |
|-------------|-------------------|----------------------|---|------------------------------|----------------|-------------------|-------------|
| | Bobbio | | | | | | |
| 2916 | Via San Francesco | Vasca di laminazione | Via San Francesco (loc. Cascina Chioso) (ID 4766) | in rete tramite sollevamento | Sfiorata | In esercizio | In gestione |



3. STUDI PREGRESSI E DATI RACCOLTI

3.1 SEGNALAZIONE DEI TECNICI COMUNALI

Al fine di rendere esaustiva l’analisi svolta nell’ambito dello sviluppo del Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DSRI), si era provveduto ad incontrare i referenti tecnici del Comune di Pioltello in data 09/05/2019 per l’individuazione, sul territorio comunale, di ulteriori criticità di tipo idraulico non note o comunque non riportate negli atti pianificatori.

All’epoca erano state evidenziate alcune criticità relative all’allagamento dei sottopassi stradali e a fenomeni di risalita ed emergenza della falda in seguito alla realizzazione di nuove infrastrutture e alla dismissione di una zona industriale. In aggiunta erano state segnalate delle problematiche legate alle attività di manutenzione di rogge e manufatti di infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche.

In seguito all’approvazione del DSRI si è verificato in data 16/09/2021 un evento meteorico che ha causato alcuni allagamenti di cantine e box dell’edificio nell’area di via Dante Alighieri che ha innescato una serie di indagini e verifiche del funzionamento della rete e delle vasche volano a livello di agglomerato, effettuate da CAP.

Da quanto emerso dai confronti con l’ufficio tecnico il 18/05/2023, ad eccezione dell’episodio menzionato, non si rilevano criticità aggiuntive rispetto a quanto già evidenziato nel DSRI, probabilmente anche a causa del lungo periodo caratterizzato dalla scarsità di piogge.

3.1 DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO

Il presente capitolo illustra una sintesi di quanto riportato nel DSRI del comune di Pioltello, approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 29 del 30 giugno 2020.

3.1.1 Criticità segnalate

Il Documento evidenziava le criticità presenti sul territorio, segnalate all’epoca dal comune e da CAP o derivanti dai Piani territoriali sovracomunali. Di seguito sono riepilogate sommariamente le principali problematiche incluse nel DSRI:

- Problematiche dovute all’allagamento dei sottopassi stradali durante eventi di pioggia;
- Problematiche correlate alle attività di manutenzione e controllo di pozzi perdenti al fine di mantenerne l’efficienza;
- Problematica correlate alle attività di manutenzione e gestione di fossi e rogge;
- Problematica dovuta al sovraccarico della rete fognaria di via Consacrazione e conseguente allagamento della sede stradale durante eventi di pioggia importanti;
- Problematiche di allagamento dovute all’innalzamento del livello della falda superficiale in seguito alla dismissione del polo chimico di via Dante Alighieri;



- Problematiche di allagamento nel centro storico dovute all’innalzamento del livello della falda superficiale in seguito alla realizzazione del tunnel per Bre.Be.Mi.;
- Problematiche idrauliche dovute al convogliamento nel parco della Besozza di acque di falda utilizzate per il raffreddamento di alcuni impianti industriale che contribuiscono a formare una zona lacustre.

3.1.2 Interventi strutturali previsti

Sulla base delle problematiche riscontrate, il DSRI identificava 4 interventi strutturali, di seguito brevemente sintetizzati, ai quali si aggiungono ulteriori 4 interventi inserito nel Piano investimenti di Amiacque. Per maggiori dettagli si rimanda al §7.1:

IS01 – Rete in via Consacrazione

L’intervento prevedeva la riprofilatura del tratto in contropendenza e sostituzione del tratto di tubazione in PVC con diametro pari a 50 cm con una tubazione di diametro maggiore.

IS02 – Zona a sud di via Dante Alighieri

L’intervento prevedeva la realizzazione di un sistema di pompaggio per ridurre il livello della falda superficiale con valutazione del punto di scarico delle acque emunte sulla base di un’analisi più approfondita.

IS03 – Centro storico – zona sud

L’intervento prevedeva la realizzazione di un sistema di pompaggio per ridurre il livello della falda superficiale con valutazione del punto di scarico delle acque emunte sulla base di un’analisi più approfondita.

IS04 – Parco della Besozza

L’intervento prevedeva la realizzazione di uno sfioratore che convoglia le acque della zona lacustre creatasi nel Parco della Besozza verso il lago di cava associato alla Cava Concrete. Inoltre si era facilitare l’infiltrazione delle acque nel sottosuolo del Parco della Besozza, tramite apposite opere di idrauliche.

3.2 MODELLAZIONE IDRAULICA RETE FOGNARIA COMUNALE, CAP HOLDING

La modellazione idraulica del presente documento è stata svolta sulla base dei dati forniti dal modello idraulico sviluppato con il software INFOWORKS ICM da CAP Holding.



4. MODELLAZIONE DELLA RETE 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 SCHEMA MODELLISTICO

I tempi di ritorno scelti per la modellazione sono quelli riportati nell’Art. 14 comma 7 del R.R. 7/2017 ossia Tr 10, 50 e 100 anni, a cui è stata aggiunta la simulazione per il Tr 2 anni, particolarmente significativa per individuare i punti di maggior criticità idraulica della rete. Il tempo di ritorno di 10 anni è quello generalmente adottato per il dimensionamento delle reti fognarie, i Tr più elevati (50 e 100 anni) sono invece quelli imposti dall’Art. 11 del RR per il dimensionamento delle opere di invarianza (50 anni per il dimensionamento, 100 anni per la verifica dei franchi di sicurezza). Per la scelta delle schematizzazioni modellistiche da utilizzare, si è fatto riferimento alle “*Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico*” di Cap Holding e alla letteratura di settore.

Nel caso del Comune di Pioltello è stata effettuata una modellazione integrata della rete di drenaggio e del ruscellamento superficiale con il software Infoworks ICM. Le simulazioni sono state condotte in regime di moto vario e la mesh di calcolo per gli allagamenti superficiali è stata realizzata sulla base del DTM con risoluzione 5x5 m.

Il modello idraulico non è stato sottoposto a validazione e analisi di sensitività.

4.2 LIVELLO DI DETTAGLIO

Lo schema modellistico suggerito per il presente studio è classificato nelle “*Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico*”, Cap Holding è di Tipo II (idoneo a comuni con classe di criticità idraulica A, numero di abitanti compreso tra 20'000 e 45'000 e con una rete fognaria non influenzata dai ricettori). La tipologia di modello numerico adottato è quello relativo alla modellazione delle reti di drenaggio urbano 1D-2D accoppiato (denominato C3).

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.



4.3 CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Le simulazioni sono state eseguite con il software InfoWorks ICM, fornito dall’azienda inglese HR Wallingford, un applicativo per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti di drenaggio e/o corsi d’acqua naturali. L’applicativo nasce per rispondere all’esigenza di poter applicare la modellazione idraulica a sistemi integrati che comprendono sia le reti di smaltimento delle acque urbane che i corpi idrici ricettori, all’interno di un’unica interfaccia integrata e con un unico motore di calcolo.

In InfoWorks ICM il calcolo idrologico e idraulico a moto vario sono perfettamente integrati, così come le componenti di calcolo idraulico mono e bidimensionale.

Approccio numerico alla componente 1D

Il moto idraulico all’interno degli elementi monodimensionali che lavorano a pelo libero (sia le tratte fluviali aperte o tubazioni) vengono risolte con l’integrazione delle equazioni di De Saint Venant (conservazione del momento e della massa).

La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell’utente): in InfoWorks sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook- White, Manning e Strickler.

Per poter essere integrate le equazioni devono essere opportunamente semplificate e linearizzate in modo tale che il sistema possa essere risolto con la teoria delle matrici. Lo schema di linearizzazione usato dal software è quello dei 4 punti di Priessmann, mentre il risolutore adottato è quello di Newton-Raphson.

Le equazioni sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione, per permettere a InfoWorks di simulare anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all’altro) il motore di calcolo adotta la tecnica dello slot per il quale si ipotizza la presenza di una piccola fessura alla sommità della condotta e fino al piano campagna. Così facendo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità nella transizione da moto a gravità a quello in pressione (per tubi in cui invece permane costantemente il moto in pressione, come le condotte di mandate presenti nel modello, è possibile utilizzare un sistema di equazioni più appropriato che elimina l’artificio dello slot).

Approccio numerico alla componente 2D

Il modello usato per la rappresentazione matematica del flusso 2D è basato sull’equazione dell’acqua superficiale, relativa cioè all’altezza media che si ricava dalle equazioni di Navier – Stokes. Questa formulazione conservativa è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito.

La gestione della cella bagnata ed asciutta è eseguita utilizzando come criterio una profondità di soglia per considerare che una cella è bagnata e la velocità è impostata a zero se la profondità è inferiore al valore di soglia. Questo evita la creazione di elevate velocità artificiali in aree bagnate/asciutte. Il valore di default per questa profondità di soglia è 1 mm.

Questo algoritmo può essere utilizzato teoricamente sia con maglie strutturate (rettangolari) che non strutturate (triangolari) ed è adatto per rappresentare flussi rapidamente variabili, nonché correnti veloci e



lente. In InfoWorks si utilizzano le maglie non strutturate perché sono molto più flessibile e di facile utilizzo quando si vogliono rappresentare forme e ostacoli complessi presenti nel dominio.

Collegamento 1D-2D

Il modello di simulazione consente un immediato collegamento di diverse componenti di modello mono e bidimensionale. Si possono utilizzare ad esempio:

- linee spondali: rappresentano un confine ideale tra l’alveo inciso modellato con elementi 1D e la golena rappresentata da un dominio 2D, le linee spondali vengono rappresentate con delle polilinee per le quali viene definita una quota Z variabile sul suo percorso. Le linee spondali sono utilizzate essenzialmente come sfiori laterali tra alveo inciso e zona di golena 2D;
- sfiori frontali: si utilizzano quando si desidera interrompere un modello 1D di un fiume e trasferire tutto l’idrogramma di portata sul dominio 2D (o viceversa);
- nodi: sono degli elementi puntiformi dove può avvenire lo scambio di portata tra 1D e 2D, per esempio questa tecnica è appropriata quando si rappresentano le esondazioni provenienti dai pozzetti di fognatura su un dominio bidimensionale.

4.4 RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE

La rete fognaria di Pioltello è stata modellata sulla base del modello idraulico e delle informazioni fornite da CAP Holding ed implementato dagli Scriventi. I dati geografici utilizzati sono espressi nel sistema di riferimento denominato EPSG 32632.

Il reticolo fognario è costituito da 3113 punti nodali (Figura 4), quali camerette d’ispezione, sfioratori di piena, impianti di sollevamento, etc., distribuiti lungo una rete di quasi 79 km, suddivisa in diverse tipologie a seconda dell’utilizzo. Nel dettaglio è possibile individuare le seguenti tipologie di rete fognaria nel territorio comunale:

- Rete bianca dedicata alla raccolta dell’acqua meteorica per circa 26,9% del totale;
- Rete nera dedicata alla raccolta dei reflui per circa 8,1% del totale;
- Rete mista dedicata alla raccolta dei reflui e delle acque meteoriche per circa 64,4% del totale;
- Rete adibita ad altre funzioni (sfioro, scarico da depuratore) per circa 0,7 % del totale.

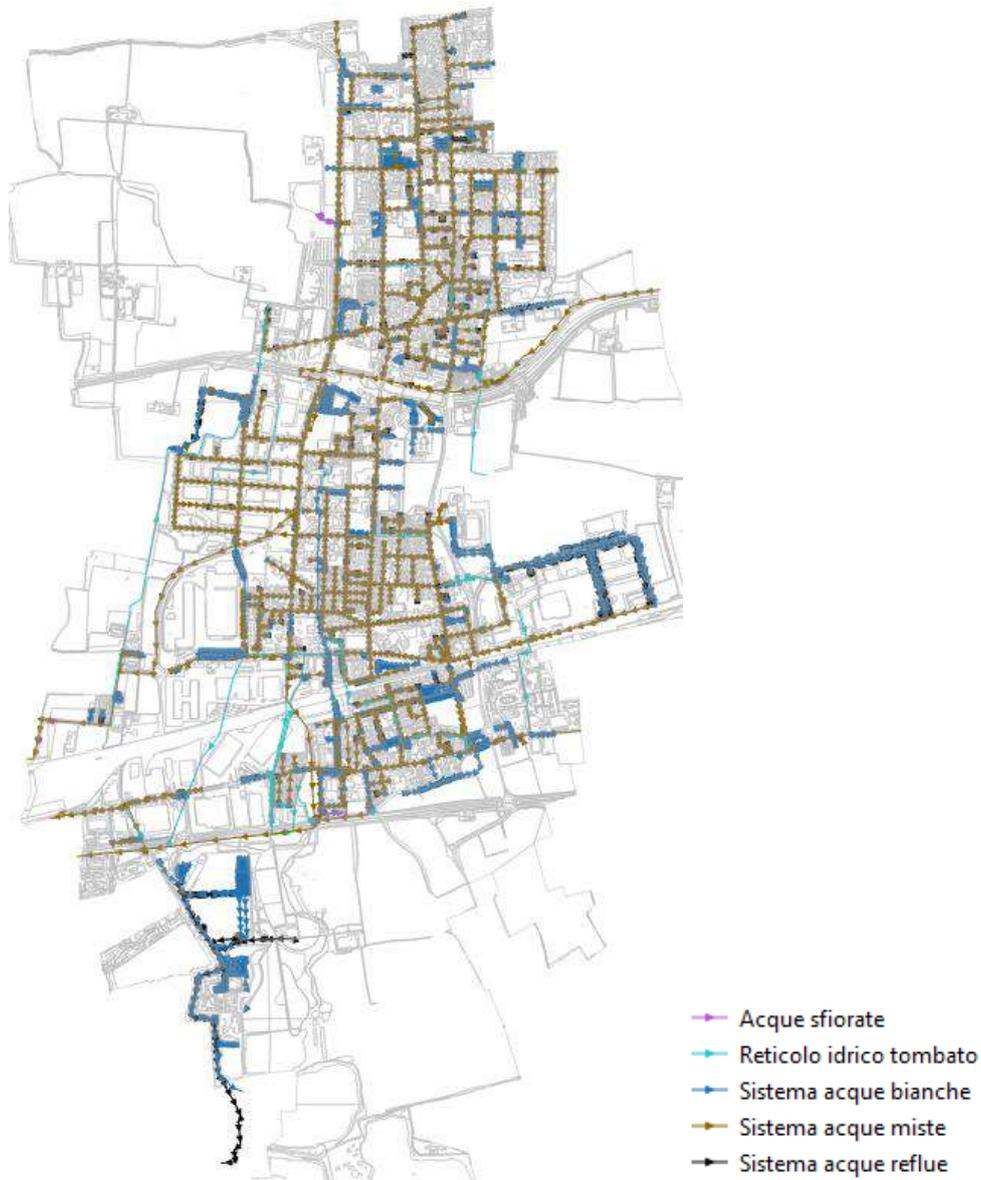


Figura 4 – Inquadramento della rete comunale modellata

4.5 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

Per la delimitazione delle aree di allagamento si è fatto riferimento al DTM 5x5 m disponibile sul Geoportale della Regione Lombardia.

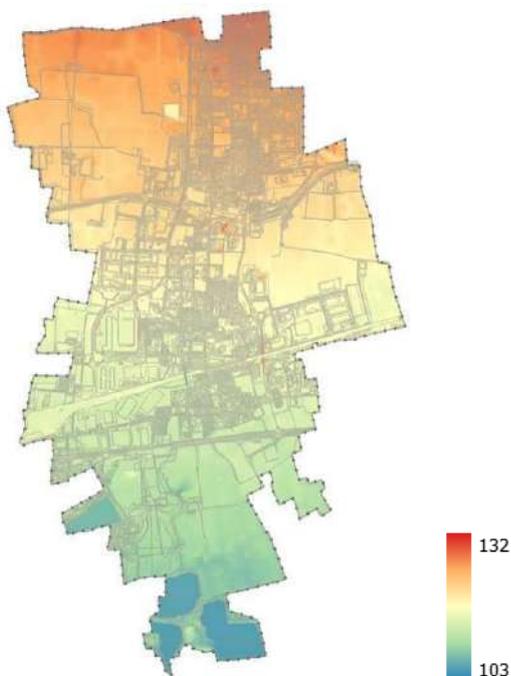


Figura 5 – Rappresentazione del DTM

4.6 IPOTESI MODELLISTICHE

Nel presente studio sono simulate le reti fognarie meteoriche e miste.

I parametri relativi alla caratterizzazione delle portate nere e meteoriche sono stati determinati nel corso del processo di taratura del modello, sulla base dei dati di monitoraggio forniti dal gestore (fonte “*Relazione tecnica-Modellazione idraulica rete fognaria comunale*” - CAP Holding).

Per la determinazione dei deflussi nella rete fognaria è stato scelto il classico metodo denominato in IW “Fixed” che si basa sull’ipotesi che la pioggia netta che giunge al sistema di collettamento costituisca una quota parte costante e invariabile.

Tale modello è valido per le aree impermeabili e per quelle permeabili dove però l’afflusso non varia significativamente rispetto la condizione precedente l’evento meteorico e pertanto risulta appropriato ai contesti urbani come quello in oggetto.

Il modello di ruscellamento adottato è quello consigliato da IW denominato “Wallingford” il quale si basa sul metodo del doppio vaso lineare che schematizza il processo di ruscellamento come due serbatoi in cascata per rappresentare il volume d’acqua sul terreno ed il ritardo accumulato tra il picco di pioggia e il picco di portata.

In Tabella 2 si riportano i coefficienti utilizzati per l’allestimento del modello.



Tabella 2 – Parametri adottati per la determinazione dei deflussi

| ID Tipologia Superficie | Descrizione | Coefficiente Ruscellamento | Metodologia Afflussi/Deflussi | Tipo di Superficie | Valore Perdite Iniziali (m) | Modello Ruscellamento | Coeff. Affl / Deflusso Fisso |
|-------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 10 | strade | 1 | Fixed | Impervious | 0,000071 | Wallingfrd | 0,65 |
| 20 | tetti | 1 | Fixed | Impervious | 0,000071 | Wallingfrd | 0,65 |
| 30 | cortili | 10 | Fixed | Impervious | 0,000071 | Wallingfrd | 0,15 |
| 40 | ferrovie | 4 | Fixed | Impervious | 0,000071 | Wallingfrd | 0,10 |
| 50 | verde | 10 | Fixed | Pervious | 0,00028 | Wallingfrd | 0,00 |

4.7 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 in generale suddivise 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.

Le condizioni idrauliche al contorno includono le condizioni di livello idrico (ed eventualmente carico statico e dinamico) in corrispondenza dei punti di recapito del sistema verso l'esterno.

Nel caso della rete fognaria di Pioltello, si rilevano scarichi con recapito nel reticolo idrico privato e comunale in tratti tombati dove a tutti gli effetti il reticolo diventa parte integrante della rete fognaria di smaltimento delle acque meteoriche. Di seguito si riporta in Tabella 3 l'elenco degli scarichi e il relativo recapito.

Tabella 3 – Caratteristiche degli scarichi delle acque di troppo pieno della rete fognaria mista presenti nel territorio comunale

| ID Sfiatore | ID scarico | Recapito | Tipologia del recapito | Diametro condotta [mm] |
|-------------|------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| 2116 | 2114 | Fontanile Trecca | Tombato | 1'200 |
| 1771 | 1772 | Roggia Calchera | Tombato | 1'000 |
| 1409 | 2632 | Roggia Calchera | Tombato | 1'000 |
| 1649 | 1655 | Fontanile Grande/del Paese | Tombato | 1'500 |
| 1686 | 1690 | Fontanile Canova/Besozza | Tombato | 1'000 |



I corpi idrici recettori sono quindi composti da fontanili e rogge per i quali è stato ricostruito un bacino idrografico di massima sulla considerazione della morfologia del terreno, dei tratti tombati e della presenza della rete fognaria mista e/o bianca che in alcune aree condivide il collettamento delle acque meteoriche col reticolo idrografico. I fontanili hanno origine nel territorio di Pioltello, mentre la Roggia Calchera deriva la portata di competenza dal Naviglio della Martesana.

Le caratteristiche idrauliche degli scarichi sono state determinate con riferimento alle tabelle 15 e 16 contenute nelle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” di Cap Holding. La mancanza di dati idrologici utili all’applicazione del teorema della probabilità congiunta e la sostanziale comparabilità tra i bacini idrografici afferenti fa ricadere gli scarichi in oggetto nella casistica 3, come sintetizzato nella seguente tabella.

Tabella 4 – Stima dei rapporti tra le aree e definizione della casistica per il calcolo della probabilità congiunta

| ID scarico | Area bacino sotteso dallo scarico [ha] | Area bacino di riferimento del corpo recettore [ha] | Rapporto bacini | Casistica Linee Guida CAP | Definizione condizioni idrauliche al contorno |
|------------|--|---|-----------------|---------------------------|--|
| 2114 | 5,50 | 74 | ~ 13 | Caso 3 | Utilizzo del livello nel recettore per Q riferimento = 0,5 Q max |
| 1772 | 2,24 | 237 | ~ 106 | Caso 3 | Utilizzo del livello nel recettore per Q riferimento = 0,5 Q max |
| 2632 | 28,70 | 273 | ~ 8 | Caso 3 | Utilizzo del livello nel recettore per Q riferimento = 0,5 Q max |
| 1655 | 1,00 | 5 | ~ 1 | Caso 3 | Utilizzo del livello nel recettore per Q riferimento = 0,5 Q max |
| 1690 | 5,76 | 3 | ~ 1 | Caso 3 | Utilizzo del livello nel recettore per Q riferimento = 0,5 Q max |

La stima della portata soglia che defluisce nella condotta è stata effettuata considerando la scala di deflusso delle portate nella sezione di riferimento, corrispondente ad un riempimento pari a 90%.

Tabella 5 – Quote di fondo degli scarichi e livelli idrici di riferimento

| ID scarico | Portata di competenza del recettore [m ³ /s] | Portata di riferimento del recettore [m ³ /s] | Quota fondo del recettore alla sezione di scarico [m slm] | Quota livello idrico di riferimento [m slm] | Quota fondo scorrevole dello scarico [m slm] |
|------------|---|--|---|---|--|
| 2114 | 1,8 | 0,9 | 115,84 | 116,44 | 116,29 |
| 1772 | 1,1 | 0,55 | 112,64 | 113,14 | 113,00 |
| 2632 | 1,1 | 0,55 | 112,80 | 113,30 | 113,29 |
| 1655 | 3,2 | 1,6 | 111,21 | 111,96 | 111,47 |
| 1690 | 1,1 | 0,55 | 111,22 | 111,72 | 111,65 |

Dall’analisi emerge come i livelli idrici siano lievemente superiori alle quote di scorrimento degli scarichi ostacolando quindi il libero deflusso verso il recapito nel corpo idrico superficiale.



Il territorio di Pioltello è attraversato da due dorsali intercomunali provenienti da Cassina de’ Pecchi e da Cernusco sul Naviglio che attraversano il comune e si riuniscono in un unico collettore quadrato 2500x2500 mm nei pressi dell’intersezione stradale tra la SP103 e viale San Francesco. Il collettore prosegue per circa 800 m e successivamente si suddivide in due dorsali principali che si riuniranno nuovamente in comune di Segrate per poi dirigersi verso l’impianto di depurazione di Peschiera Borromeo.

Tali collettori convogliano reflui misti provenienti da aree scolanti urbane a monte di Pioltello e, al fine produrre una modellazione idraulica il più possibile aderente alla realtà, sono stati quindi considerati i deflussi provenienti da tali aree attraverso l’immissione dei relativi idrogrammi nei nodi di testa dei collettori del modello.

4.8 CONDIZIONI INIZIALI

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

4.9 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO

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 nell’ambito del progetto STRADA [AAVV (2013), *“Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Le piogge intense e le valanghe in Lombardia”*, ARPA Lombardia, Milano].

Sul sito di ARPA Lombardia è possibile accedere ai dati raster dei parametri “a1” e “n” della LSPP con risoluzione al suolo di 1,5 km x 1,5 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L-moments ed estrapolazione spaziale dei quantili. La curva di possibilità pluviometrica fornita è espressa nella forma:

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

Dove:

h = altezza di pioggia;

D = durata di pioggia;

a1 = coefficiente pluviometrico orario;

wT = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T;

n = esponente della curva (parametro di scala);

α, ε, κ = parametri delle leggi probabilistiche GEV.

La maggior parte del territorio di Pioltello è incluso in due celle caratterizzate da una minima differenza dei parametri caratteristici.



I calcoli idrologici e le modellazioni idrauliche sono stati effettuati per i tempi di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni; i parametri della LSPP utilizzati per il territorio comunale sono riportati nella tabella seguente e sono il risultato della media dei valori dei parametri associati ai quadranti del grigliato considerati. 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.

Tabella 6 – Parametri della LSPP al variare del tempo di ritorno

| Parametri LSPP | Tr=2 anni | Tr=10 anni | Tr=50 anni | Tr=100 anni |
|----------------|-----------|------------|------------|-------------|
| a1 | 30,0350 | 30,0350 | 30,0350 | 30,0350 |
| wt | 0,9274 | 1,5095 | 2,0531 | 2,2928 |
| n (d >= 1 ora) | 0,2946 | 0,2946 | 0,2946 | 0,2946 |
| n (d < 1 ora) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Tali parametri si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell’ora, per durate inferiori invece si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore n = 0,5 in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Nell’immagine seguente è riportato il grafico delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per vari tempi di ritorno.

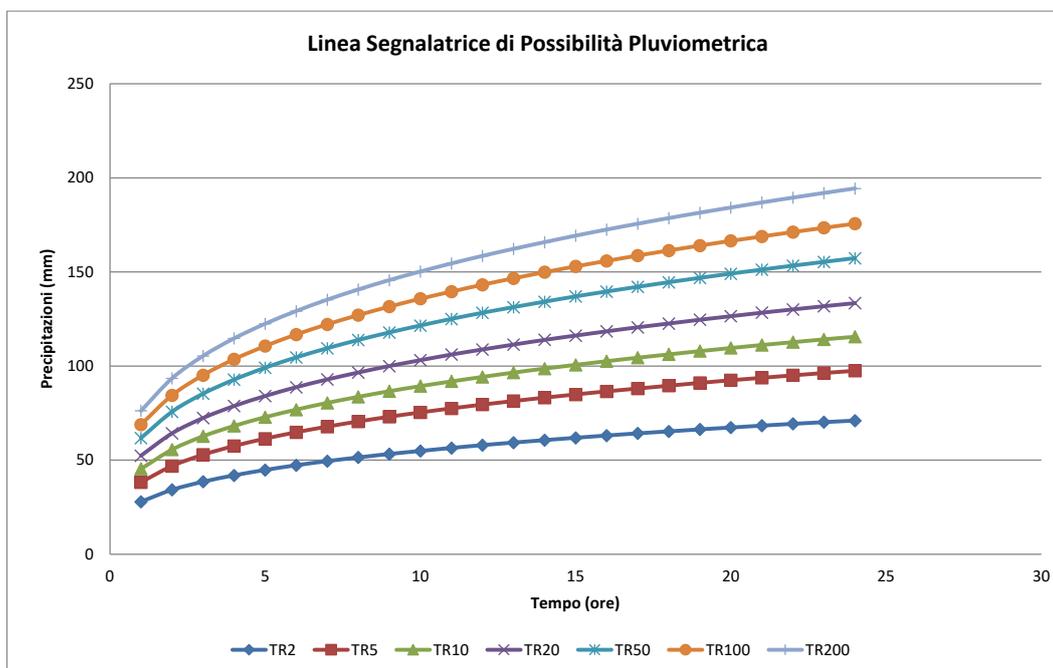


Figura 6 – Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP) per i diversi tempi di ritorno

Come ietogramma di progetto è stato utilizzato il modello triangolare per introdurre l’effetto del picco fissato a 0,5 Tp (tempo di pioggia).



Di seguito si riportano le immagini degli ietogrammi considerati nelle simulazioni per ciascun tempo di ritorno.

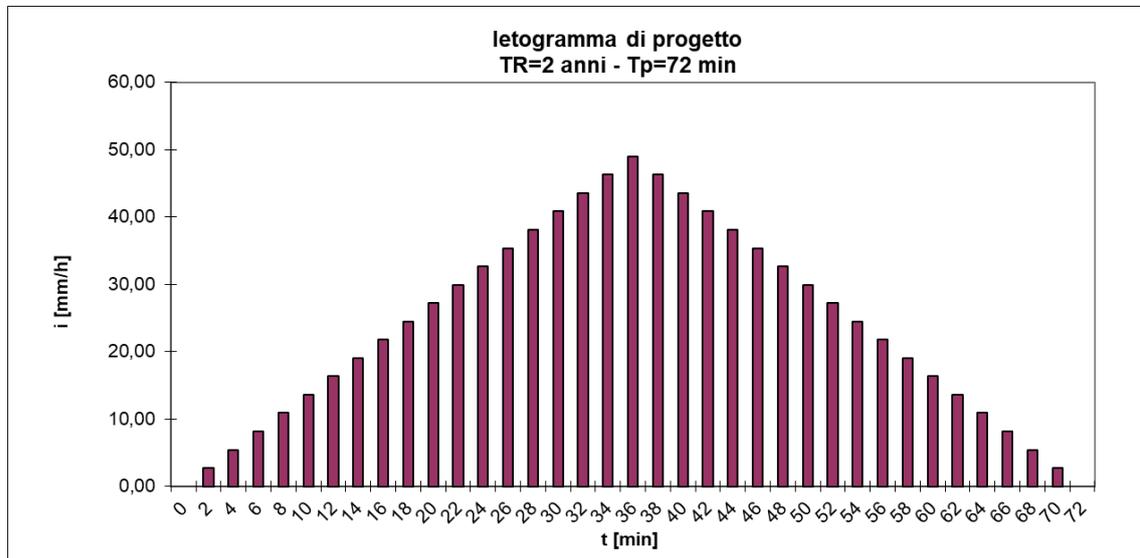


Figura 7 – Ietogramma per TR 2 anni e tempo di pioggia 72 minuti

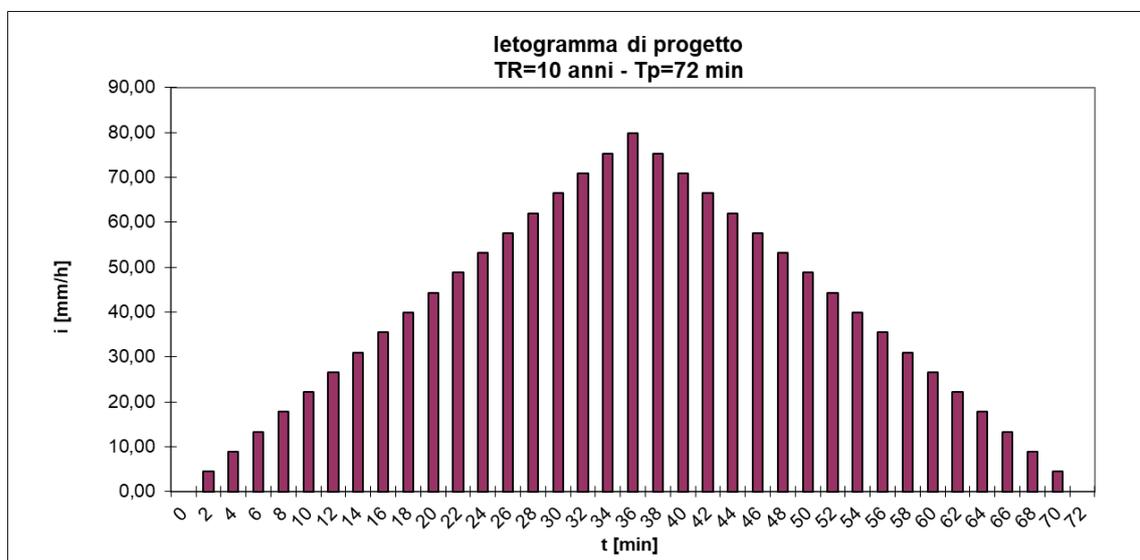


Figura 8 – Ietogramma per TR 10 anni e tempo di pioggia 72 minuti

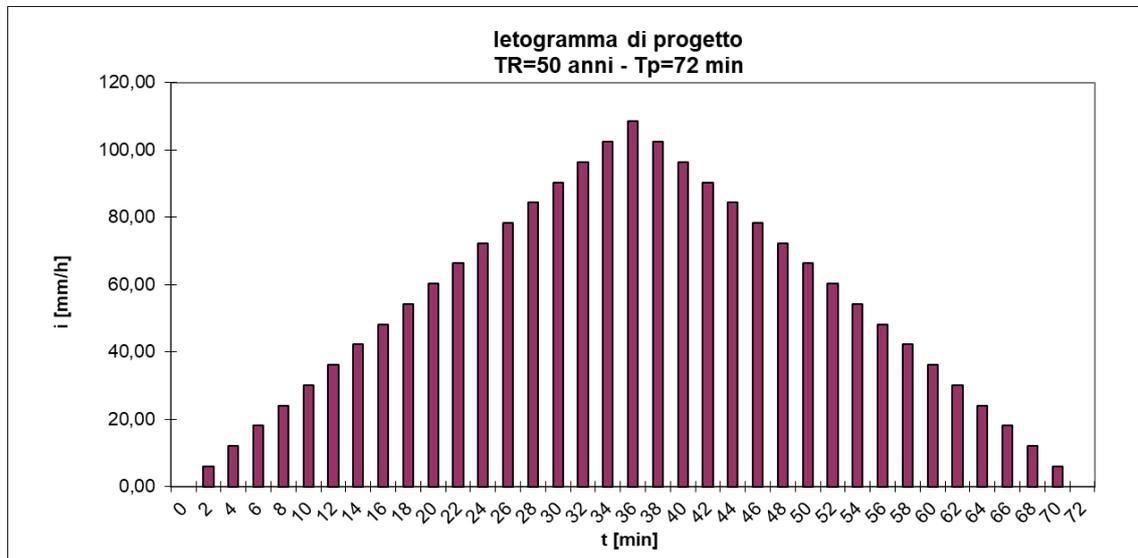


Figura 9 – Ietogramma per TR 50 anni e tempo di pioggia 72 minuti

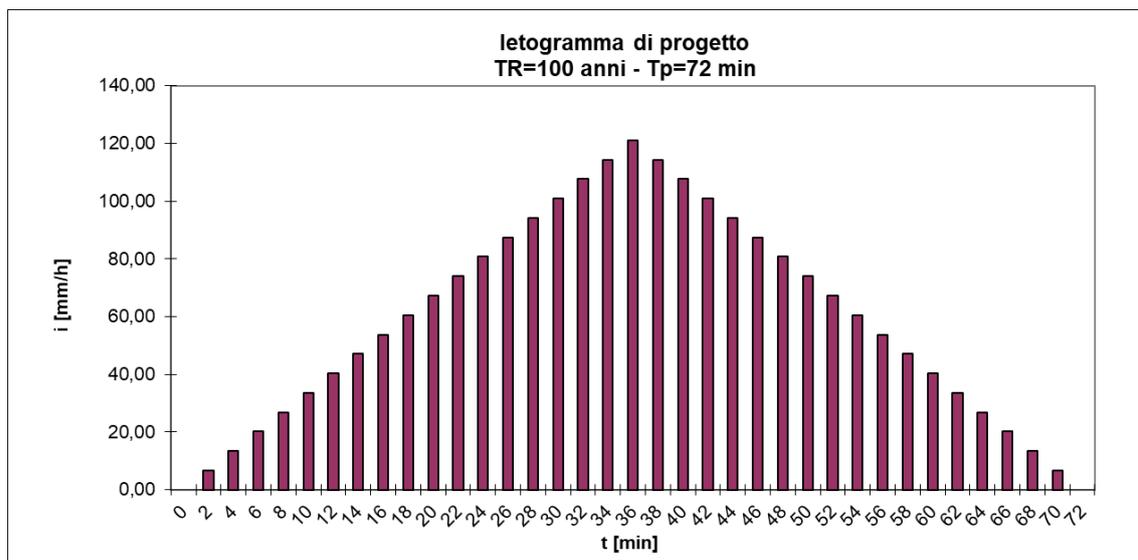


Figura 10 – Ietogramma per TR 100 anni e tempo di pioggia 72 minuti



5. PROCEDURE DI TARATURA E 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. L’operazione richiede la registrazione contemporanea delle precipitazioni e delle conseguenti portate generate nelle tubazioni fognarie, al fine di poter correttamente correlare le misure, agendo opportunamente sui parametri idraulici ed idrologici del modello. La taratura del modello è stata effettuata da CAP Holding nel novembre 2021 sulla base dei dati derivanti dalla campagna di monitoraggio piogge-portate per il periodo novembre 2020 – aprile 2021.

Di seguito si riporta un estratto della relazione “Modellazione idraulica rete fognaria comunale” nella quale sono mostrati i risultati della taratura del modello.

5.1 RETE DI MONITORAGGIO

Il modello di calcolo è stato tarato sulla base dei dati registrati nel corso di una campagna di monitoraggio condotta nel periodo compreso tra novembre 2020 e aprile 2021¹. Sono state monitorate le portate in tempo secco e in tempo di pioggia transistanti nella rete fognaria del comune di Pioltello mediante l’installazione di 10 misuratori di portata (non comprensivi dei misuratori di portata installati nel 2018 per il monitoraggio delle portate in ingresso e/o in uscita dalle vasche e il monitoraggio delle acque parassite) e di 1 pluviometro (non è incluso il pluviometro installato nel 2018), ubicati nel comune di Pioltello.

Tabella 7 – Caratteristiche dei punti di misura

| ID punto | ID webgis | Località | Tipologia di strumento | Data di installazione |
|----------|-----------|-----------|---|-----------------------|
| PB12 | 1857 | Pioltello | Misuratori di livello con scala di deflusso | 16/07/2018 |
| PB13 | 1830 | Pioltello | Misuratori di livello con scala di deflusso | 16/07/2018 |
| PIO01 | 605 | Pioltello | Misuratori di portata | 19/10/2020 |
| PIO02 | 1316 | Pioltello | Misuratori di portata | 20/10/2020 |
| PIO03 | 1035 | Pioltello | Misuratori di portata | 21/10/2020 |
| PIO04 | 1617 | Pioltello | Misuratori di portata | 21/10/2020 |
| PIO05 | 1325 | Pioltello | Misuratori di portata | 21/10/2020 |
| PIO06 | 1872 | Pioltello | Misuratori di portata | 19/10/2020 |
| PIO07 | 1832 | Pioltello | Misuratori di portata | 21/10/2020 |
| PIO_R3 | n.d. | Pioltello | Misuratori di portata- vasca | 22/09/2018 |
| PIO_A1 | n.d. | Pioltello | Misuratori di portata- vasca | 10/09/2018 |
| PIO_A2 | n.d. | Pioltello | Misuratori di portata- vasca | 10/09/2018 |
| PIO_F1 | n.d. | Pioltello | Misuratori di portata- vasca | 10/09/2018 |
| PIO_R1 | n.d. | Pioltello | Misuratori di | 17/09/2021 |

¹ Servizio di campagne di monitoraggio delle portate all’interno delle reti fognarie e dei collettori di proprietà del gruppo CAP 2019-2026 – Agglomerato di Peschiera Borromeo.



| | | | portata-vasca | |
|-----------|------|-----------------------|------------------------------------|------------|
| PIO_R2 | n.d. | Pioltello | Misuratori tempo di transito-vasca | 17/09/2021 |
| CSN05 | 55 | Pioltello | Misuratori di portata | 22/10/2020 |
| CSN06 | 230 | Pioltello | Misuratori di portata | 14/10/2020 |
| CSN12 | 1340 | Pioltello | Misuratori di portata | 19/10/2020 |
| PB16 | 1642 | Cernusco sul Naviglio | Misuratori di portata | 16/07/2018 |
| PLV_PIO01 | - | Pioltello | Pluviometro | 19/10/2020 |
| P_B05_F | - | Pioltello | Pluviometro | 07/08/2018 |

Di seguito si riporta in Figura 11 l’ubicazione dei punti di misura nel territorio comunale di Pioltello, mentre in Figura 12 è rappresentato lo schema di flusso dei misuratori.

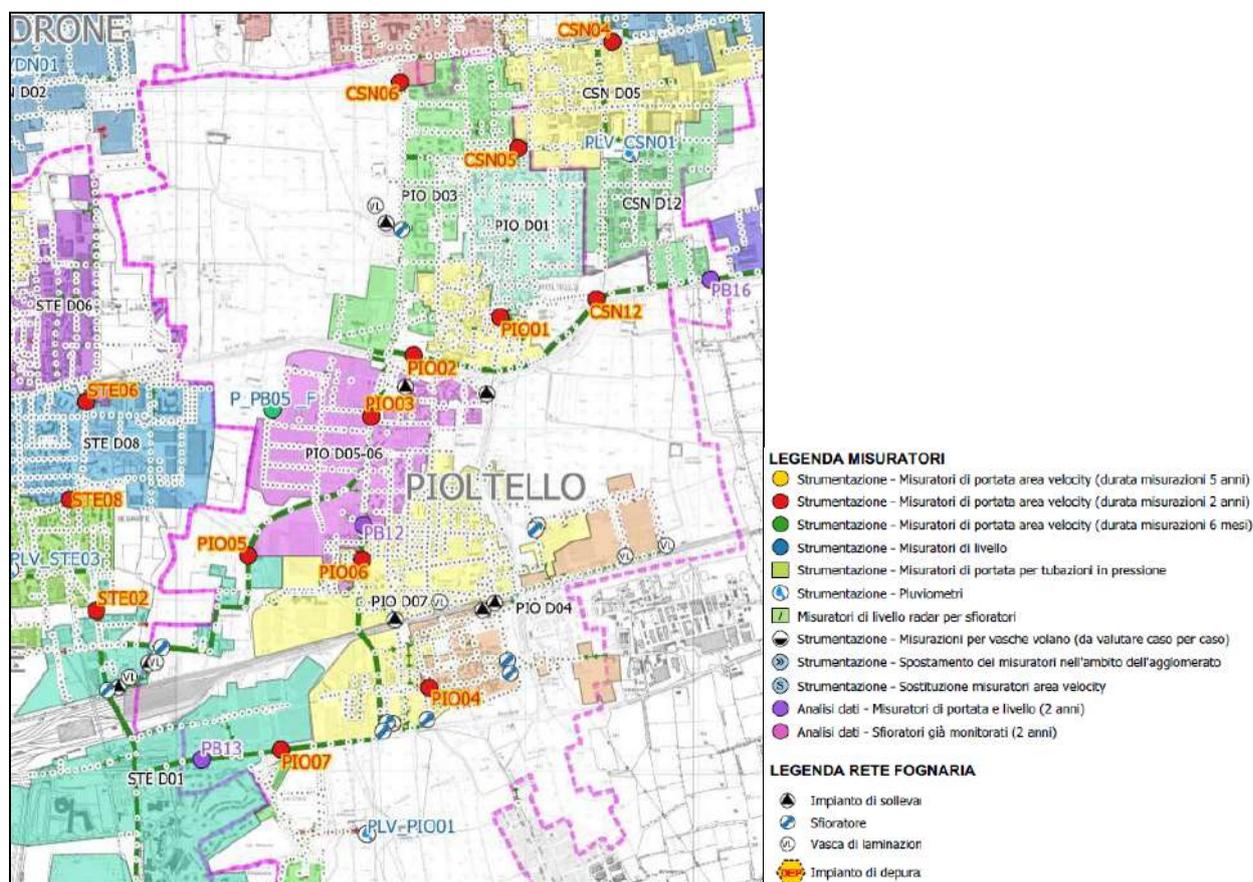


Figura 11 - Sistema di monitoraggio delle portate nella rete fognaria di Pioltello

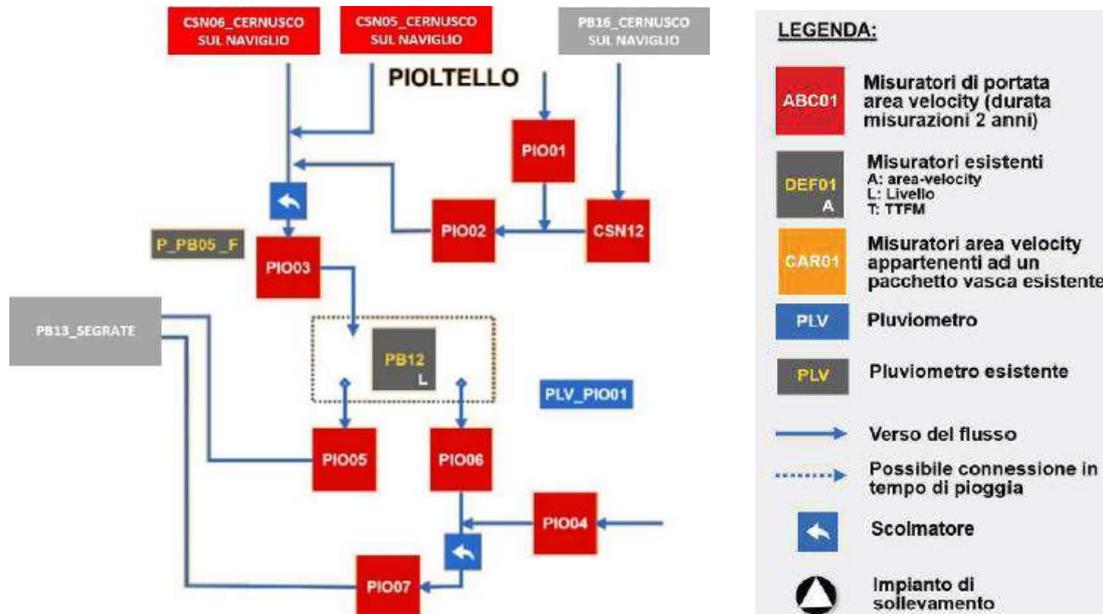


Figura 12 - Diagramma di flusso dei punti di misura nella rete fognaria di Pioltello

Nel processo di taratura sono stati considerati anche i contributi derivanti dal Cernusco sul Naviglio convogliati nella rete di Pioltello.

5.2 ANALISI DEGLI EVENTI DI PIOGGIA SIGNIFICATIVI

La taratura è stata eseguita tramite il confronto dei risultati del monitoraggio e della simulazione del modello in corrispondenza delle sezioni di misura dove è posta la strumentazione.

Per la modellazione degli eventi meteorici sono stati selezionati tre eventi significativi:

- 29 dicembre 2020;
- 6 febbraio 2021;
- 10 aprile 2021.

Si riporta nelle figure seguenti il confronto delle portate simulate con quelle osservate in diverse sezioni di chiusura del bacino comunale per gli eventi ritenuti più significativi nel periodo di misura 01/11/2020 – 30/04/2021:

- in blu lo ietogramma registrato dal pluviometro;
- in rosso l'idrogramma registrato dai misuratori di portata;
- in verde l'idrogramma generato dal modello.

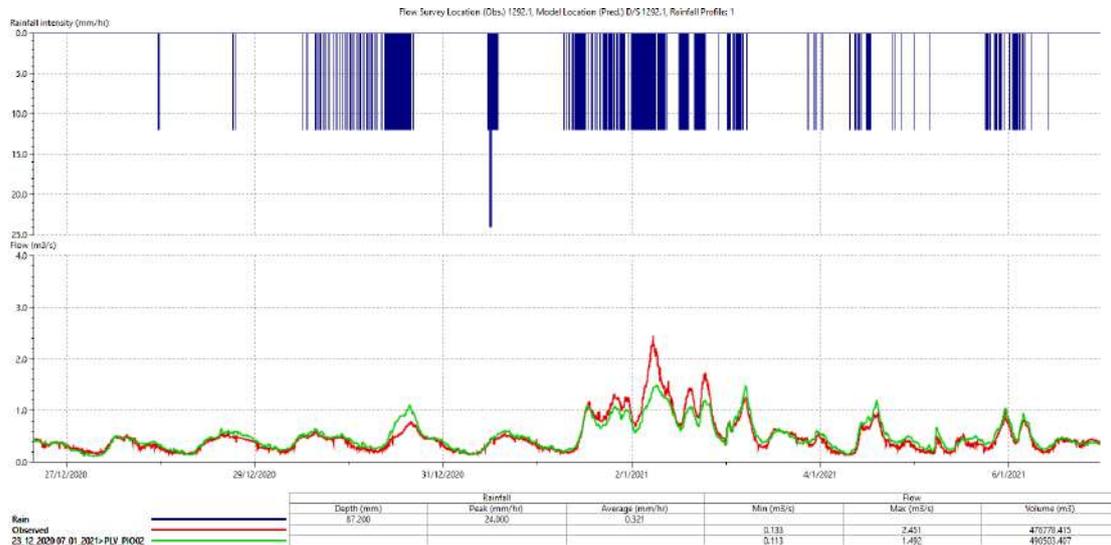


Figura 13 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 29/12/2020-06/01/2021 PDM PIO03

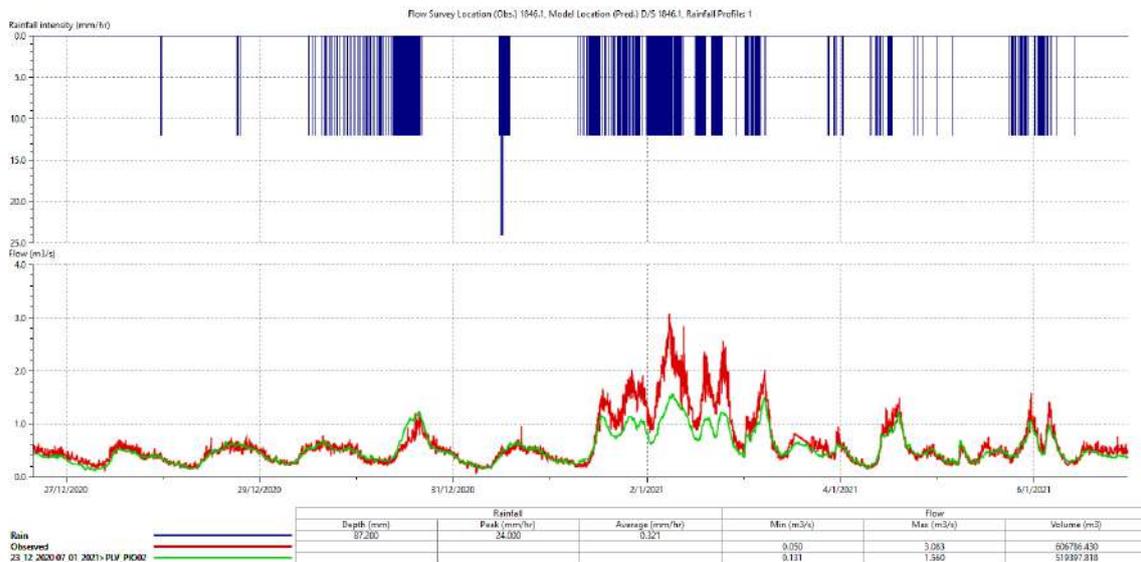


Figura 14 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 29/12/2020-06/01/2021 PDM PIO06

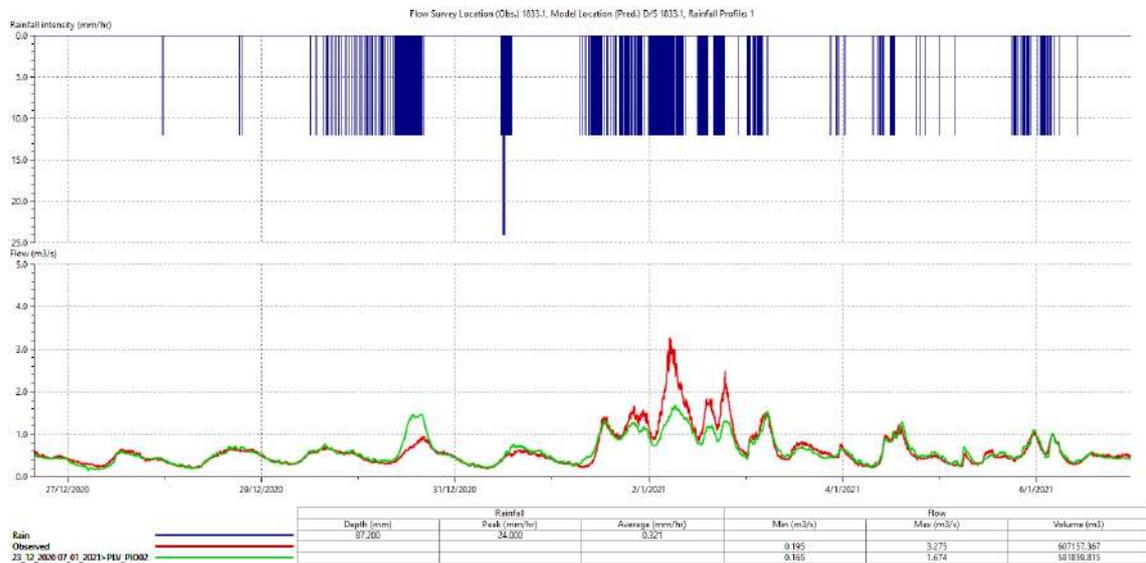


Figura 15 - Confronto osservato-simulato dell’evento del 29/12/2020-06/01/2021 PDM PIO02

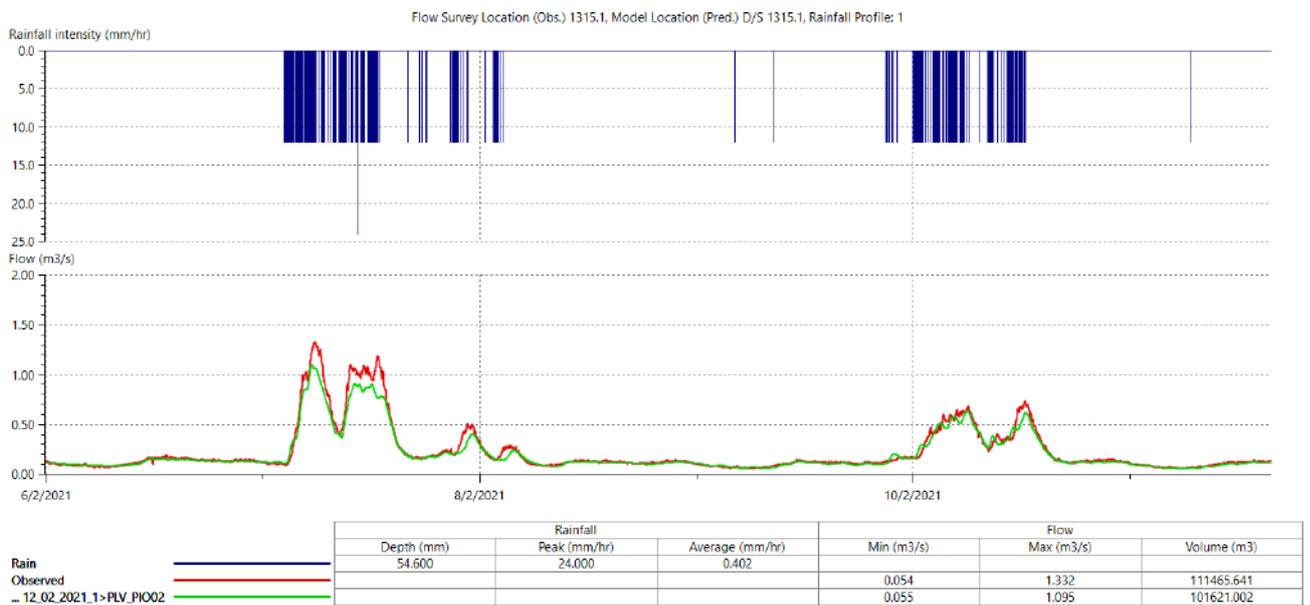


Figura 16 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 06/02/2021-12/02/2021 PDM PIO02

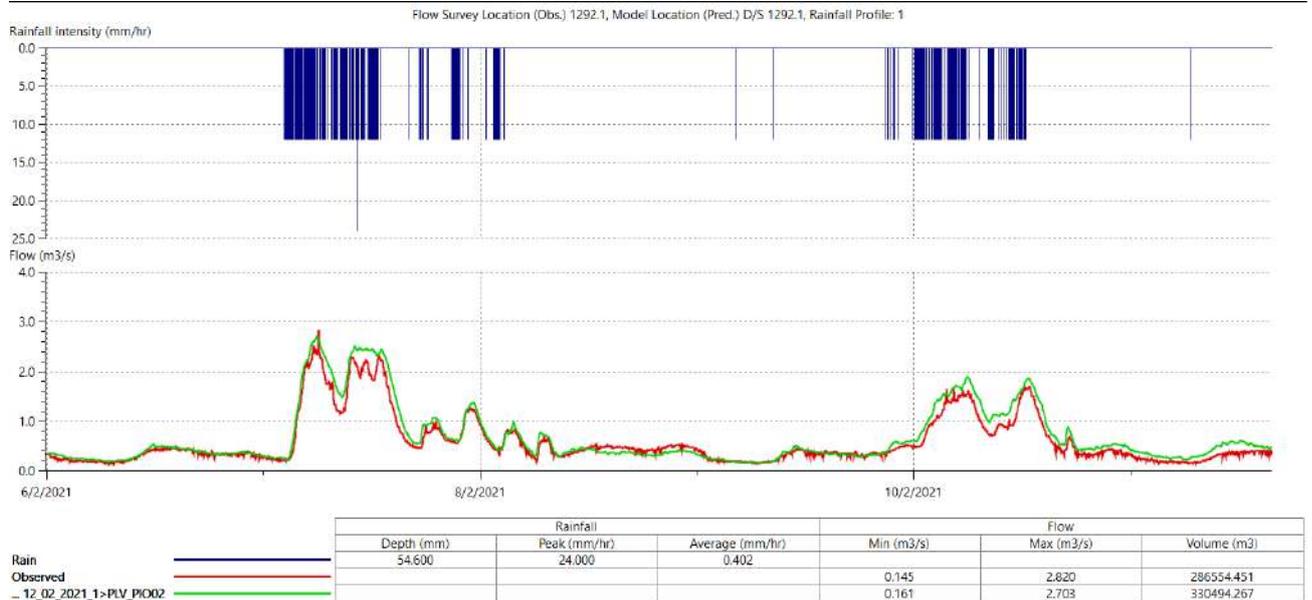


Figura 17 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 06/02/2021-12/02/2021 PDM PIO03

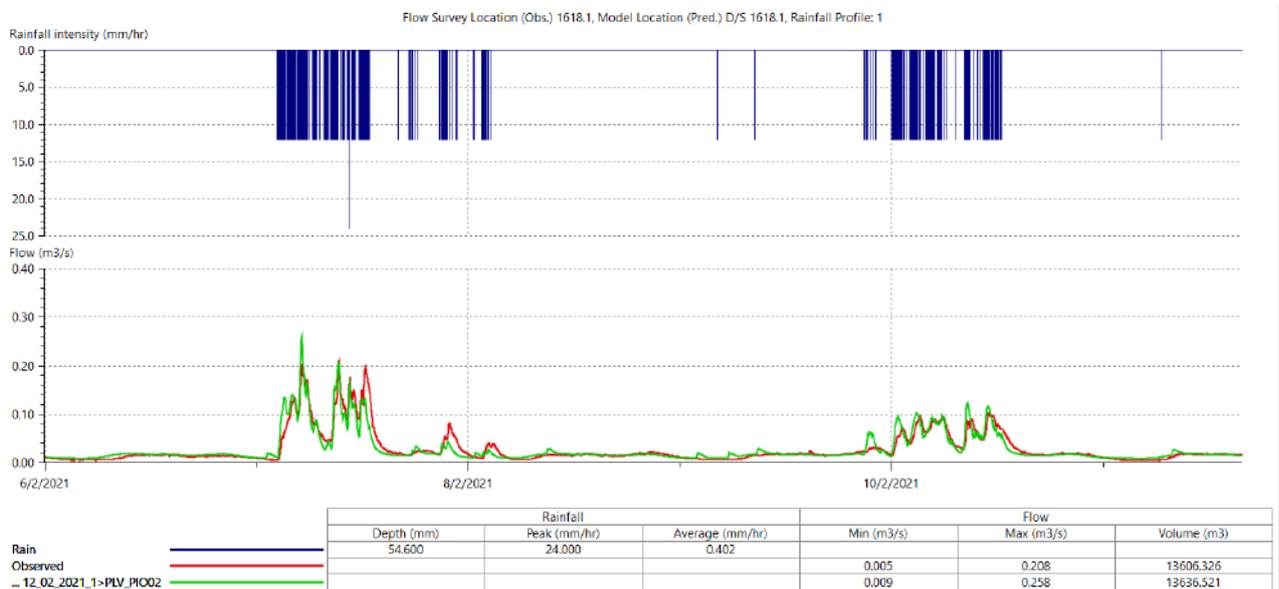


Figura 18 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 06/02/2021-12/02/2021 PDM PIO04

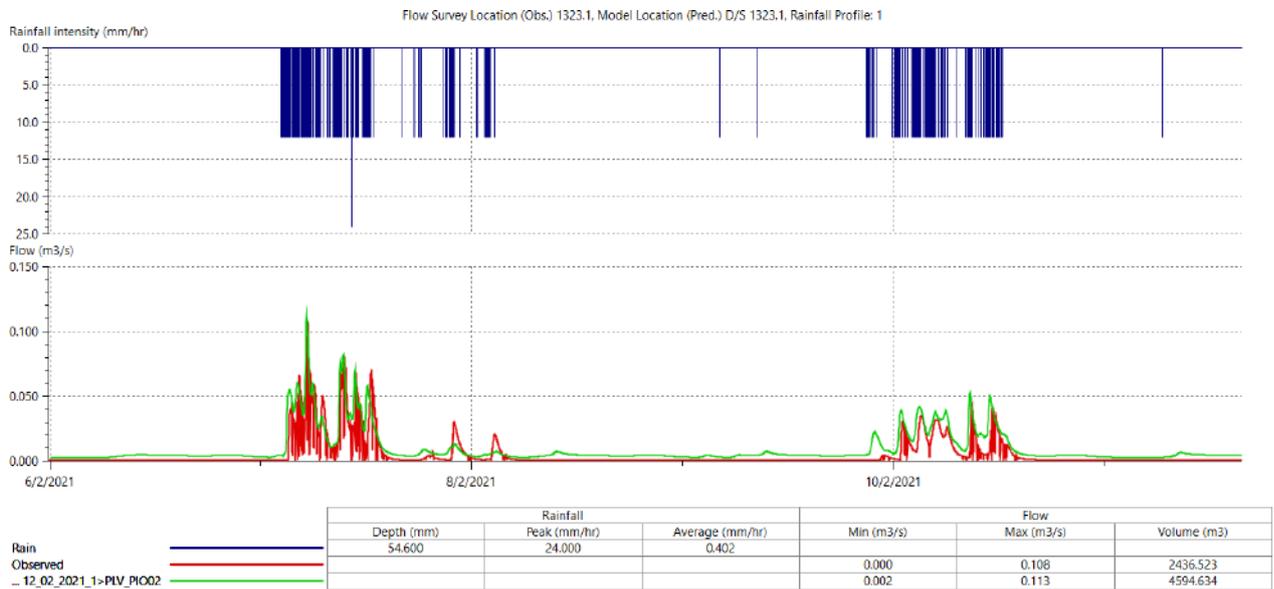


Figura 19 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 06/02/2021-12/02/2021 PDM PIO05

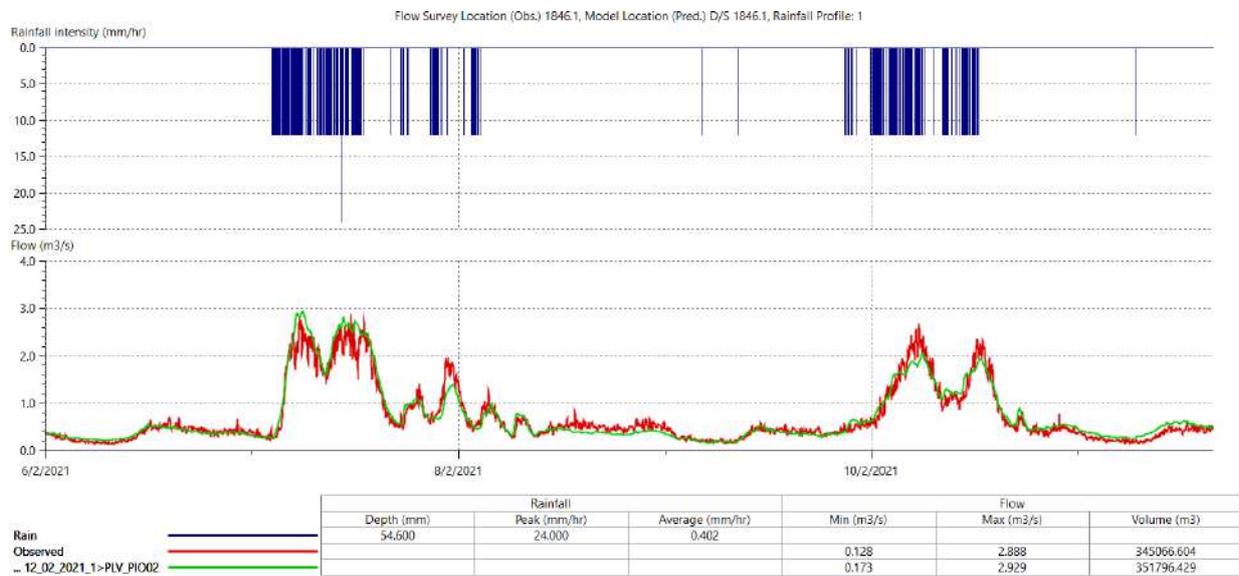


Figura 20 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 06/02/2021-12/02/2021 PDM PIO06

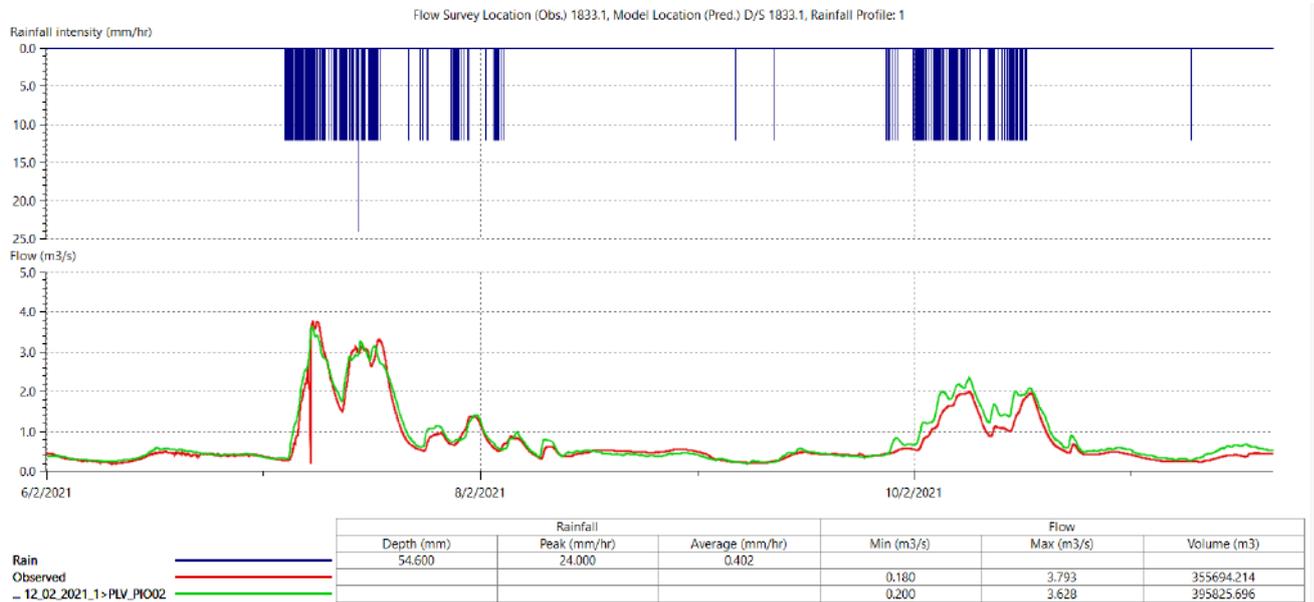


Figura 21 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 06/02/2021-12/02/2021 PDM PIO07

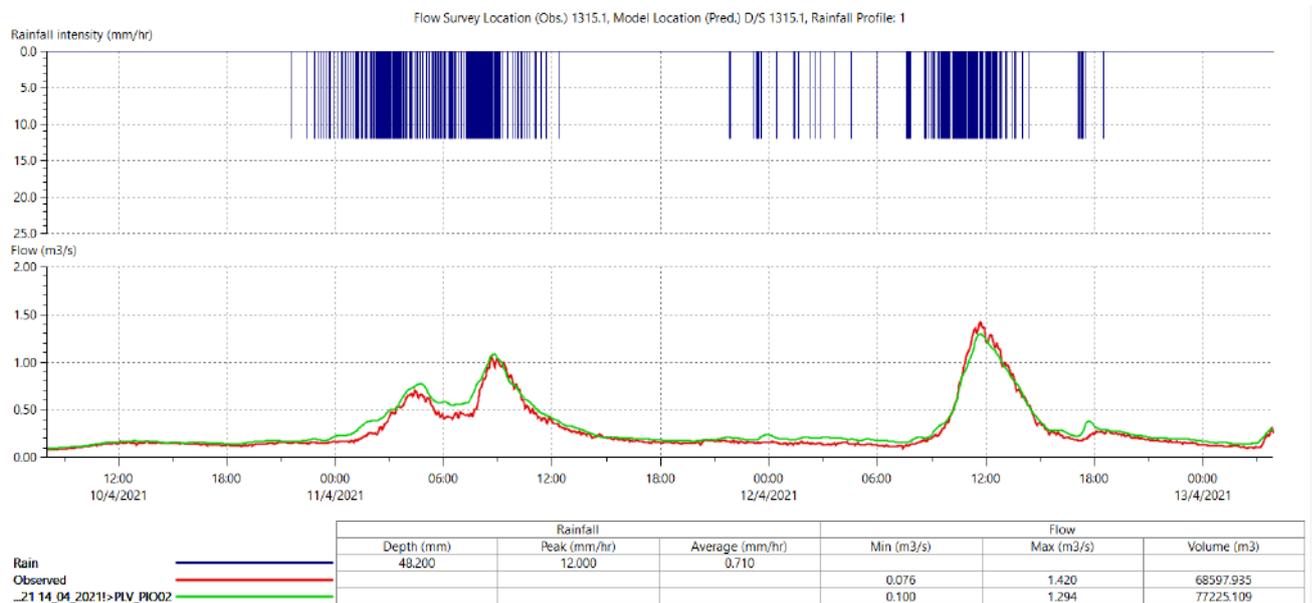


Figura 22 - Confronto osservato-simulato dell’evento del 10/04/2021-14/04/2021 PDM PIO02

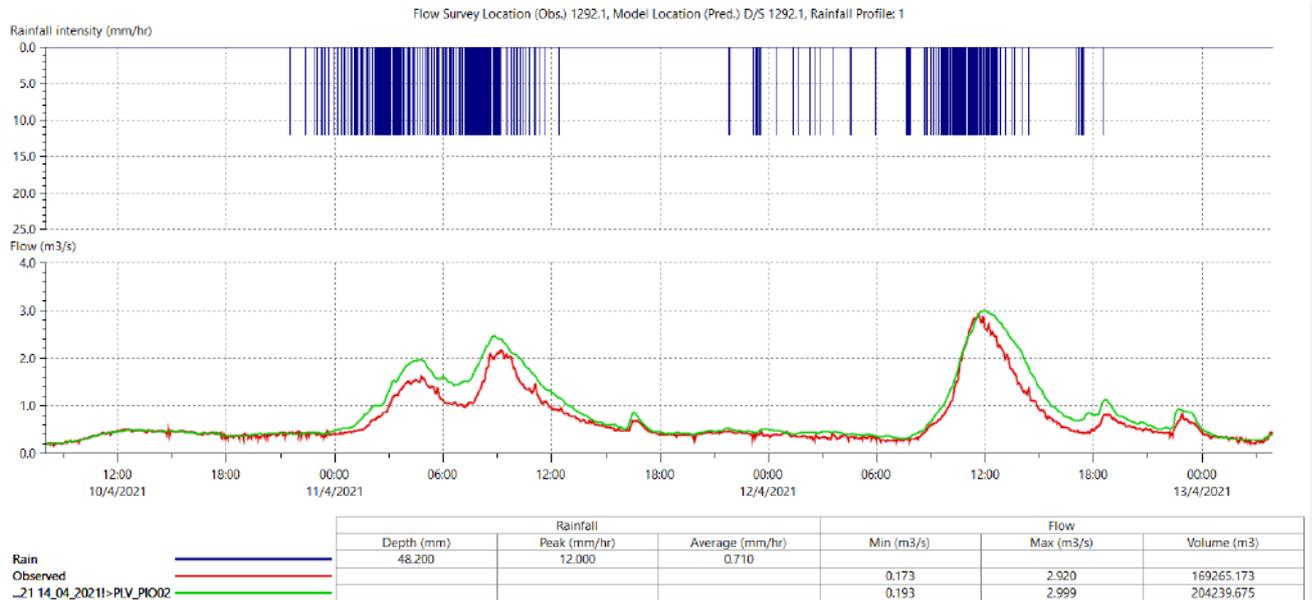


Figura 23 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 10/04/2021-14/04/2021 PDM PIO03

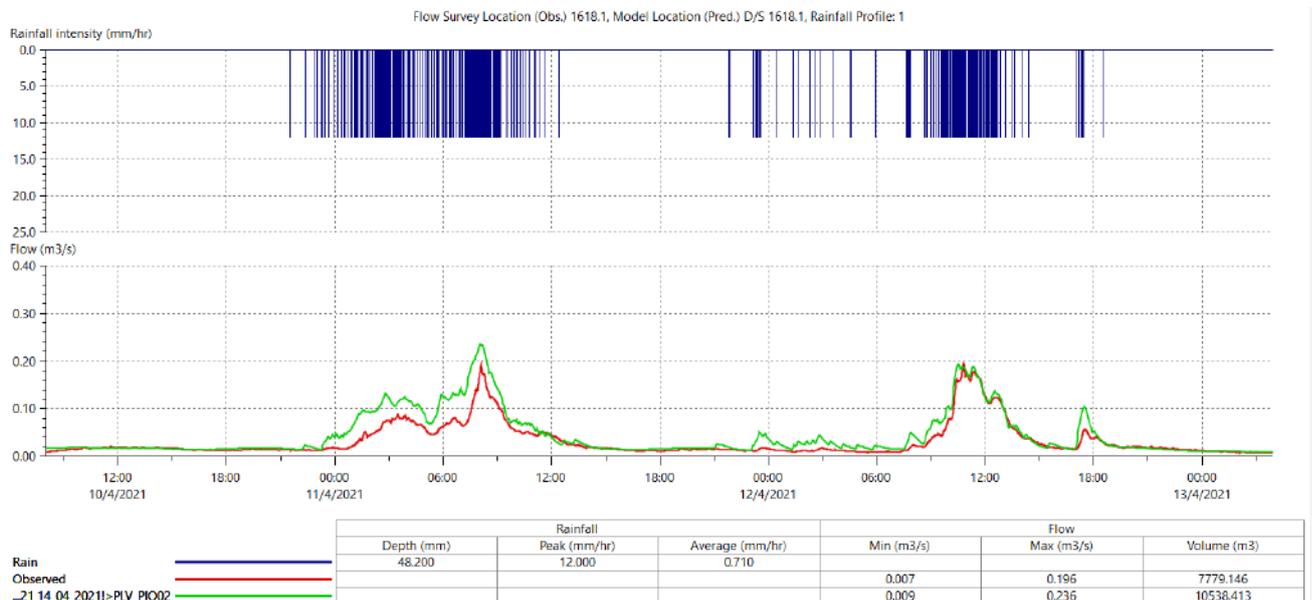


Figura 24 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 10/04/2021-14/04/2021 PDM PIO04

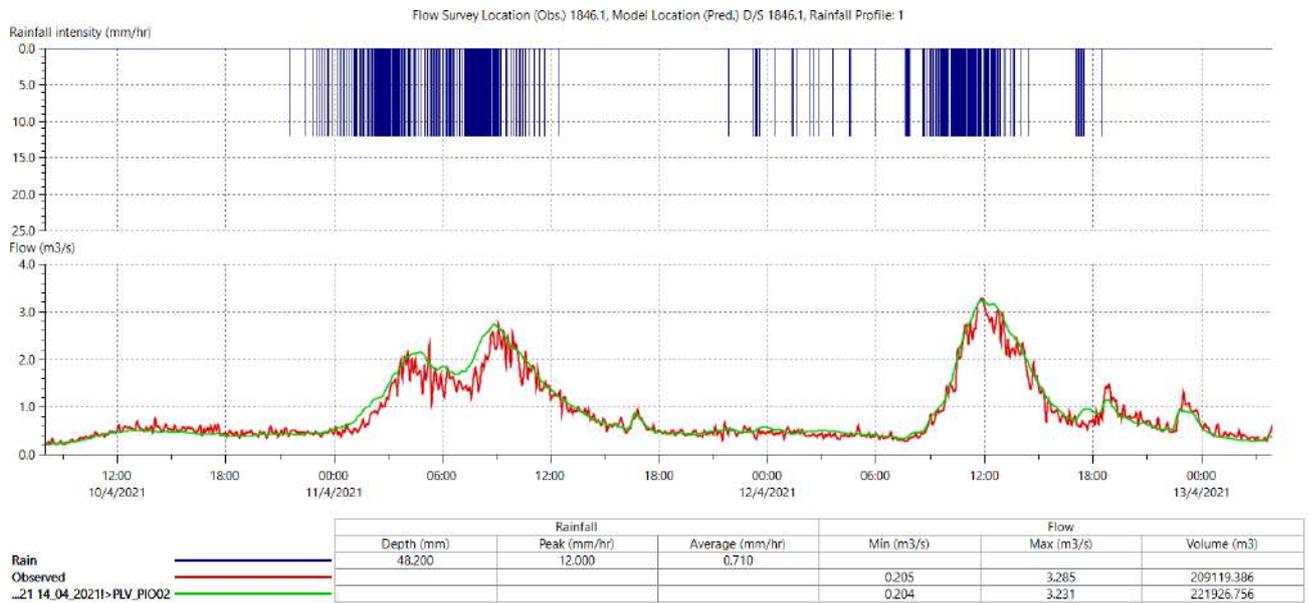


Figura 25 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 10/04/2021-14/04/2021 PDM PIO06

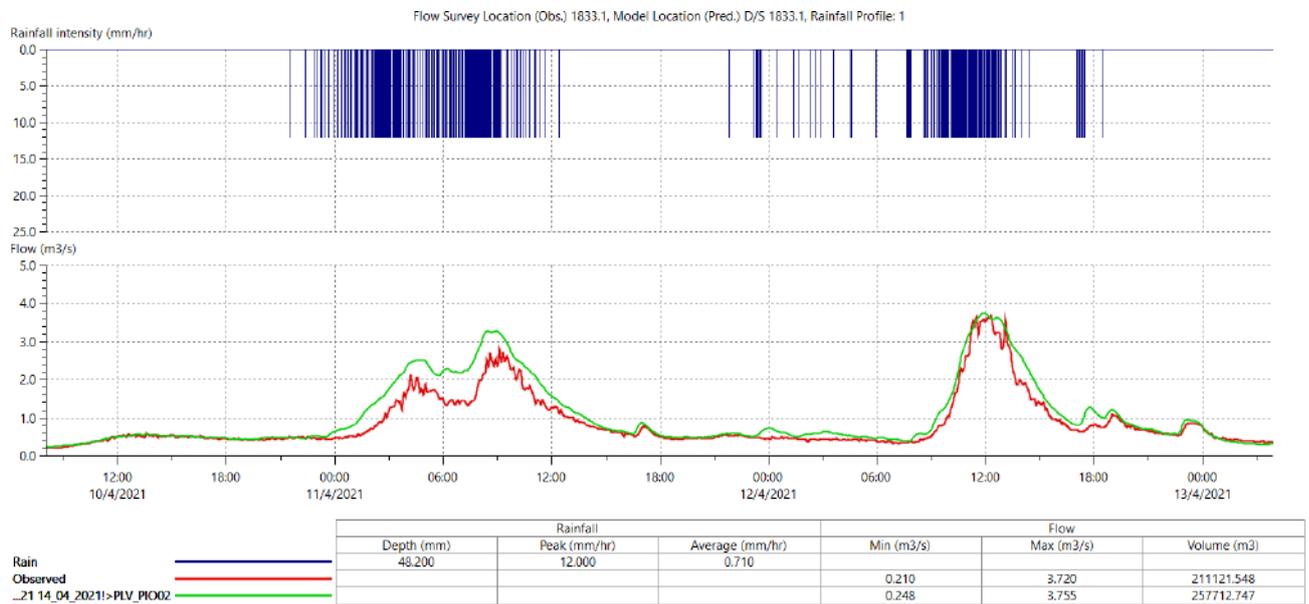


Figura 26 – Confronto osservato-simulato dell’evento del 10/04/2021-14/04/2021 PDM PIO07



5.3 CONCLUSIONI

Come si può osservare dai grafici il modello risulta tarato dal punto di vista quantitativo (portate e volumi), in quanto dal confronto delle curve i valori rappresentati possono ritenersi con buona approssimazione i medesimi.

In considerazione della finalità per cui il modello è stato redatto, ossia l’impiego per valutazioni di previsione di nuove infrastrutture a livello pianificatorio, si ritiene che l’impostazione del modello così come esposto sia attendibile.



6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITÀ

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.

Attraverso l’analisi svolta, sono individuati gli allagamenti e sono definite le carte di pericolosità come richiesto dalle Linee guida CAP. Il funzionamento della rete di drenaggio urbano del comune di Pioltello sarà altresì testato per eventi pluviometrici eccezionali con TR 50 anni e TR 100 anni.

6.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

6.1.1 Stato di criticità della rete di drenaggio

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. Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti il grado di riempimento ed il sovraccarico delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati. Si evidenzia che per sovraccarico si intende la condizione in cui il flusso nella condotta ha raggiunto e superato il massimo grado di riempimento della stessa e pertanto si innesca una condizione di deflusso in pressione.

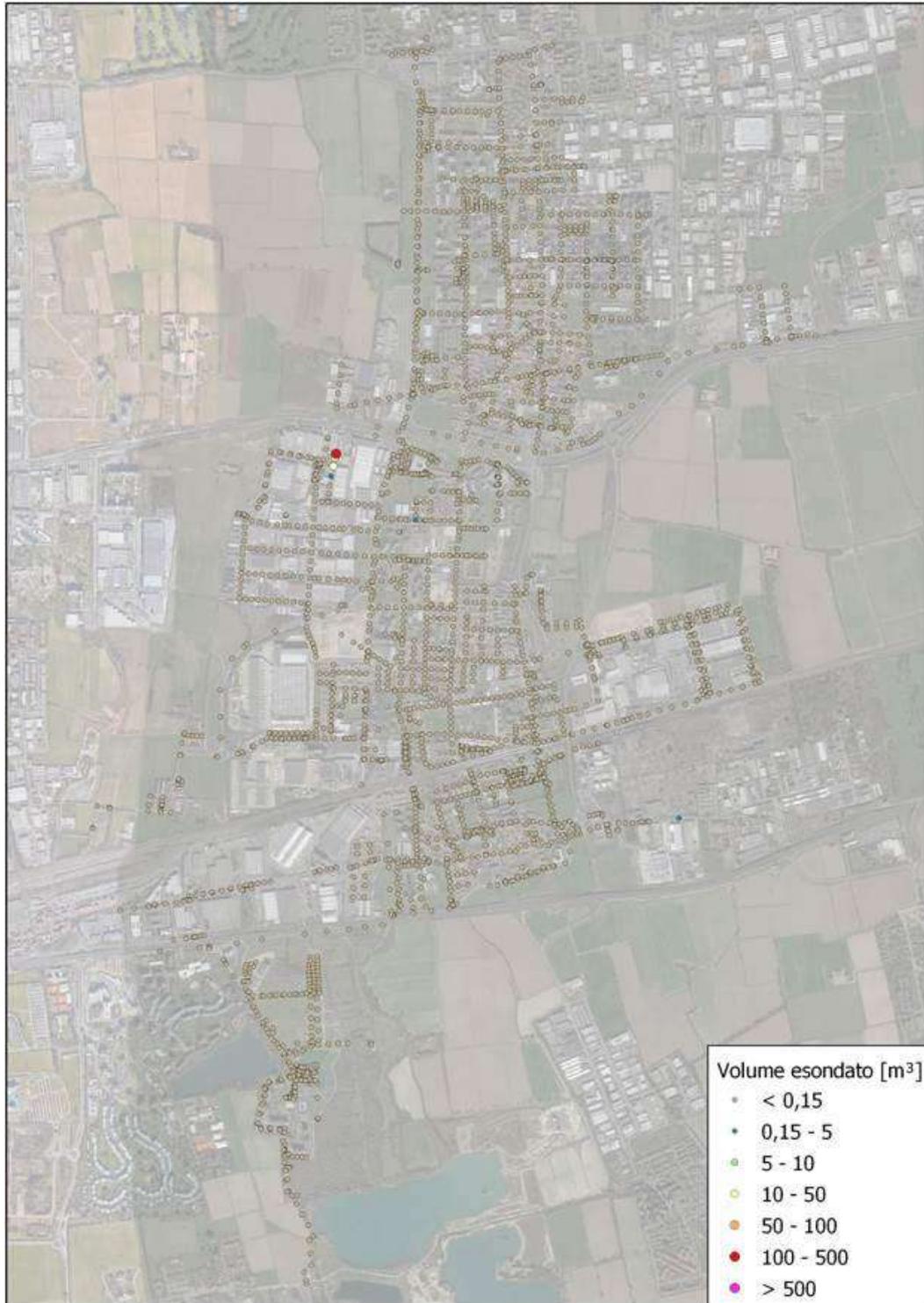


Figura 27 - Risultati dello stato di fatto 1D – Esondazione nodi per Tr2 anni

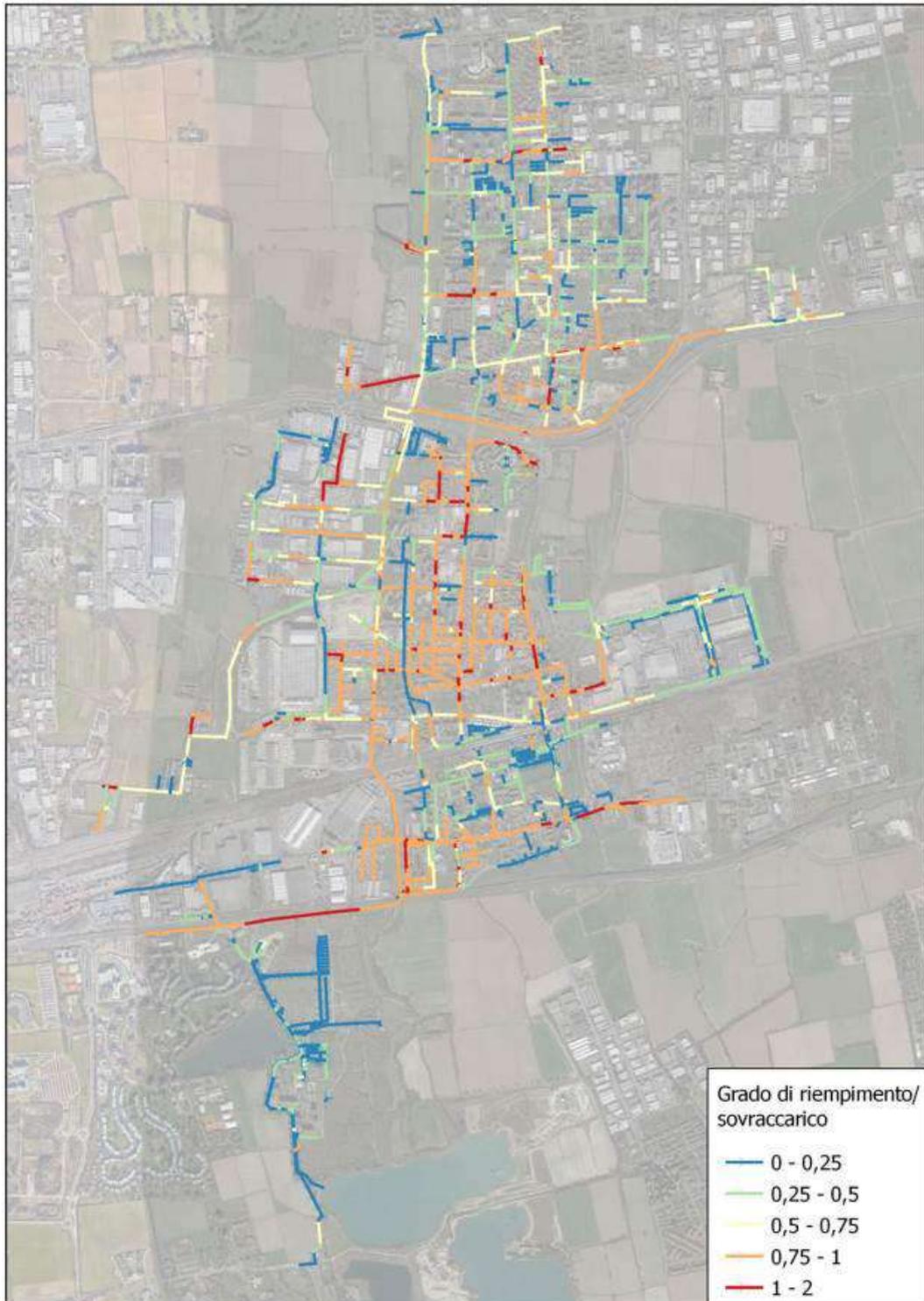


Figura 28 - Risultati dello stato di fatto 1D – Grado di riempimento delle condotte per Tr2 anni

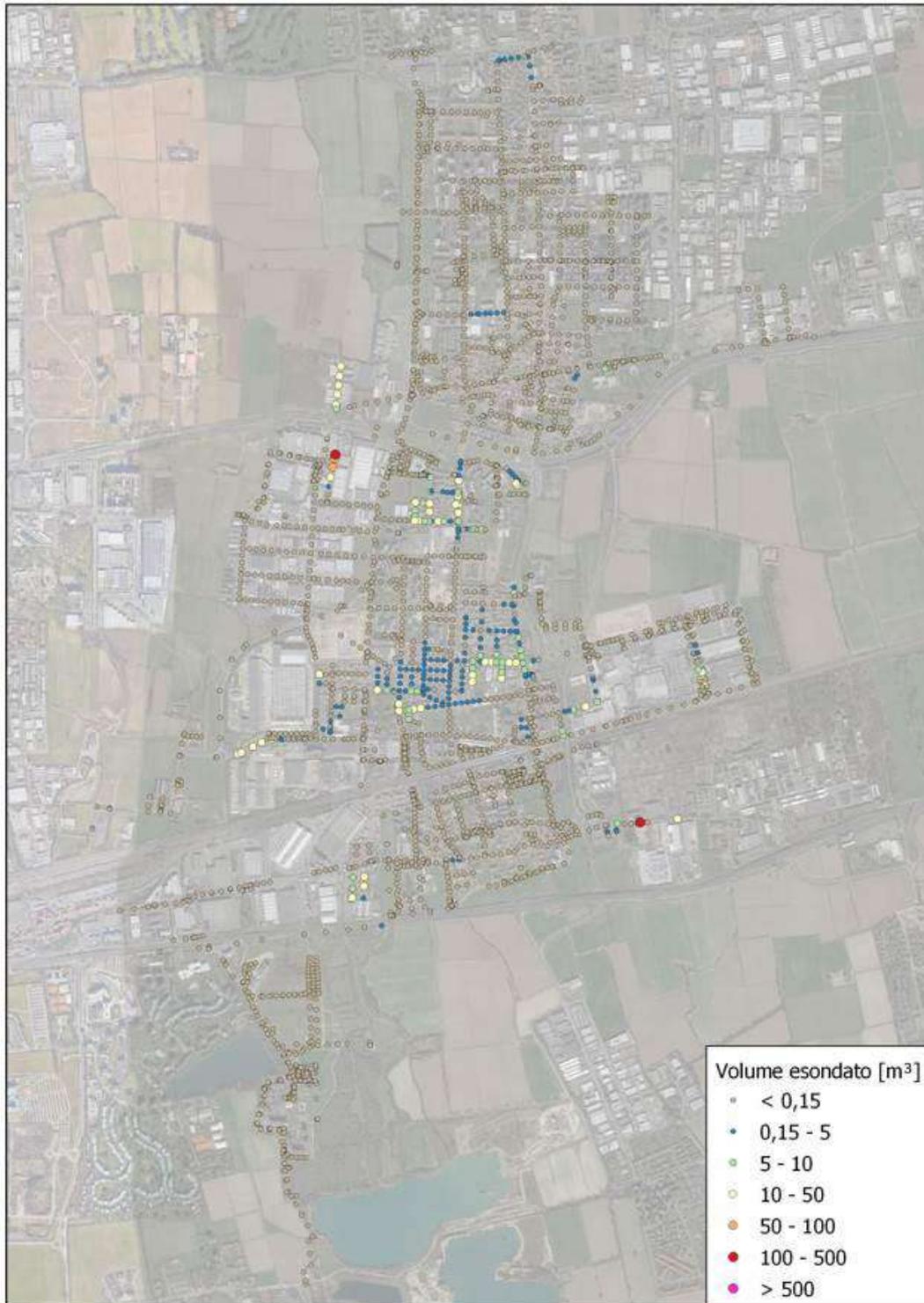


Figura 29 - Risultati dello stato di fatto 1D – Esondazione nodi per Tr10 anni

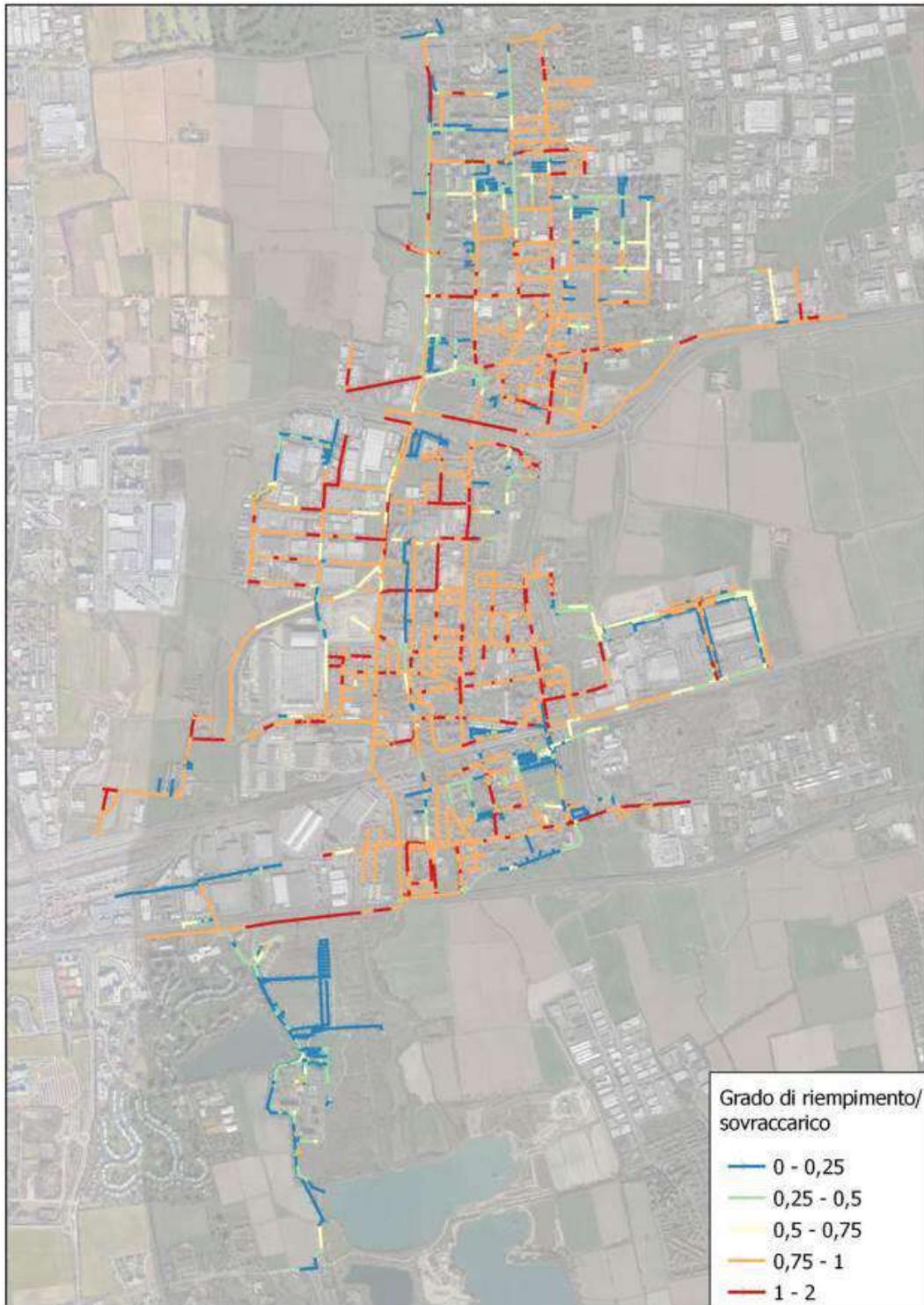


Figura 30 - Risultati dello stato di fatto 1D – Grado di riempimento delle condotte per Tr10 anni

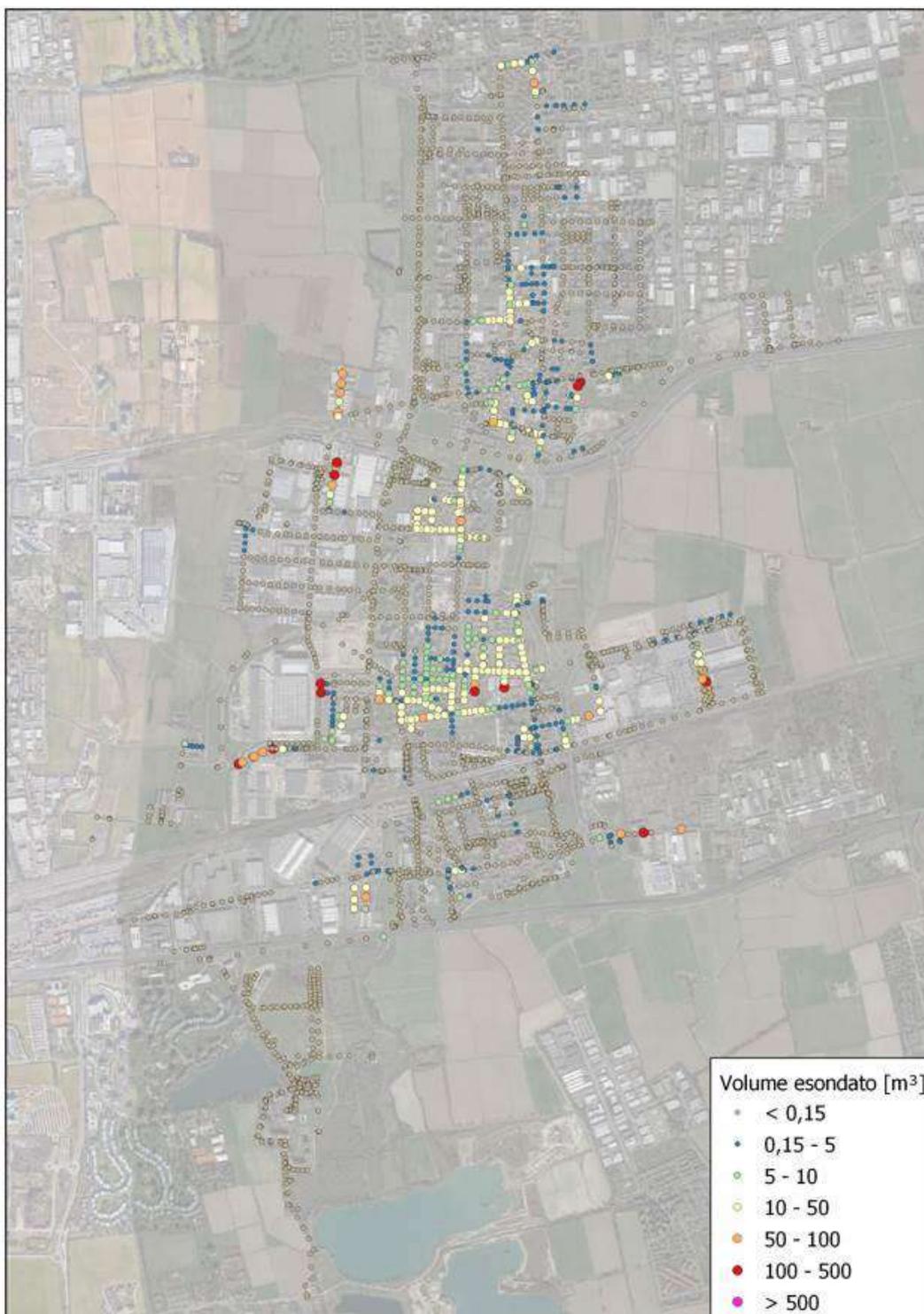


Figura 31 - Risultati dello stato di fatto 1D – Esondazione nodi per Tr50 anni

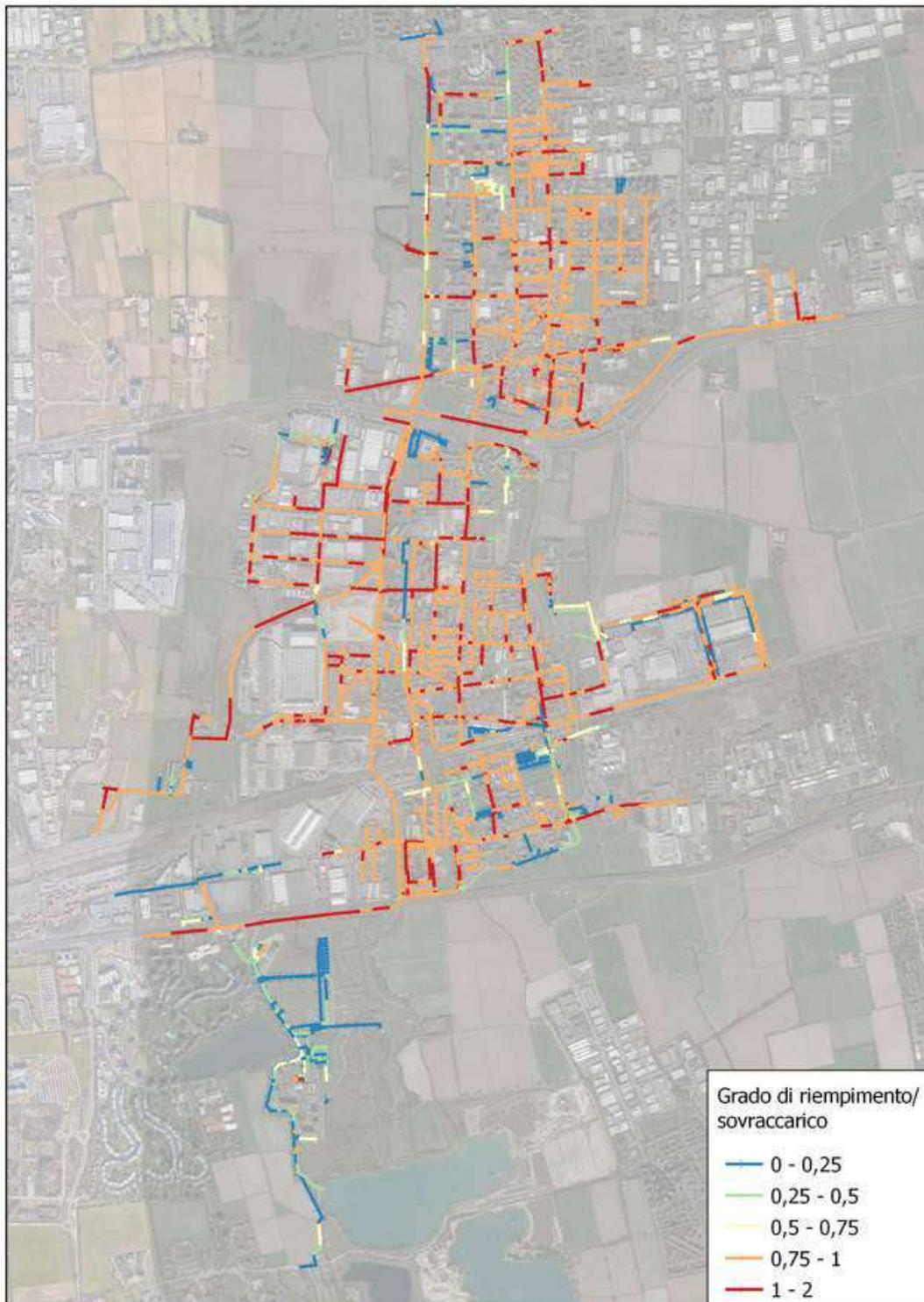


Figura 32 - Risultati dello stato di fatto 1D – Grado di riempimento delle condotte per Tr50 anni

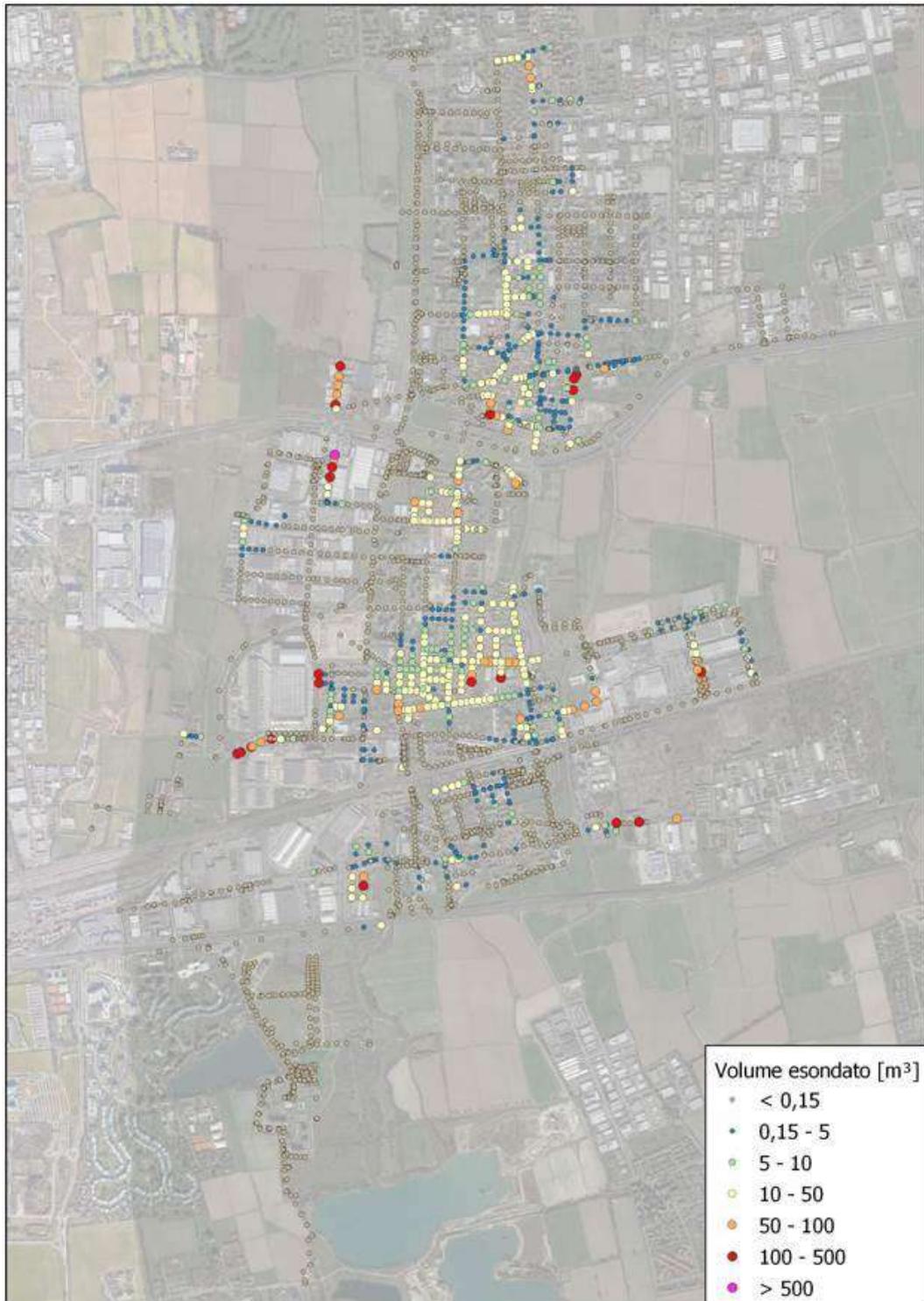


Figura 33 - Risultati dello stato di fatto 1D – Esondazione nodi per Tr100 anni

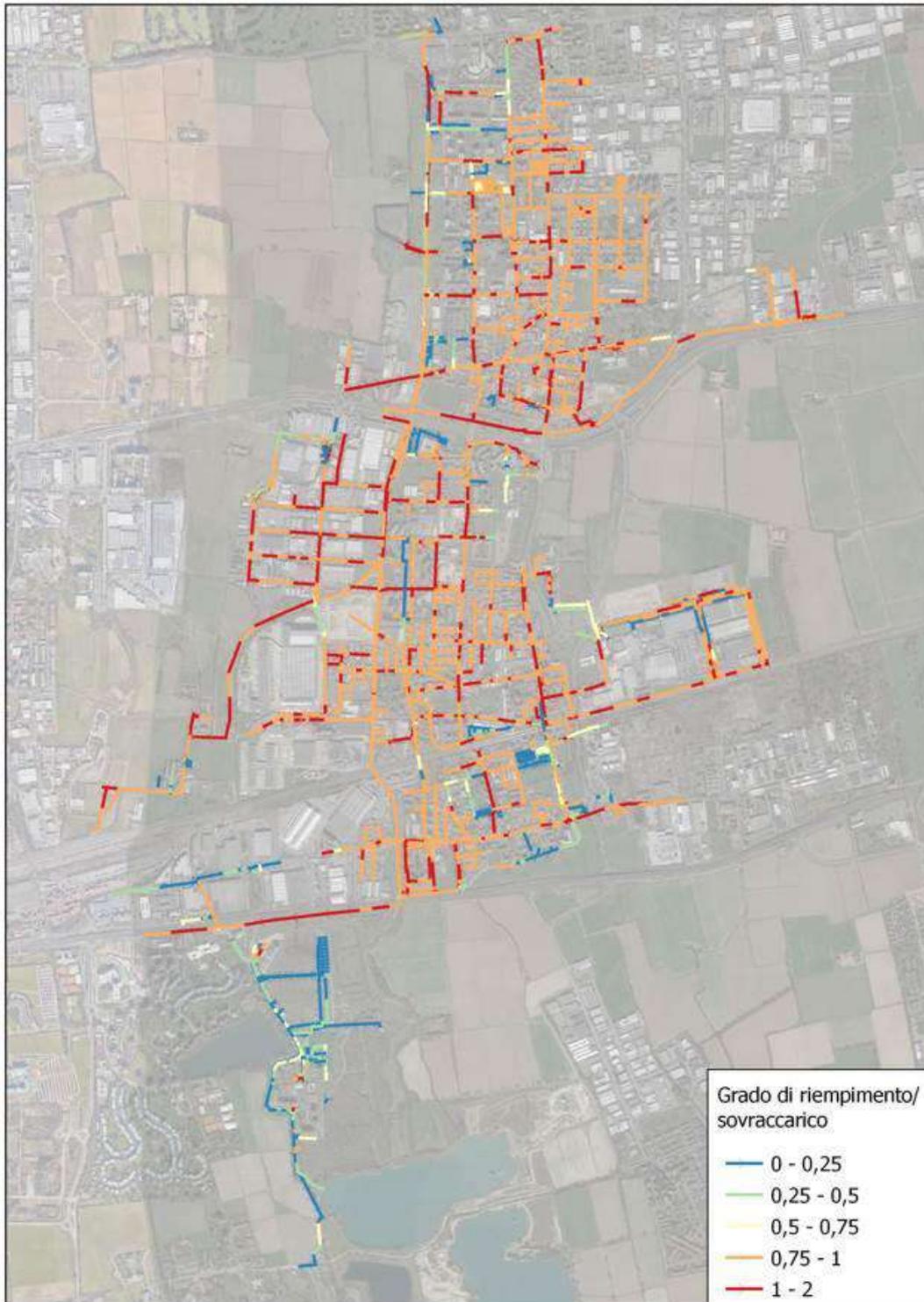


Figura 34 - Risultati dello stato di fatto 1D – Grado di riempimento delle condotte per Tr100 anni



Dall’analisi del modello idraulico e sulla base di quanto segnalato dai tecnici comunali, non risultano criticità strutturali di particolare rilievo nel territorio di Pioltello. Sussistono tuttavia delle problematiche di lieve entità derivanti dall’insufficienza della rete mista che talvolta sono causate dal sovraccarico del collettore intercomunale che ostacola il libero deflusso delle dorsali miste nel collettore stesso. Di seguito sono sintetizzate le problematiche evidenziate dal modello, che talvolta costituiscono un riscontro rispetto ad alcune segnalazioni fornite dai tecnici comunali:

- In via Varese nella zona industriale nei pressi della SP103, criticità derivante dal modello idraulico, ma non confermata dai tecnici comunali, causata da una insufficienza della rete mista. È stata comunque definita una criticità lineare (Ln03);
- Nella zona di via Consacrazione-via Borromeo, criticità derivanti da bruschi restringimenti dei collettori fognari misti che provocano il rigurgito del flusso idrico. Tale criticità può essere correlata alla problematica segnalata dai tecnici comunali ed inserita nel DSRI col codice Ln02;
- In via Caduti del Lavoro, criticità derivante dal modello idraulico, causata da un’insufficienza della capacità di smaltimento delle opere disperdenti. I tecnici comunali avevano segnalato tale criticità come potenziale nell’ambito del DSRI col codice Pt11. Difatti non è confermata da eventi reali, ma dal modello si evidenzia come sia di fondamentale importanza la capacità drenante del sistema;
- Zona di via Genova in corrispondenza del sottopasso della SP121, il modello idraulico evidenzia una criticità della rete mista di via Venezia che provoca degli allagamenti nell’area del sottopassaggio. Tale criticità può essere correlata alla problematica segnalata dai tecnici comunali ed inserita nel DSRI col codice Pt10;
- Zona di via Dante Alighieri, criticità evidenziata nel modello idraulico derivante da un’insufficienza del collettore intercomunale che impedisce l’immissione nello stesso di alcune dorsali miste, compreso il collettore proveniente dallo sfioratore che regola il riempimento della vasca di via Dante Alighieri e i collettori di fognatura mista provenienti da via Dante Alighieri. È stata quindi definita la criticità lineare (Ln04) sul collettore intercomunale che può causare fenomeni di allagamento nelle aree circostanti;
- Zona di via Gabriele D’Annunzio, a nord di via Urbino, criticità evidenziata dal modello idraulico derivante da un’insufficienza del collettore intercomunale che impedisce l’immissione nello stesso di alcune dorsali miste, compresa la dorsale mista che percorrendo via D’Annunzio, via Urbino, via Galileo Galilei e via Walter Tobagi si immette nel collettore intercomunale all’intersezione con via San Francesco. Tale dorsale risulta completamente rigurgitata e pertanto è stata definita la criticità lineare (Ln05) sul collettore intercomunale. Tale criticità non è stata confermata dai tecnici comunali e/o da segnalazioni nell’area di via D’Annunzio, mentre è stato confermato anche da CAP il sovraccarico del collettore intercomunale nell’ambito delle indagini effettuate per la zona di via D. Alighieri.

Di seguito si riporta una sintesi delle principali criticità emerse dalla modellazione, comprensiva della codifica assegnata per ciascuna di esse. Si rimanda al §6.1.3 per la descrizione di dettaglio.

Tabella 8 – Sintesi delle criticità emerse dal modello



| OBJ_ID | INDIRIZZO | FONTI | Livello di criticità | DESCRIZIONE |
|--------|---|--------------------|----------------------|--|
| Ln02 | Via Consacrazione-via Borromeo | Modello/ Comune | Criticità BASSA | Rete mista: allagamenti in corrispondenza di forti eventi meteorici per insufficienza della rete e restringimenti di sezione |
| Ln03 | Via Varese | Modello | Criticità BASSA | Rete mista: insufficienza della rete mista di via Varese |
| Ln04 | Fuori ambito stradale/ zona via D. Alighieri | Modello/CAP | Criticità BASSA | Collettore intercomunale: insufficienza della rete mista |
| Ln05 | Viale San Francesco | Modello | Criticità BASSA | Collettore intercomunale: insufficienza della rete mista |
| Pt10 | Via Genova | Modello/ Comune | Criticità BASSA | Sottopasso pedonale - Problematiche di accumulo di acqua sulla pavimentazione (5-10 cm) |
| Pt11 | Via Caduti del Lavoro | Modello/ Comune | Criticità BASSA | Pozzi perdenti - Criticità potenziale. Capacità drenante insufficiente |

Il sovraccarico 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.

Alle criticità emerse dalla modellazione idraulica sul territorio comunale si aggiungono quelle derivanti dal reticolo idrografico principale o attribuibili ad altri fattori, come ad esempio alle condizioni geologiche del territorio comunale.

6.1.2 Ruscamento superficiale

Le seguenti figure riportano gli allagamenti sul territorio comunale generati dalla possibile fuoriuscita di acqua dai pozzetti della rete fognaria.

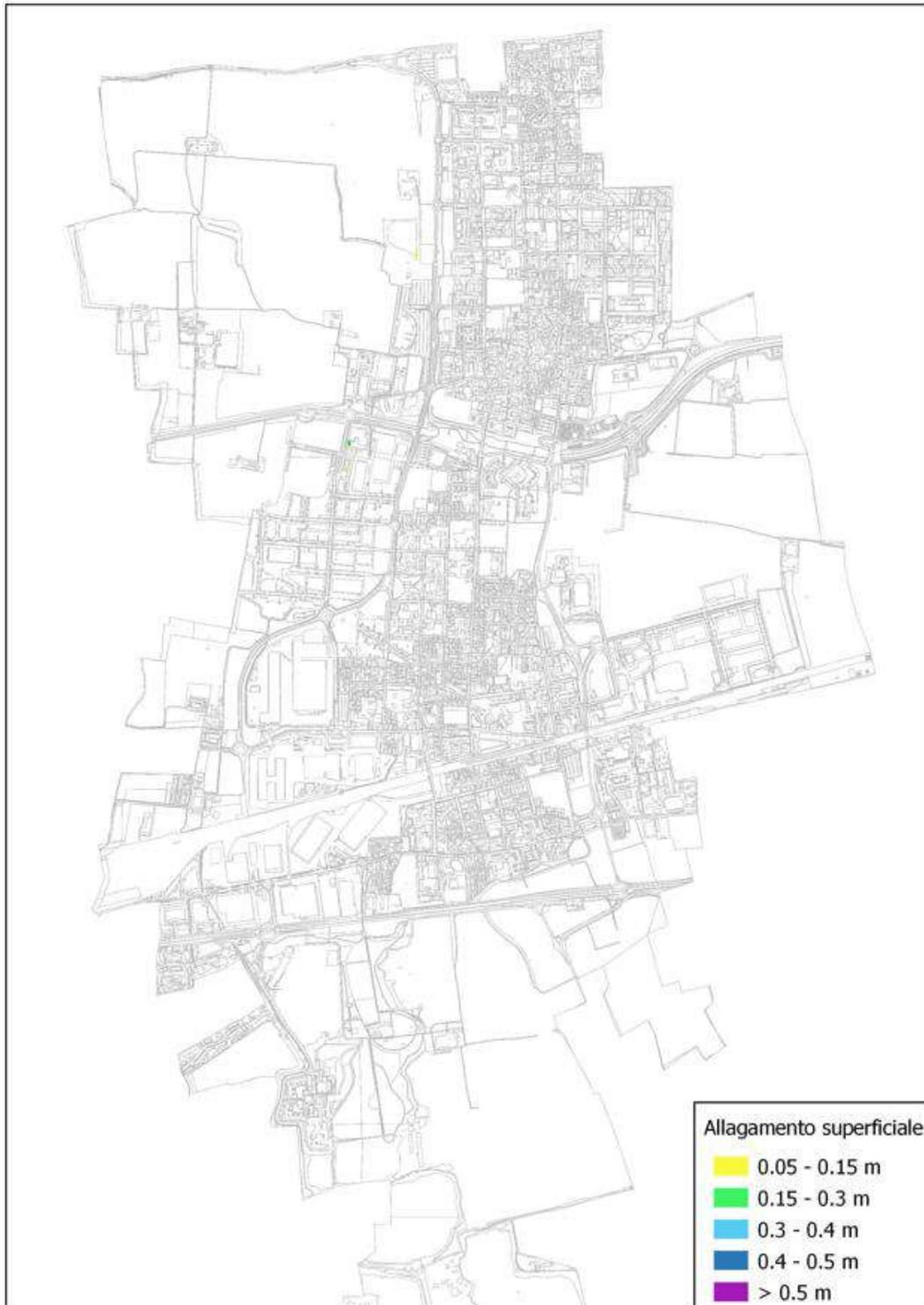


Figura 35 - Allagamento allo stato di fatto con TR 2 anni

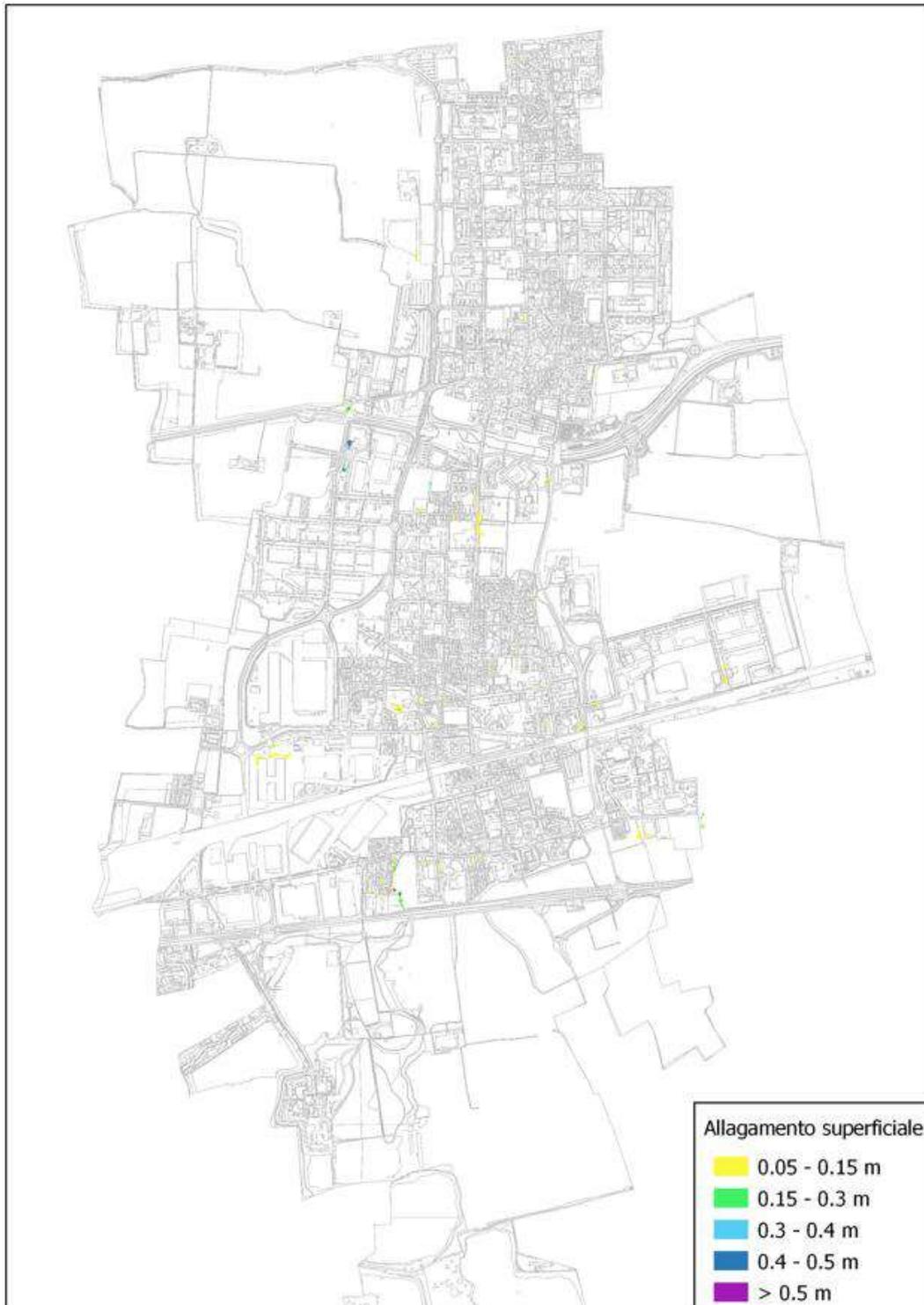


Figura 36 - Allagamento allo stato di fatto con TR 10 anni

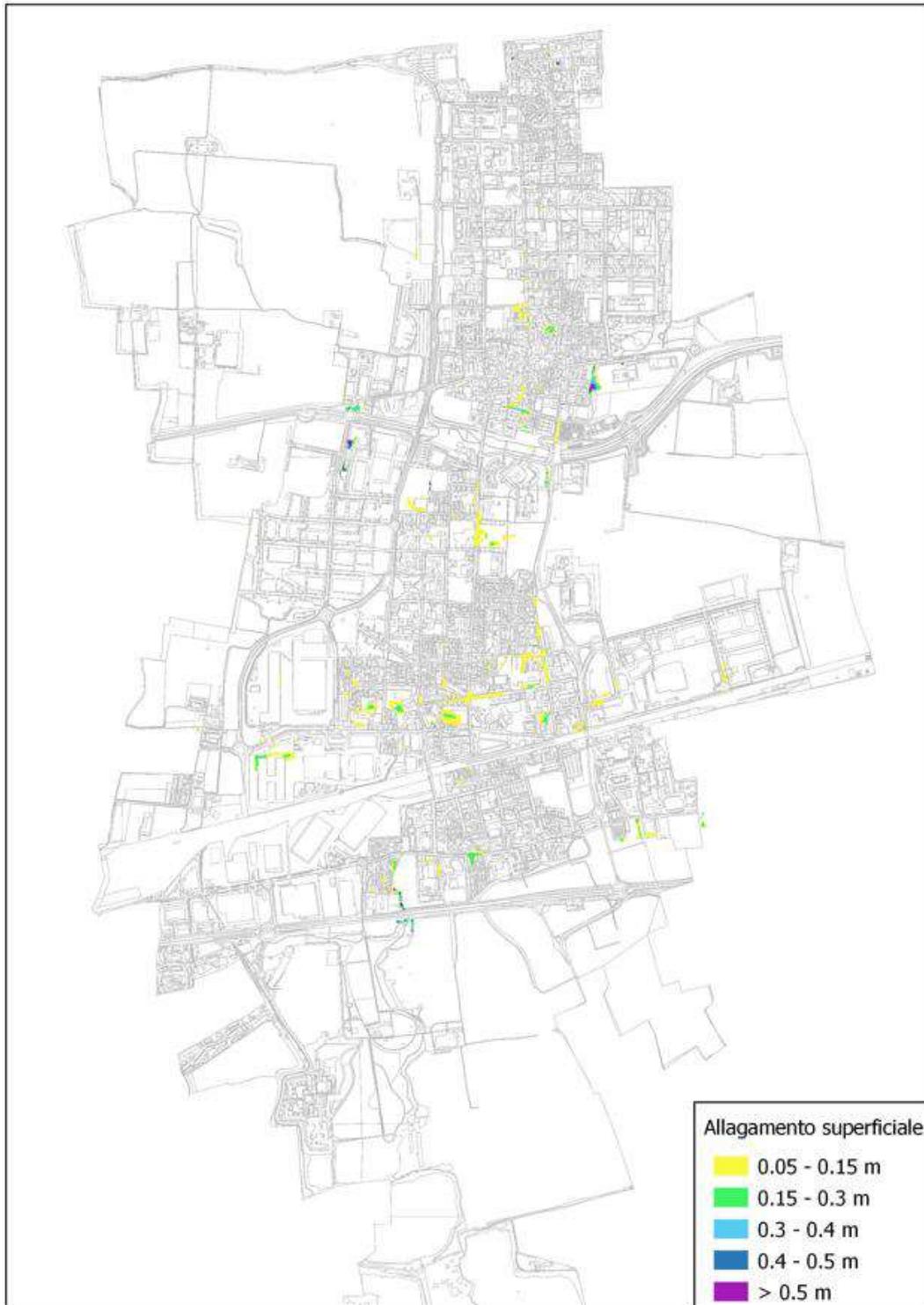


Figura 37 - Allagamento allo stato di fatto con TR 50 anni

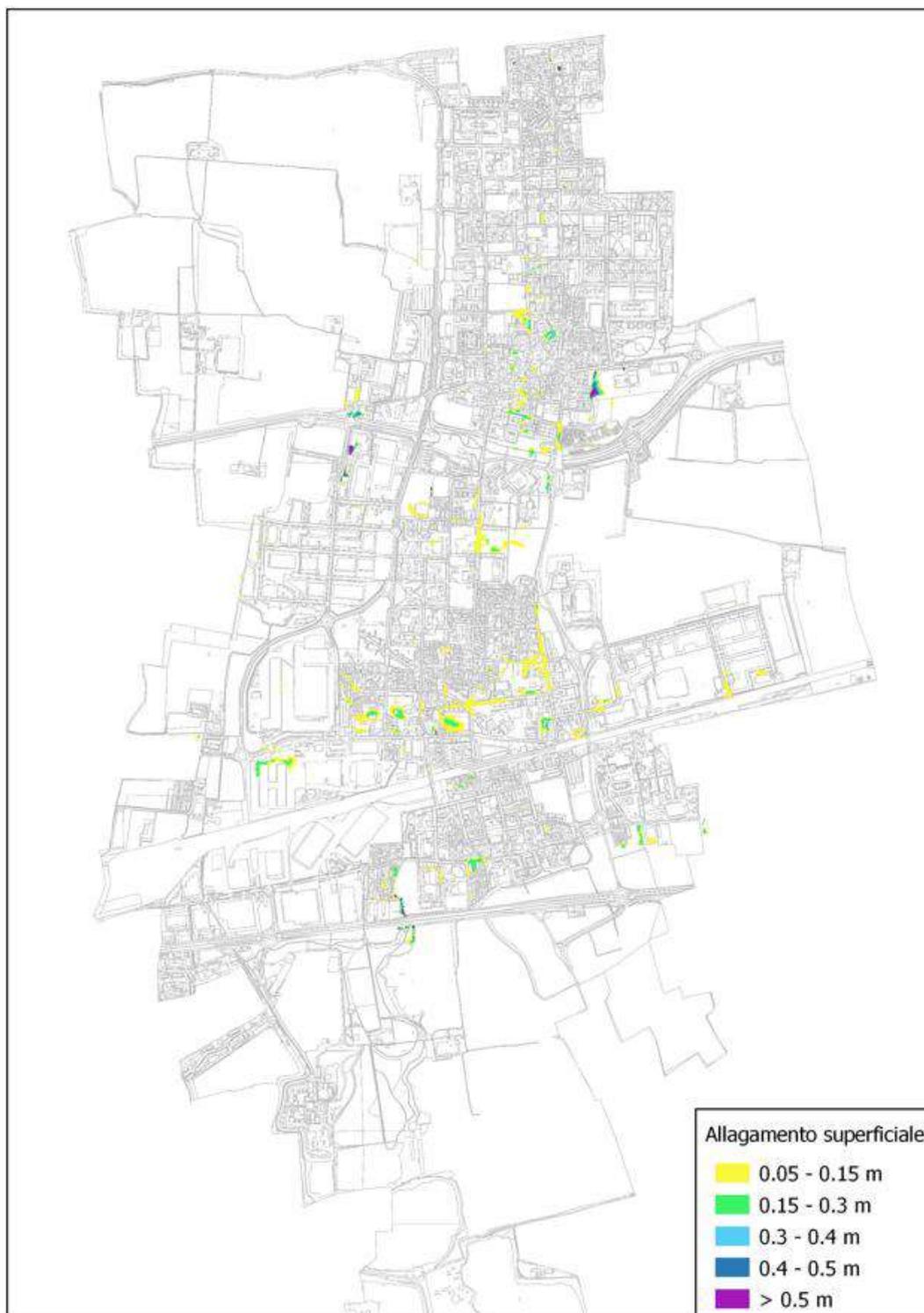


Figura 38 - Allagamento allo stato di fatto con TR 100 anni



6.1.3 Analisi delle criticità evidenziate dal modello

Nel presente capitolo si descrivono le criticità emerse dal modello idraulico della rete fognaria.

6.1.3.1 Pt10 – Sottopasso di via Genova

Il sottopasso, in base a quanto riscontrato dai tecnici del Comune, presenta delle problematiche di accumulo d’acqua sulla pavimentazione a seguito di eventi meteorici particolarmente gravosi.

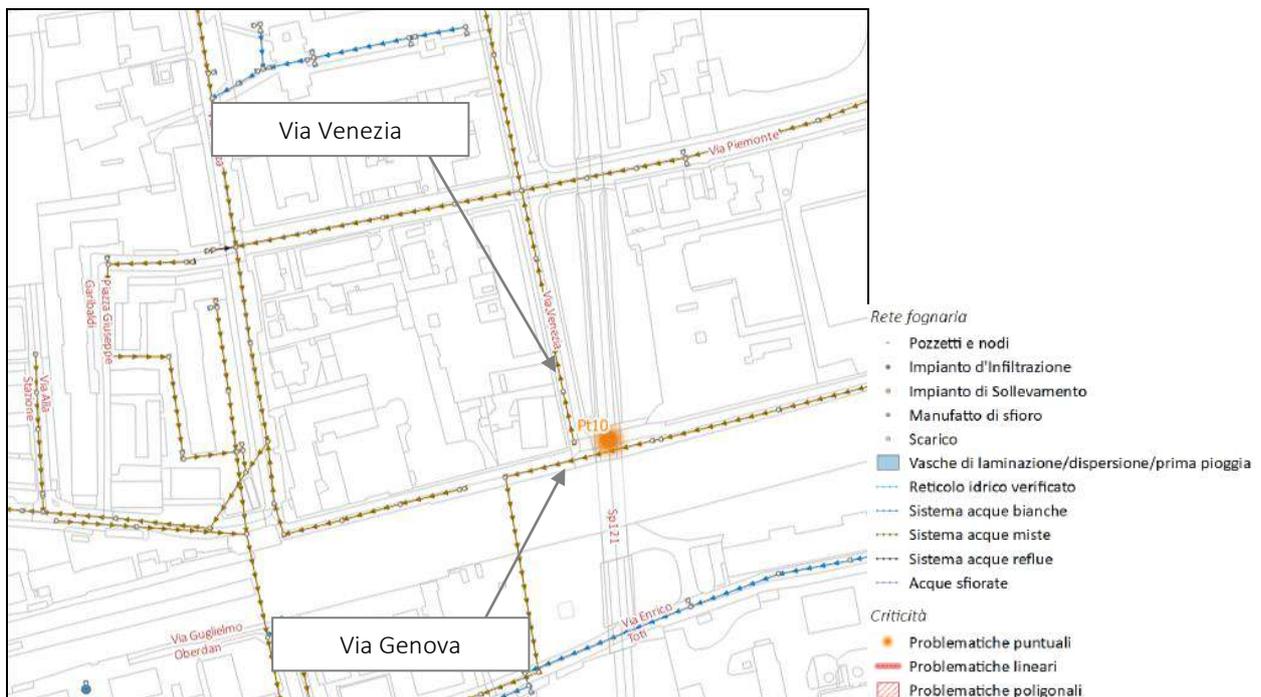


Figura 39 – Inquadramento della problematica

Dall’analisi del modello idraulico risulta che l’area si presta all’accumulo di acque di ruscellamento perché morfologicamente depressa rispetto alla zona circostante ed in aggiunta si rileva l’insufficienza della rete mista di via Venezia che non consente la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, come evidente dal profilo idraulico riportato in Figura 40.

La condotta di via Venezia è un collettore di testa, circolare con un diametro da 500 mm e presenta delle contropendenze che rallentano il deflusso della portata al suo interno. Tuttavia occorre evidenziare che in questo caso il deflusso è impedito per effetto dell’insufficienza della rete di valle che provoca il rigurgito dei reflui con conseguente incremento del livello idrico fino a superare la quota del piano campagna in prossimità dell’incrocio con via Genova.

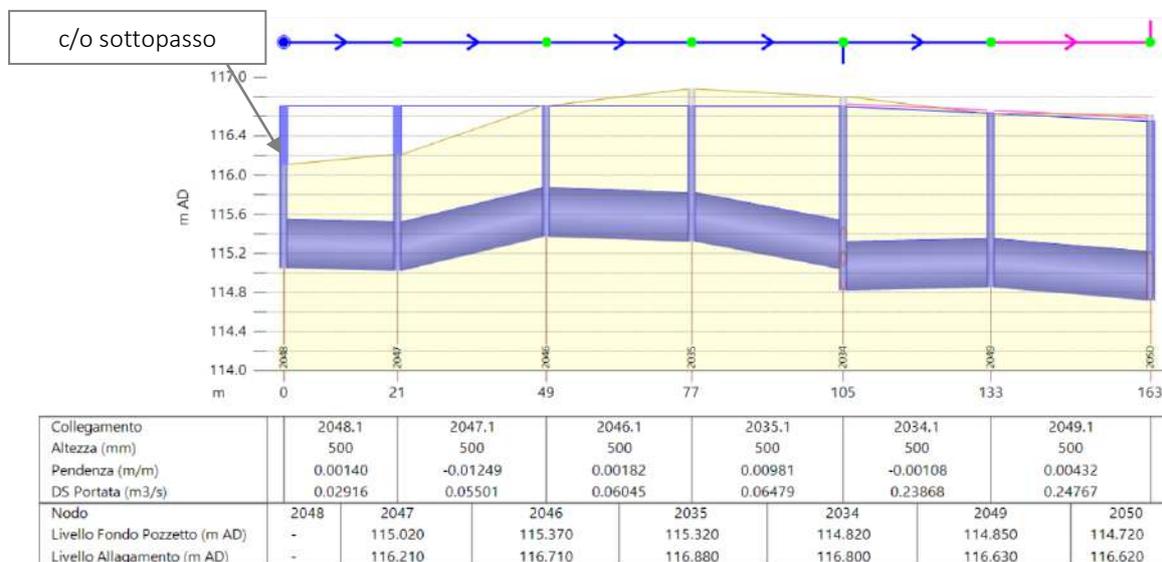


Figura 40 - Profilo idraulico del tratto di rete mista di via Venezia e via Piemonte per un tempo di ritorno di 10 anni

Si rileva inoltre l’esistenza di un tratto sifonato (sifone ID 2292) della rete di via Genova in prossimità del sottopasso (visibile dal profilo in Figura 41) e, dalle immagini a disposizione (Figura 42), si riscontra la presenza di materiale che può causare l’ostruzione della condotta con conseguente impedimento del deflusso nella condotta e possibile fuoriuscita delle acque in occasione di eventi meteorici.

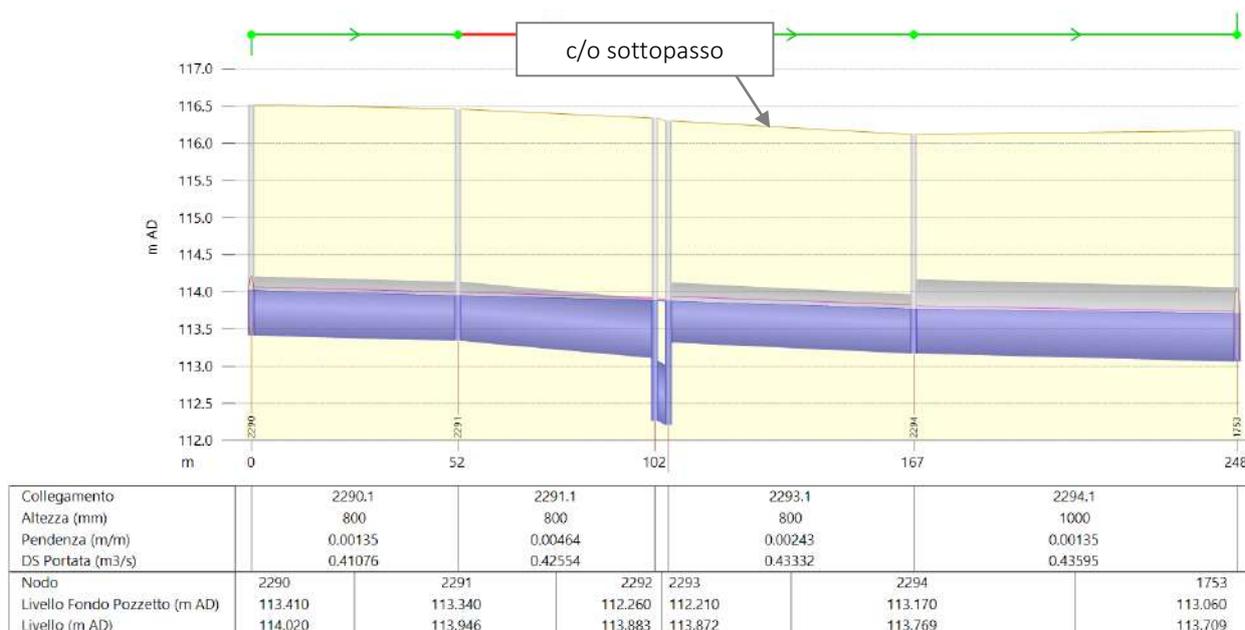


Figura 41 - Profilo idraulico del tratto di rete mista di via Genova per un tempo di ritorno di 10 anni



Figura 42 – Immagine del pozzetto a monte del tratto sifonato

Tale criticità può quindi derivare da diversi fattori, a partire dall’accumulo di materiale, la presenza di contropendenze nella condotta mista di via Venezia, l’assenza di reti separate per le acque meteoriche, la morfologia del territorio e il generale stato di sovraccarico della rete con fenomeni di rigurgito della portata.

6.1.3.1 Pt11 – Pozzi perdenti di via Caduti del Lavoro

I pozzi perdenti di Via Caduti del Lavoro e di Via 8 Marzo (nelle vicinanze di Via Genova) hanno la funzione di drenare parte delle acque meteoriche raccolte dalle vasche ad essi associati per alleggerire quanto più possibile la rete fognaria mista di via Genova, nella quale si immettono le acque di troppo pieno delle vasche volano.

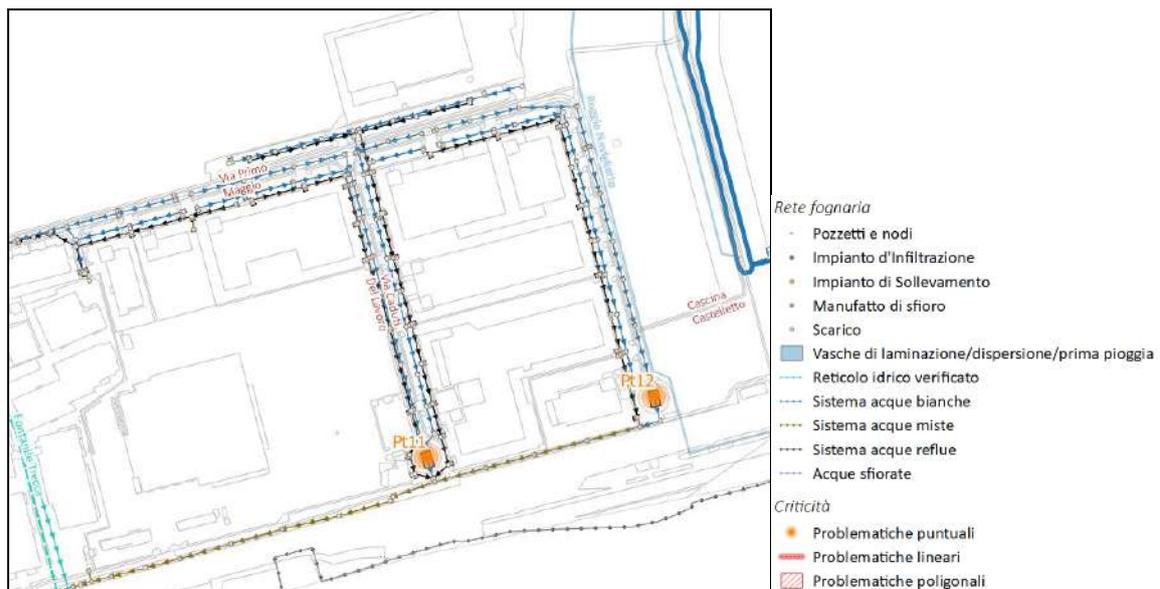


Figura 43 - Inquadramento della problematica



Le vasche volano associate ai pozzi perdenti hanno la dimensione di circa 17x17x2 m ciascuna e sono provviste di una condotta che consente di scaricare la portata di troppo pieno nella rete mista di via Genova.

La modellazione ha preso in considerazione il volume di stoccaggio fornito dalle vasche volano ed è stata ipotizzata una portata di scarico nel sottosuolo per mezzo dei pozzi drenanti e risulta che per un evento meteorico con TR10 anni il sistema supera il limite della sua capacità, dal profilo idraulico della rete bianca riportato in Figura 44, è evidente il sovraccarico della rete, con conseguente superamento della quota di piano campagna da parte del livello idrico nella condotta.

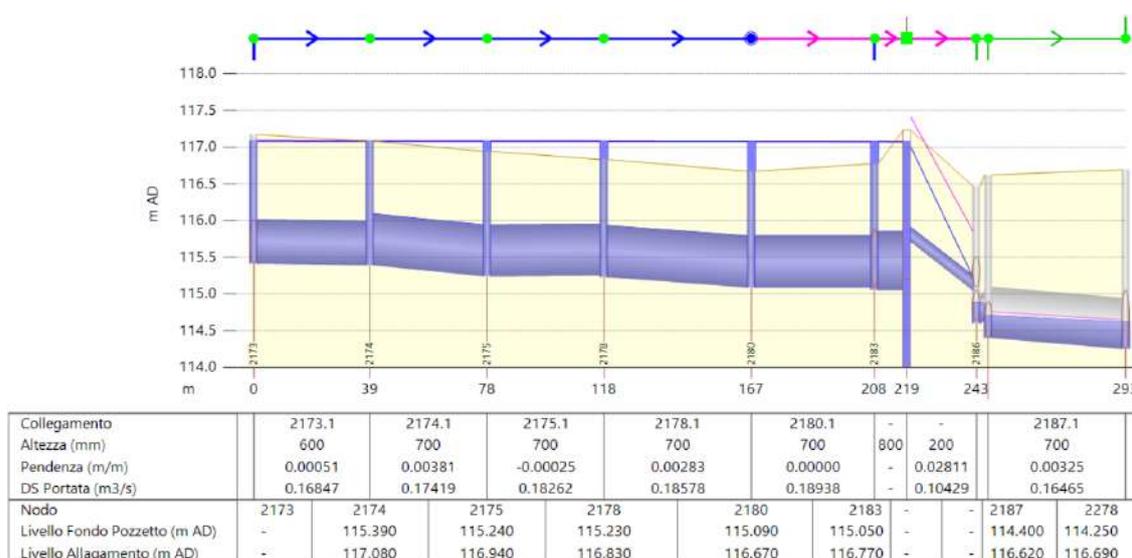


Figura 44 - Profilo idraulico del tratto di rete bianca di via Caduti del lavoro per un tempo di ritorno di 10 anni

La criticità evidenziata in questa zona non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e potrebbe essere di natura puramente modellistica e/o associata all’approccio statistico, tuttavia questo sistema di smaltimento delle acque meteoriche permane critico poiché fortemente dipendente dalla capacità di infiltrazione dei pozzi perdenti che può variare fortemente sulla base del livello della falda superficiale o delle attività di manutenzione effettuate.

In questo caso si ritiene essenziale prevedere un piano di manutenzione periodica come misura non strutturale e, nel caso si verificassero in futuro allagamenti, si consiglia di procedere incrementando la capacità della vasca volano ed evitare invece l’incremento della portata di scarico nella rete mista.

6.1.3.2 Ln02 – Rete mista di via Consacrazione/Borromeo

L’area interessata è servita dalla rete fognaria mista, in particolare lungo via Consacrazione è presente una condotta circolare da 1500 mm nella quale si immette la condotta circolare da 1000 mm proveniente da via Borromeo. Entrambe le dorsali sono caratterizzate da un restringimento significativo della sezione di deflusso a causa di condotte con diametro pari a 500 mm.



Figura 45 – Inquadramento della problematica

Come evidente in Figura 46, si rilevano due tratti di diametro pari a 500 mm che provocano un brusco restringimento della sezione di deflusso.

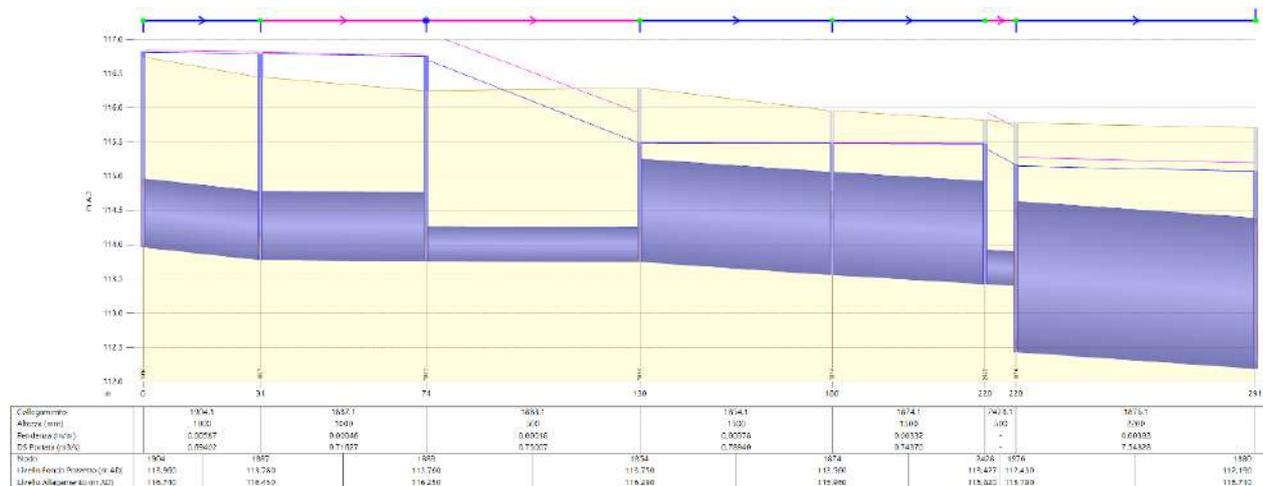


Figura 46 - Profilo idraulico di un tratto della rete mista di via Borromeo e via Consacrazione per un tempo di ritorno di 10 anni

Tale conformazione innesca il rigurgito della portata ed il conseguente incremento del livello idrico che può comportare il verificarsi di allagamenti lungo la strada e nelle aree circostanti. Si evidenzia inoltre che la condotta di via Consacrazione si immette nel collettore intercomunale che risulta già sovraccarico e aggravando pertanto la criticità dell’area.

Tale criticità è stata segnalata dai tecnici comunali che in passato hanno riscontrato il verificarsi di allagamenti a seguito di eventi meteorici significativi.



In questo caso è possibile ipotizzare una misura strutturale che elimini tali restringimenti, ponendo tuttavia particolare attenzione a non incrementare la condizione idraulica del collettore intercomunale a valle dell’area d’intervento, effettuando le opportune verifiche.

6.1.3.3 Ln03 – Rete mista di via Varese

L’area interessata è servita dalla rete fognaria mista, in particolare lungo via Varese è presente una condotta circolare da 300 mm che si immette nella condotta circolare da 400 mm di via Bergamo, che prosegue in via Bergamo incrementando il suo diametro lungo il percorso.

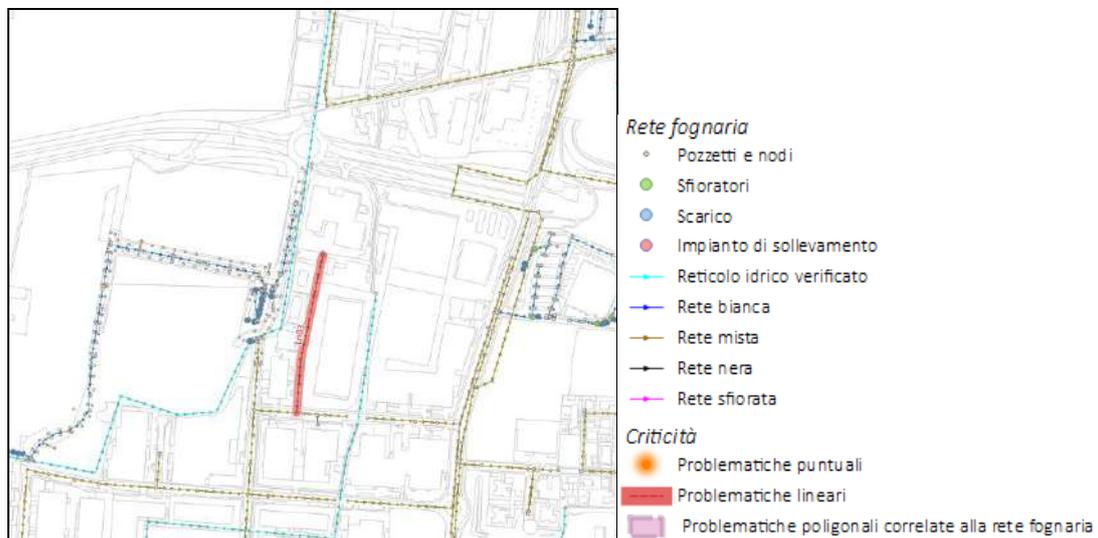
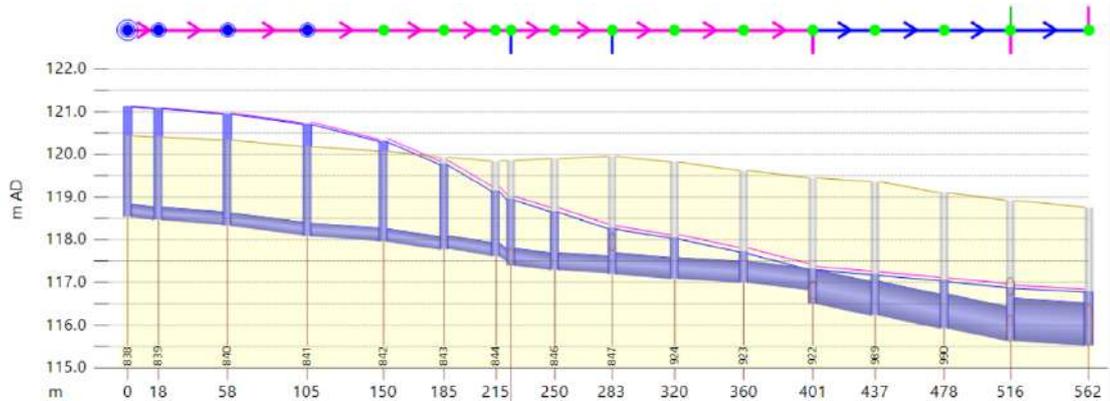


Figura 47 - Inquadramento della problematica

La criticità si evidenzia lungo via Varese a causa di un’insufficienza del collettore di valle che provoca difatti il rigurgito della portata e possibili allagamenti come evidente dal profilo idraulico riportato in (Figura 48).



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---------|---------|---------|-------|-------|-----|-------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|
| Collegamento | - | 839.1 | 840.1 | 841.1 | 842.1 | 843.1 | - | 846.1 | 847.1 | 924.1 | 923.1 | 922.1 | 989.1 | 990.1 | - |
| Altezza (mm) | - | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 400 | 400 | 500 | 500 | 500 | 800 | 800 | 800 | 1000 |
| Pendenza (m/m) | - | 0.00272 | 0.00450 | 0.00247 | - | - | - | - | - | 0.00224 | 0.00420 | - | 0.00742 | 0.00742 | 0.00242 |
| DS Portata (m3/s) | - | 0.10308 | 0.11296 | 0.12193 | - | - | - | - | - | 0.30149 | 0.33336 | - | 0.66867 | 0.70247 | 0.96991 |
| Nodo | | 839 | 840 | 841 | 842 | 843 | - | 846 | 847 | 924 | 923 | 922 | 989 | 990 | - |
| Livello Fondo Pozzetto (m AD) | - | - | - | 118.080 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Livello Allagamento (m AD) | - | - | - | 120.180 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Figura 48 - Profilo idraulico del tratto della rete mista di via Varese per un tempo di ritorno di 10 anni

La criticità evidenziata in questa zona non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e potrebbe essere di natura puramente modellistica e associata all’approccio statistico utilizzato oppure ad un diverso schema di collettamento delle acque meteoriche rispetto a quello ipotizzato. Difatti nella modellazione si assume che tutte le acque ricadenti nell’area siano smaltite tramite la rete mista, tuttavia è ammissibile che alcune zone scarichino le acque meteoriche direttamente nel fontanile riducendo così la portata idrica immessa nelle condotte.

6.1.3.4 Ln04 – Collettore intercomunale nella zona di via Dante Alighieri

Il territorio comunale è attraversato dal collettore intercomunale di sezione circolare e diametro 2200 mm che convoglia i reflui appartenenti alla rete mista all’impianto di depurazione di Peschiera Borromeo. Nell’area in oggetto il collettore si sviluppa da nord a sud, attraversando la linea ferroviaria, via Dante Alighieri in prossimità della scuola media G. Segantini, la SP14 per poi proseguire in direzione ovest verso l’idroscalo. A sud della ferrovia si immettono nel collettore in oggetto le due condotte miste provenienti da via Dante Alighieri e due condotte da via Rossini. Inoltre in via Dante Alighieri è anche presente una vasca volano che consente l’accumulo delle acque meteoriche provenienti dalla rete bianca e del troppo pieno della rete mista attraverso un sistema di sfioratori. Successivamente la vasca volano scarica le acque nella condotta circolare da 1200 mm di via Rossini, che si immette nel collettore intercomunale. Poco a monte di tale immissione, le acque in eccesso nella condotta di via Rossini sono scaricate nel Fontanile Mirabello.

In seguito all’evento meteorico del 16/09/2021 è stato segnalato dai tecnici comunali l’allagamento di cantine e box dell’edificio di via Dante Alighieri n. 71 che ha innescato una serie di indagini e verifiche del funzionamento della rete e delle vasche volano a livello di agglomerato effettuate da CAP (Figura 49).

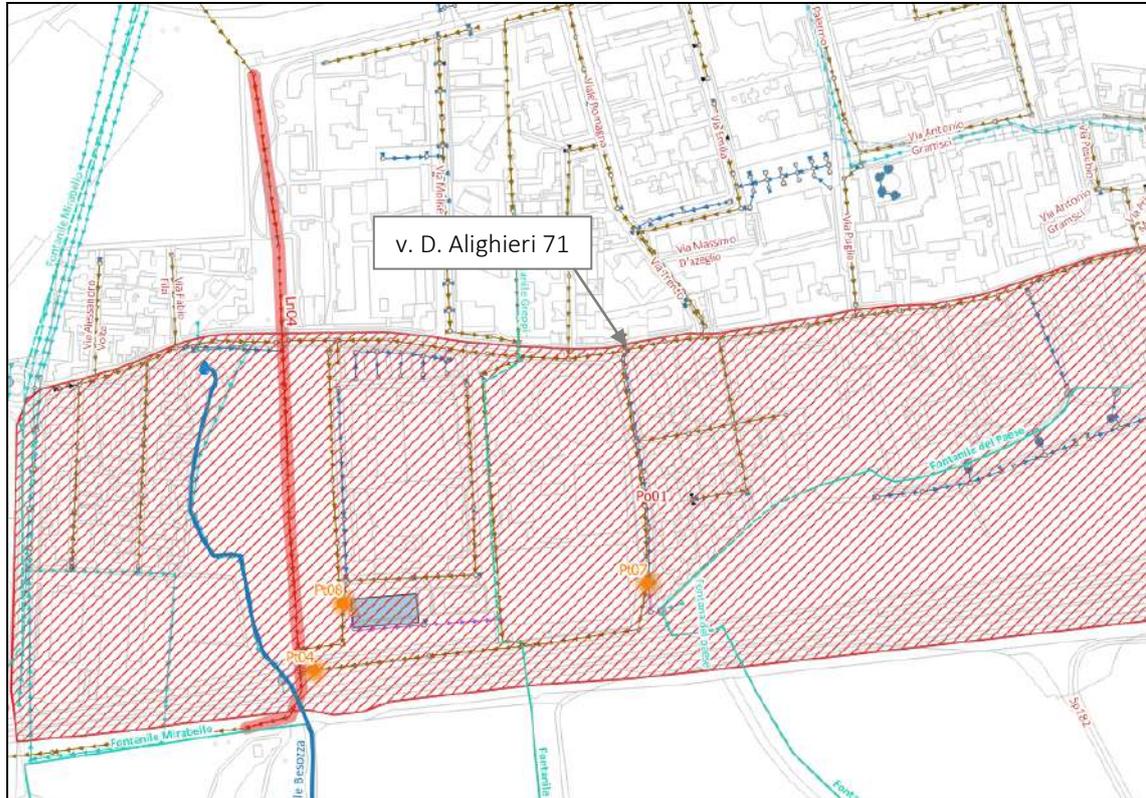


Figura 49 – Inquadramento della problematica

I risultati ottenuti confermano che per eventi pluviometrici intensi il collettore intercomunale risulta sovraccarico (Figura 50), criticità che in molte zone attraversate dal collettore non permette il deflusso delle portate verso valle, determinando condizioni di rigurgito della rete e nel peggiore dei casi allagamenti nei punti a quote geodetiche inferiori, come via Dante Alighieri, come confermato difatti dal modello idraulico (Figura 51).

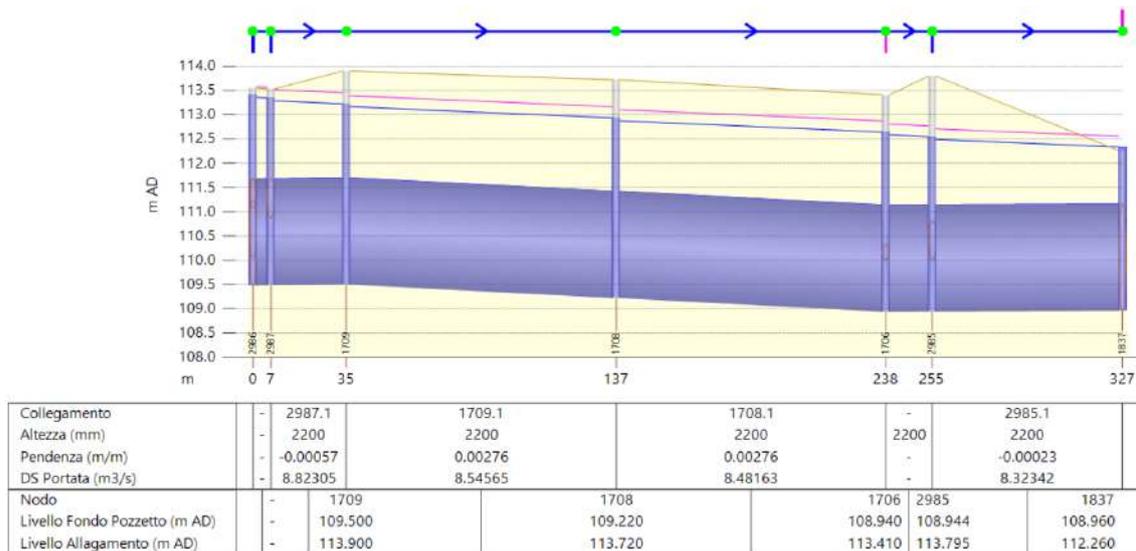


Figura 50 – Profilo idraulico del tratto di collettore intercomunale tra via Dante Alighieri e la SP14 per un tempo di ritorno di 10 anni

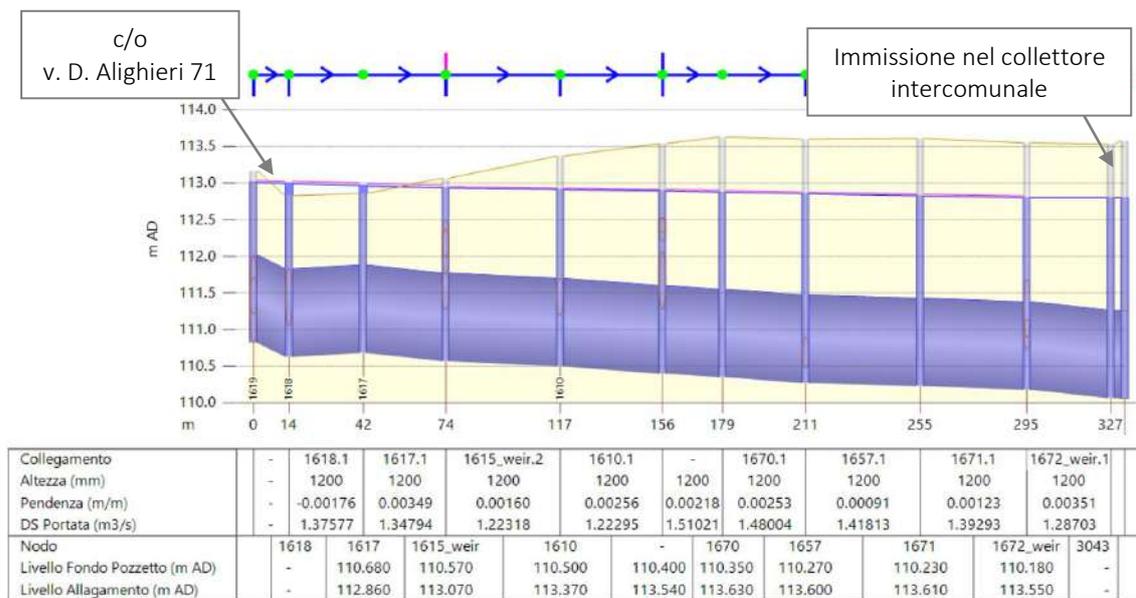


Figura 51 – Profilo idraulico del tratto della rete mista di via Dante Alighieri per un tempo di ritorno di 10 anni

Inoltre in tale area si riscontra anche un livello elevato della falda superficiale (soggiacenza media inferiore a 5 m) che aggrava la criticità esistente rendendo difficoltosa l’infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche (vedi criticità Po01 al § 6.1.4.6).



6.1.3.5 Ln05 – Collettore intercomunale nella zona di viale San Francesco

Il territorio comunale è attraversato dal collettore intercomunale di sezione circolare e diametro 2200 mm che convoglia i reflui appartenenti alla rete mista all’impianto di depurazione di Peschiera Borromeo. Nell’area in oggetto il collettore si sviluppa da nord a sud, lungo viale San Francesco, e recepisce la dorsale mista proveniente da via Walter Tobagi. Tale dorsale si origina in via Gabriele D’Annunzio, e si sviluppa lungo via Urbino, via Galileo Galilei e via Walter Tobagi dove si immette del collettore intercomunale all’intersezione con via San Francesco (Figura 52).

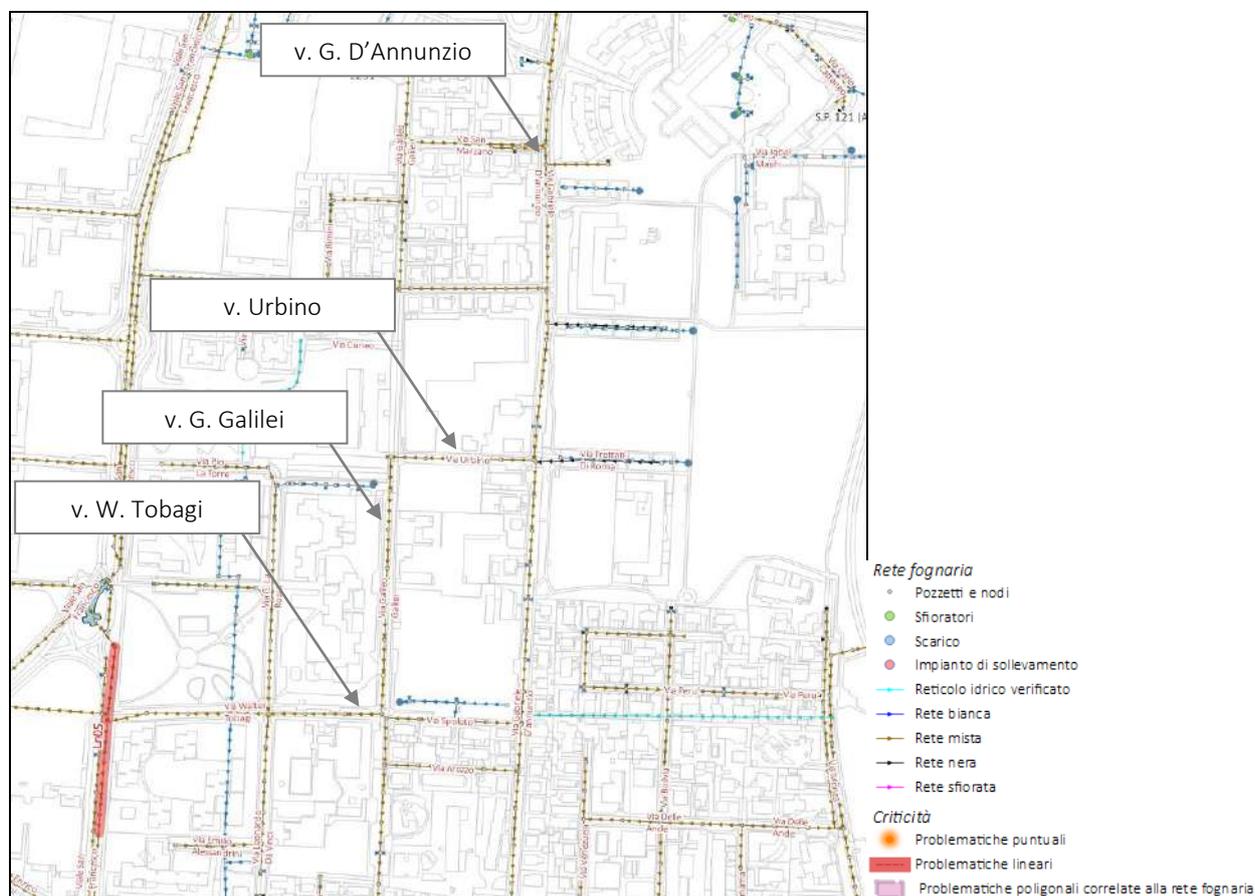


Figura 52 – Inquadramento della problematica

L’analisi del modello idraulico ha evidenziato la presenza di allagamenti nella zona di via Gabriele D’Annunzio, a nord i via Urbino, derivante da un’insufficienza del collettore intercomunale che impedisce l’immissione nello stesso della dorsale proveniente da via Tobagi. L’intera condotta risulta difatti rigurgitata, come evidente dal profilo idraulico in Figura 53.

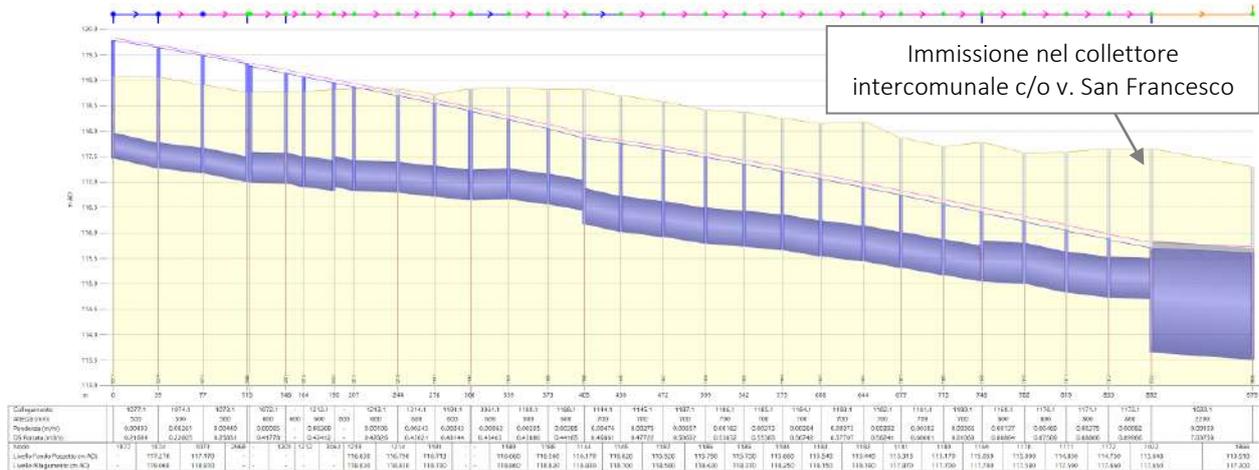


Figura 53 – Profilo idraulico del tratto di rete mista di via G. D’Annunzio, via Urbino, via G. Galilei e via W. Tobagi e via San Francesco

La criticità relativa ad eventuali allagamenti in zona di via G. D’Annunzio non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e potrebbe essere di natura puramente modellistica e associata all’approccio statistico utilizzato, tuttavia è verosimile la problematica di sovraccarico del collettore intercomunale che difatti è stata confermata anche nell’ambito della criticità Ln04.

6.1.4 Altre criticità non evidenziate dal modello

Nel presente capitolo si descrivono le criticità che per diversi motivi non sono state evidenziate dal modello idraulico.

6.1.4.1 Pt09 – Sottopasso di via Molise

Il sottopasso di Via Molise, secondo quanto riferito dai tecnici comunali, presenta problematiche di tipo idraulico.

Lungo via Molise è presente un collettore rettangolare di notevole dimensione (3400x2400 mm) che convogli le acque meteoriche in una vasca di raccolta regolata da un sistema di controllo costituito da un impianto di sollevamento con tre pompe connesse a tubi in polietilene di diametro pari a 15 cm. Le acque sono successivamente convogliate nella rete mista di via Bruno Zevi tramite una condotta forzata (Figura 54).

Dall’analisi del modello idraulico e del profilo idraulico (Figura 55) non sembra esserci una criticità che invece è segnalata dai tecnici comunali. È possibile ipotizzare che la problematica non sia di tipo strutturale.

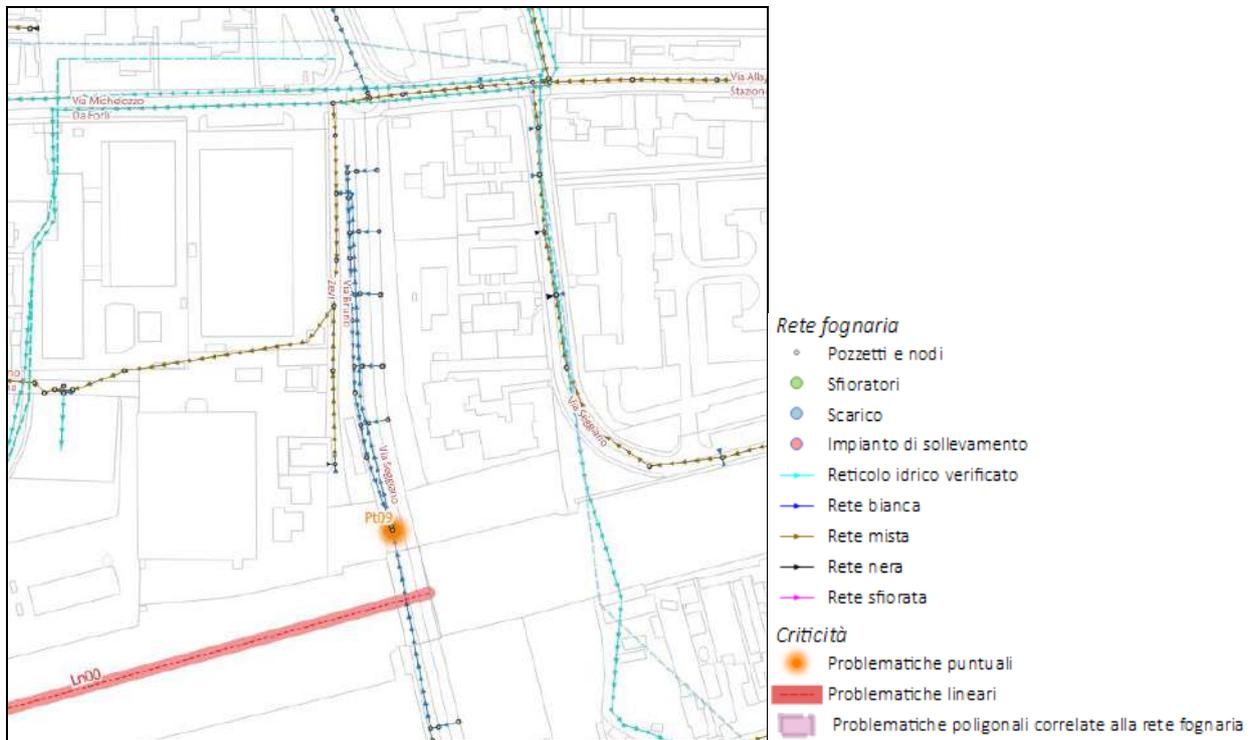


Figura 54 – Inquadramento della problematica

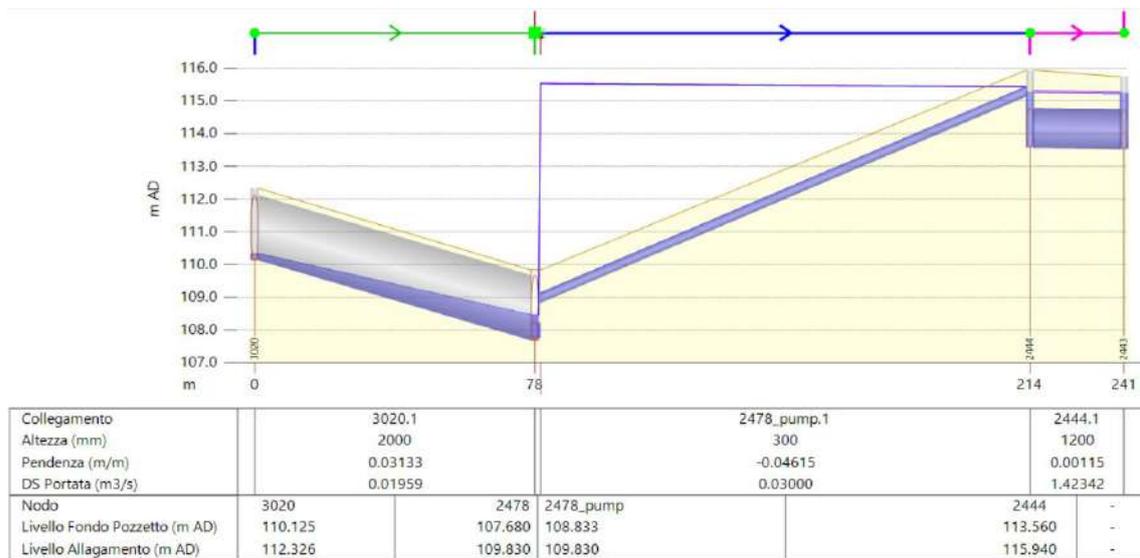


Figura 55 – Profilo idraulico della rete bianca di via Molise e l’immissione tramite condotta forzata nella rete mista di via B. Zevi



6.1.4.2 Pt13 – Rete bianca di Piazza del Mercato

La piazza del Mercato è servita da una fitta rete di condotte per la raccolta delle acque meteoriche in corrispondenza dell’area di parcheggio e dei piazzali (Figura 56) e i tecnici comunali hanno riferito che l’area era soggetta ad allagamenti in occasione di eventi meteorici particolarmente gravosi.

Al fine di risolvere la problematica è stata realizzata una batteria di pozzi perdenti e successivamente a tale intervento non si sono riscontrate ulteriori allagamenti.

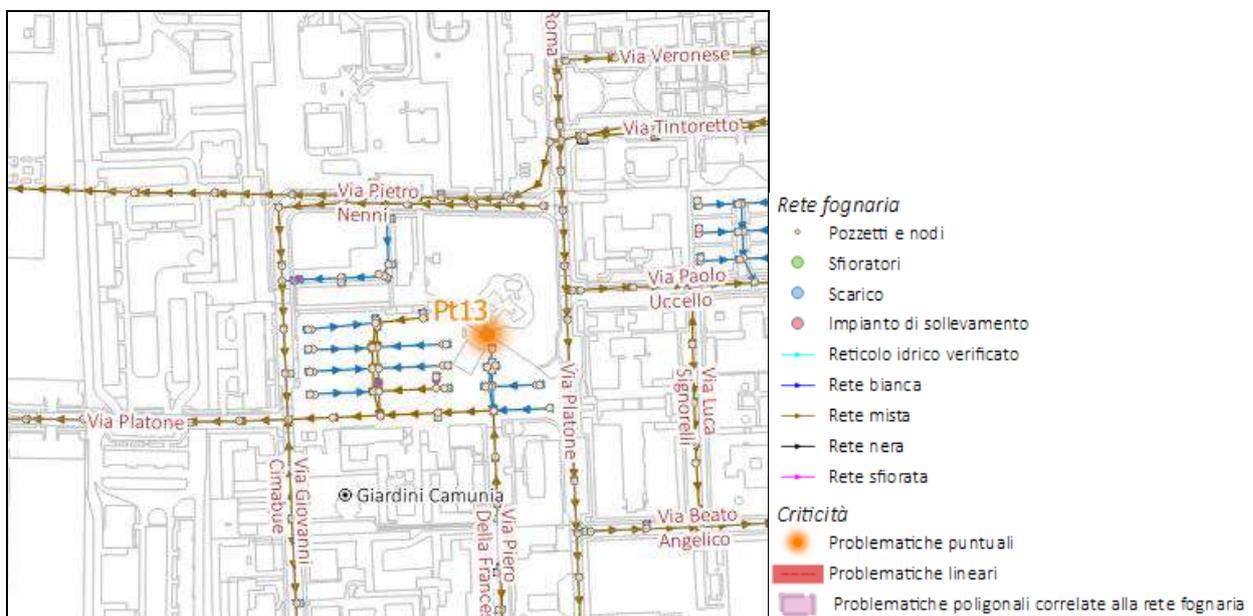


Figura 56 – Inquadramento della problematica

L’analisi del modello idraulico conferma l’assenza di problematiche idrauliche in questa zona. Tuttavia in considerazione della presenza di pozzi perdenti si mantiene traccia della problematica potenziale.

6.1.4.3 Pt14 – Sfiatore lago di cava Mirabello

Lo sfioratore in oggetto appartiene alla rete delle acque bianche e consente di convogliare le acque di prima pioggia nella relativa vasca di accumulo, presso la quale è installata una stazione di sollevamento per convogliare le acque della vasca nella rete fognaria nera posta parallelamente alla rete bianca. Originariamente lo sfioratore, e quindi la vasca di prima pioggia, era stata realizzata nell’ambito del Piano di lottizzazione del “comparto 4T” intervento terziario-residenziale e funzionale all’autorizzazione allo scarico nel lago di cava Mirabello.

Attualmente lo sfioratore risulta essere sommerso, come sottolineato dai referenti del Comune ed inoltre, dalla documentazione fornita da CAP, anche la vasca di prima pioggia non è funzionante, come anche evidente dalla Figura 58.

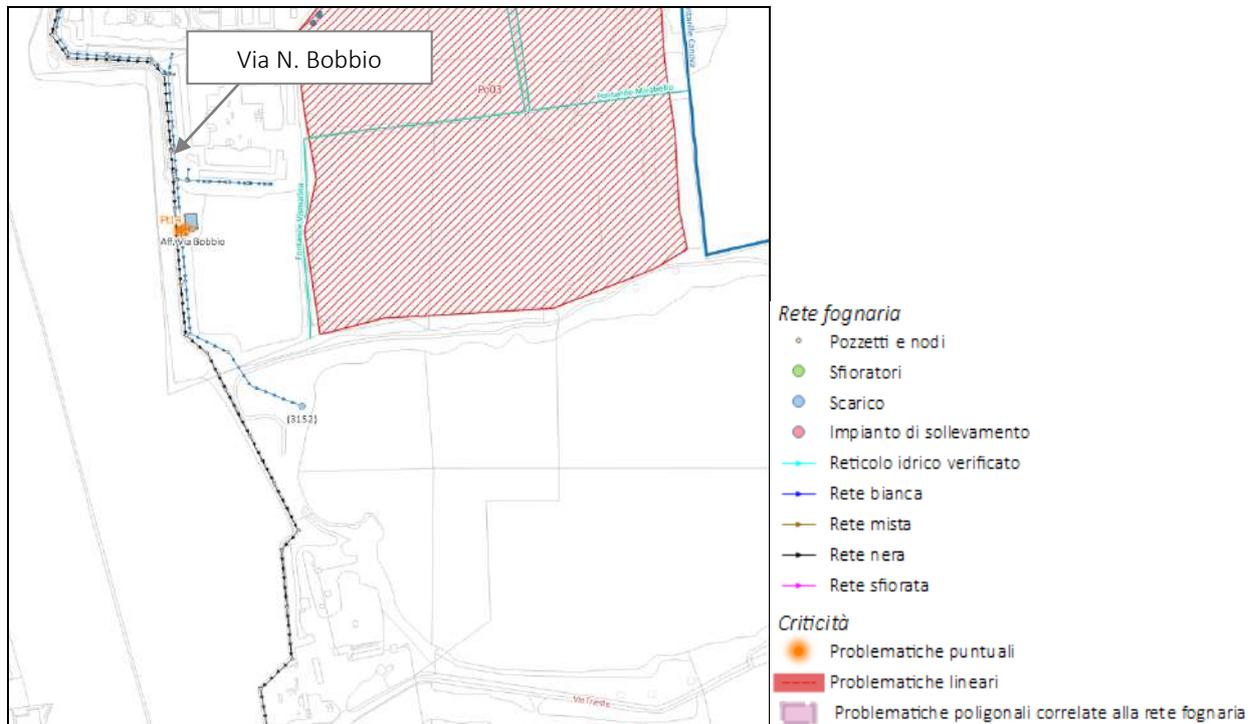


Figura 57 – Inquadramento della problematica



Figura 58 – Immagine dell’accesso alla vasca di prima pioggia di via Bobbio

L’analisi del modello idraulico non evidenzia tale tipologia di criticità, poiché il non funzionamento di tale sfioratore e relativa vasca non determina dei fenomeni di allagamento.



6.1.4.4 Ln00 – Roggia tombinata c/o linea ferroviaria – Esselunga

Nell’area interclusa tra la linea ferroviaria e la proprietà della Esselunga S.p.A. è presente una roggia che tuttavia non risulta identificata nel Reticolo idrografico regionale e comunale o inserita nella rete di competenza CAP (Figura 59).

I tecnici comunali hanno segnalato che attualmente la manutenzione della roggia è gestita dalla Esselunga S.p.A. ed in caso di mancata manutenzione da parte di tale società potrebbero verificarsi a lungo termine delle problematiche di tipo idraulico.

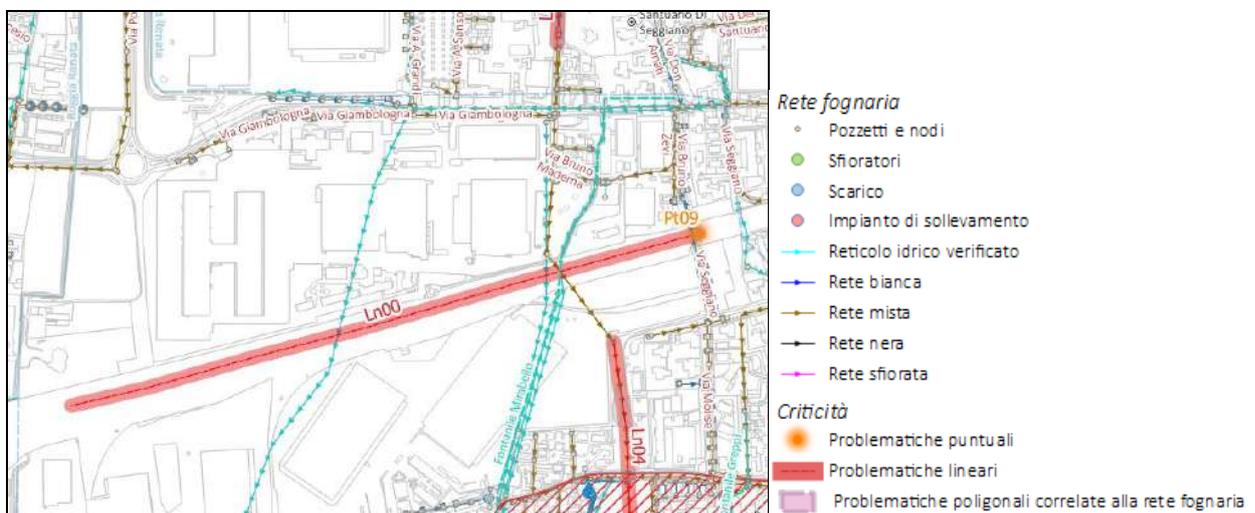


Figura 59 – Inquadramento della problematica

Tale problematica non è evidenziata dal modello idraulico in quanto non si è a conoscenza di tale ramo ed inoltre rappresenta una criticità potenziale non strutturale, ma di tipo gestionale.

6.1.4.5 Ln01 – Rete bianca/fosso strada parallela alla SP Rivoltana

I tecnici comunali hanno segnalato che sul tratto denominato Ln01 in Figura 60 non è presente una rete di raccolta delle acque meteoriche, ma una trincea senza sfoghi agli estremi che funge da trincea disperdente.

Nessun ente gestisce la manutenzione di tale “fosso”, che potrebbe essere a carico di Città Metropolitana, e nell’eventualità che a lungo termine possa intasarsi vi sarebbe il rischio di problemi di allagamento delle aree limitrofe.

Dall’analisi effettuata si evidenzia che il tratto in questione è parallelo alla rampa di ingresso nella SP14 (Rivoltana) e ricade in corrispondenza di un tratto tombato del Fontanile Mirabello. Inoltre si evidenzia che nei pressi dell’intersezione con la rotatoria è presente una caditoia della quale tuttavia non si conosce il recapito.

Si segnala pertanto la criticità in quanto non si è a conoscenza di un piano di manutenzione dell’opera

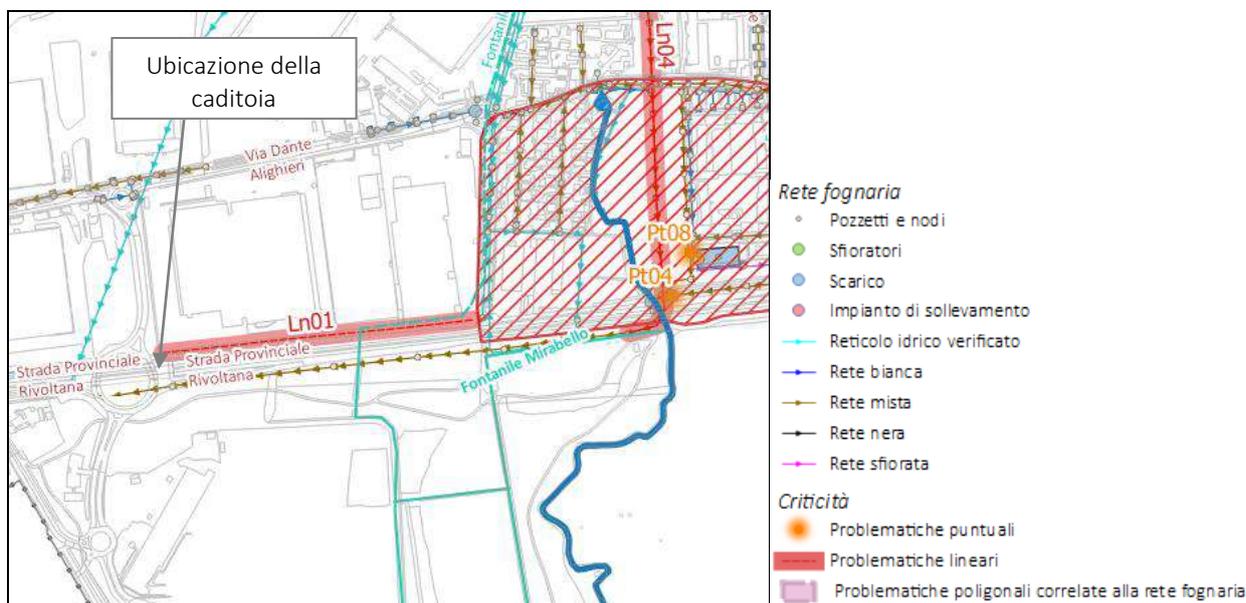


Figura 60 – Inquadramento della problematica



Figura 61 – Immagine della caditoia presente al piede della rampa di immissione nella SP14 in prossimità della rotatoria

6.1.4.6 Po01 – Elevato livello della falda nella zona sud di via D. Alighieri

Dall’analisi della cartografia del PGT, in particolare la “Tav.08_Carta piezometrica e della soggiacenza”, in corrispondenza dell’area indagata la soggiacenza della falda si attesta a 5 m dal piano campagna. Il dato è aggiornato al 1987, anni in cui l’approvvigionamento dell’acqua di falda era maggiore rispetto ad oggi per la maggiore presenza di poli industriali nella zona che la utilizzavano per le varie lavorazioni.



Tale dato è confermato anche dalle informazioni reperite nell’ambito della stesura del DSRI che fornivano la soggiacenza dell’acquifero sulla base dell’interpolazione dei dati di profondità della falda dal p.c. misurati dal 2001 al 2017. Tuttavia dall’incontro con i tecnici comunali è emerso che a seguito della graduale dismissione di un polo chimico ed in corrispondenza di eventi meteorici eccezionali, l’area è stata interessata da un problema di risalita dell’acqua di falda che ha causato allagamenti (soprattutto nella zona dell’ufficio catasto). Pur trattandosi di un caso isolato, e nonostante CAP abbia già realizzato degli interventi, l’area viene considerata come potenzialmente critica (Figura 62).

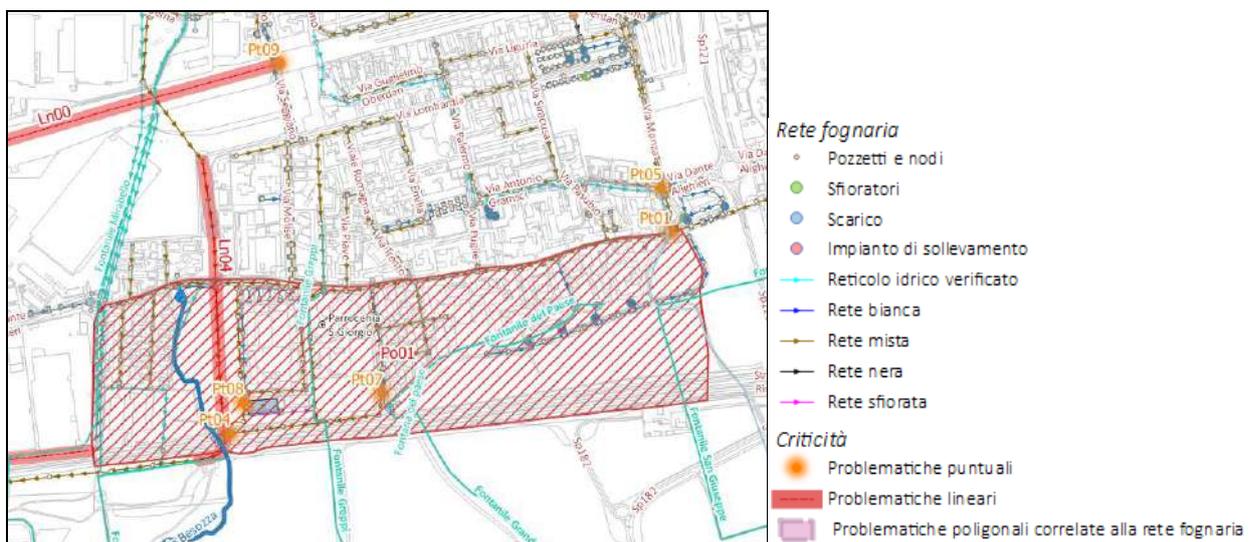


Figura 62 – Inquadramento della problematica

In seguito all’evento del 16/09/2021, descritto al §6.1.3.4, CAP ha effettuato delle verifiche idrauliche sulla rete e anche delle misure di monitoraggio della soggiacenza della falda dalle quali è emersa una profondità variabile tra 7 e 8 metri al di sotto del piano campagna. Tuttavia è da far notare che gli anni 2021 e 2022 sono stati particolarmente siccitosi e probabilmente il monitoraggio in quel periodo fornisce dei risultati non in media con l’effettiva soggiacenza dell’area in oggetto.

Tale caratteristica intrinseca del territorio costituisce una criticità che può aggravare gli effetti derivanti da fenomeni di allagamento derivanti da diverse cause, ma anche un limite nella scelta di possibili interventi di mitigazione del rischio idraulico.

6.1.4.7 Po02 – Elevato livello della falda nel centro storico, zona sud

Anche in questa zona la soggiacenza della falda si attesta a circa 5 m dal piano campagna. Dopo la realizzazione del tunnel per la Bre.Be.Mi, i tecnici comunali hanno segnato che si sono verificati fenomeni di acqua risorgiva che ha allagato le cantine di alcune abitazioni localizzate a sud del centro storico. Il manufatto si configura infatti, da un punto di vista idrologico, come una vera e propria barriera impermeabile per le acque di falda che scorrono da Nord verso Sud.



Si evidenzia inoltre che il reticolo idrografico secondario riportato nella cartografia è precedente alla realizzazione del tunnel della SP103 “Cassanese” e che occorrerà quindi procedere ad una revisione del reticolo in occasione dell’aggiornamento del PGT.

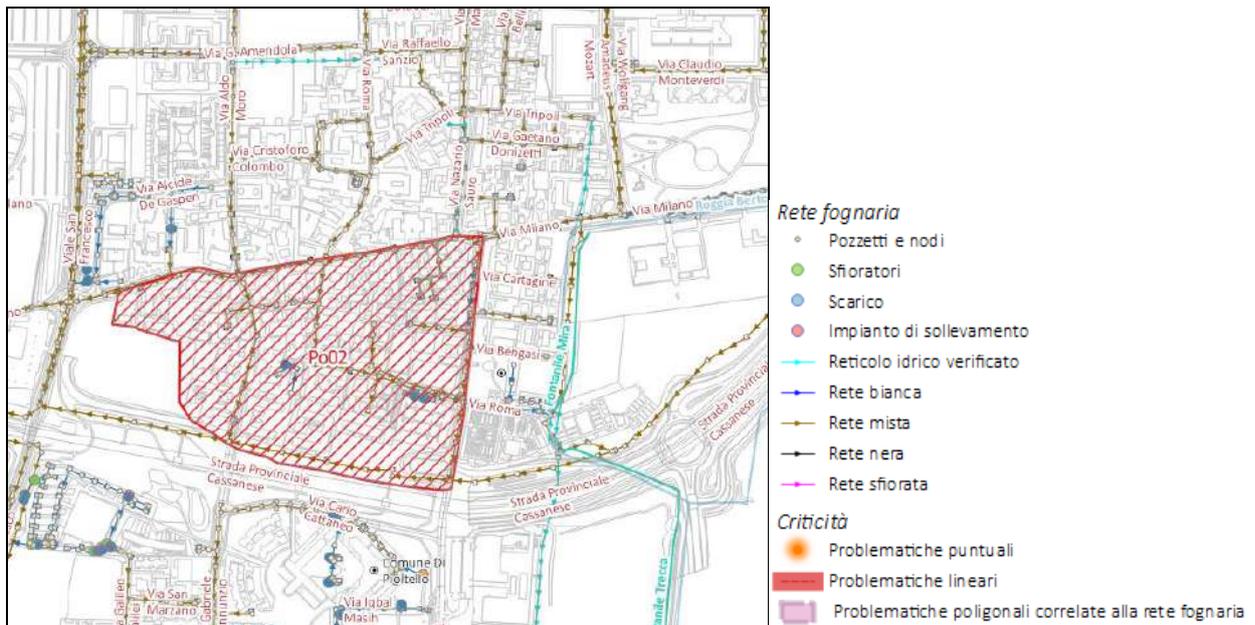


Figura 63 – Inquadramento della problematica

6.1.4.8 Po03 – Parco della Besozza

Il Parco della Besozza è situato nella zona sud del territorio comunale, è un’ampia area verde nella quale confluiscono gran parte dei fontanili e rogge che provengono da nord (Figura 64). Il reticolo in oggetto è funzionale al collettamento delle acque meteoriche, ma anche delle acque pompate dall’acquifero superficiale e utilizzate per il raffreddamento degli impianti industriali delle aziende, che successivamente scaricano tali acque nel reticolo. Parte di questo reticolo confluisce all’interno del Parco, presso una piccola area lacustre, tuttavia i tecnici comunali segnalano che talvolta si è verificato un incremento eccessivo del livello idrico che comporta un interessamento delle aree circostanti.

Procedendo verso sud, al limite del Parco, vi è un ampio lago di cava nel quale naturalmente sono recapitate le acque di ruscellamento e anche dei fontanili.

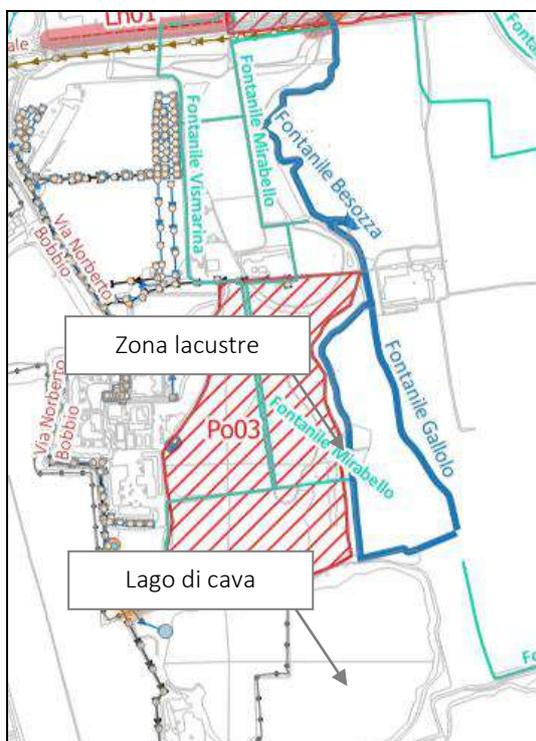


Figura 64 – Inquadramento della problematica

6.1.5 Punti potenzialmente critici

Nel territorio di Pioltello sono localizzati 8 sfioratori segnalati da CAP e dal Comune e classificati come criticità potenziali poiché non risultano segnalazioni di problematiche al riguardo:

- Pt01 – Sfiatore 1409 c/o via Dante Alighieri/via Monza;
- Pt02 – Sfiatore 2053 c/o via Rugacesio;
- Pt03 – Sfiatore 273 c/o la SP51;
- Pt04 – Sfiatore 1686 c/o via E. Cantamessa;
- Pt05 – Sfiatore 1771 c/o via Monza;
- Pt06 – Sfiatore 2116 c/o via Piemonte;
- Pt07 – Sfiatore 1649 c/o via G. Rossini;
- Pt08 – Sfiatore 1704 c/o via D. Alighieri.

6.1.6 Sintesi delle criticità rilevate

La numerazione delle criticità non è in ordine di gravità, ma è esclusivamente funzionale alla descrizione successiva degli interventi di mitigazione del rischio. La tabella seguente riporta tutte le criticità idrauliche



raccolte ed inserite negli allegati grafici. Le criticità sono state suddivise, per esigenze di rappresentazione, in problematiche puntuali, lineari e areali a seconda della geometria della zona interessata.

La numerazione è coerente con quella del Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DSRI).

Tabella 9 – Sintesi delle criticità rilevate

| OBJ_ID | INDIRIZZO | FONTE | Livello di criticità | DESCRIZIONE |
|--------|--|--------------------|----------------------|---|
| Pt01 | Via Dante Alighieri/ via Monza | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione periodica cam. 1409 |
| Pt02 | Via Rugacesio | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 2053 |
| Pt03 | SP51 | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 273 |
| Pt04 | Via E. Cantamessa | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1686 |
| Pt05 | Via Monza | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1771 |
| Pt06 | Via Piemonte | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 2116 |
| Pt07 | Via G. Rossini | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1649 |
| Pt08 | Fuori ambito stradale c/o via D. Alighieri | CAP | Criticità BASSA | Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1704 |
| Pt09 | Via Molise | Comune | Criticità BASSA | Sottopasso - Problematiche di tipo idraulico. È presente una vasca di raccolta acque e un sistema di controllo stazione di sollevamento |
| Pt10 | Via Genova | Modello/ Comune | Criticità BASSA | Sottopasso pedonale - Problematiche di accumulo di acqua sulla pavimentazione (5-10 cm) |
| Pt11 | Via Caduti del Lavoro | Modello/ Comune | Criticità BASSA | Pozzi perdenti - Criticità potenziale. Capacità drenante insufficiente |
| Pt12 | Via 8 Marzo | Comune | Criticità BASSA | Pozzi perdenti - Criticità potenziale. Capacità drenante insufficiente |
| Pt13 | Piazza del Mercato | Comune | Criticità BASSA | Pozzi perdenti e rete bianca - Criticità potenziale |
| Pt14 | Fuori Ambito Stradale c/o Parco della Besozza | Comune | Criticità BASSA | Sfioratore acque bianche (Cava Concrete) |
| Ln00 | Via Michelozzo | Comune | Criticità BASSA | Criticità potenziale - Roggia tombinata la cui manutenzione è effettuata da Esselunga SpA |
| Ln01 | Via Cantamessa | Comune | Criticità BASSA | Fosso di raccolta delle acque meteoriche della Rivoltana. Non è effettuata alcuna manutenzione e/o gestione. A lungo termine potrebbe generare criticità di tipo idraulico. |
| Ln02 | Via Consacrazione-via Borromeo | Modello/ Comune | Criticità BASSA | Rete mista: allagamenti in corrispondenza di forti eventi meteorici per insufficienza della rete e restringimenti di sezione |
| Ln03 | Via Varese | Modello | Criticità BASSA | Rete mista: insufficienza della rete mista di via Varese |
| Ln04 | Fuori ambito stradale/ zona via D. Alighieri | Modello/CAP | Criticità BASSA | Collettore intercomunale: insufficienza della rete mista |
| Ln05 | Viale San Francesco | Modello | Criticità BASSA | Collettore intercomunale: insufficienza della rete mista |



| OBJ_ID | INDIRIZZO | FONTE | Livello di criticità | DESCRIZIONE |
|--------|-----------------------------------|--------|----------------------|---|
| Po01 | Zona a sud di Via Dante Alighieri | Comune | Criticità BASSA | Problematiche di allagamento per innalzamento del livello di falda al di sopra di 2 metri in occasione di forti eventi meteorici |
| Po02 | Centro Storico - zona sud | Comune | Criticità BASSA | Problematiche innalzamento del livello di falda in seguito alla costruzione del tunnel per la BRE.BE.MI. e allagamento di cantine delle abitazioni localizzate nella parte a sud del centro storico |
| Po03 | Parco della Besozza | Comune | Criticità BASSA | Incremento del livello idrico del laghetto del Parco per scarico fontanili e acque di falda pompate dalle aziende del territorio per raffreddamento |

6.2 SCARICHI NEI RICETTORI FINALI

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”, comma 5, quanto segue: “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, ossia la quota parte della superficie scolante totale che contribuisce a generare i deflussi. Per la definizione delle superfici scolanti totali nel caso di sfioratori in serie, il bacino idrico contribuente è stato assunto pari all’intero bacino compreso tra le due soglie sfioranti.

In funzione della superficie scolante impermeabile, calcolata a partire dai coefficienti di deflusso definiti al §4.6, è definita la massima portata ammissibile allo scarico nei ricettori finali autorizzata dal R.R. 7/2017:

$$Q_{max} = 40 [l/s] \cdot A [ha_{imp}]$$

Per ognuno degli scarichi presenti sul territorio comunale, la massima portata ammissibile è stata confrontata con il valore al colmo dell'idrogramma in uscita risultante dal modello per il tempo di ritorno 10 anni. Dove la portata scaricata eccede quella massima ammissibile è stato stimato il volume teorico di laminazione necessario per il rispetto della norma.



Il confronto con la portata scaricata è stato svolto per gli scarichi che sottendono un bacino ricadente interamente nel territorio comunale. L’analisi è stata svolta per i 5 scarichi posti a valle dei manufatti di sfioro della rete mista.

Dall’analisi risulta che la portata in uscita di tre scarichi nella configurazione attuale è maggiore rispetto a quanto permesso dal Regolamento; per ciascuno di essi è stato calcolato il volume necessario alla laminazione della portata di scarico ai fini del rispetto dei limiti. L’ubicazione di tali opere idrauliche sarà da concordarsi in concertazione con CAP Holding ed il comune di Pioltello.

Per quanto riguarda invece lo scarico di via D. Alighieri in prossimità di via Monza (Pt01) questo non si è attivato per l’evento considerato di TR10 anni, mentre lo sfioratore di via Monza (Pt05) si è attivato, ma la portata scaricata risulta compatibile con la massima portata consentita.

6.2.1 Capacità di laminazione delle portate

Sulla base del volume dell’idrogramma atteso della portata di picco e della massima portata compatibile con quanto indicato dal Regolamento, è stato identificato tramite la formula di Marone (1971) un volume di prima approssimazione necessario alla laminazione della portata per il raggiungimento della portata di scarico consentita. L’espressione rappresenta il cosiddetto rapporto di laminazione η tra la portata massima uscente $Q_{u\max}$ e quella massima entrante Q_c in funzione del volume massimo W_{\max} invasabile e del volume W_p dell’onda di piena in ingresso.

$$\eta = \frac{Q_{u\max}}{Q_c} = 1 - \frac{W_{\max}}{W_p}$$

Dall’equazione scritta, noti i valori della portata al colmo, della portata di scarico massima consentita e del volume dell’onda di piena, è possibile determinare in prima approssimazione il volume necessario per la laminazione della portata di scarico nel corpo idrico ricettore.

Tabella 10 – Scarichi massimi ammissibili RR 7/2017 e volumi da invasare

| ID sfioratore | ID scarico | Indirizzo | Superficie scolante impermeabile ha | Q max consentita l/s | Q picco da modello l/s | Volume da modello m ³ | Volume di laminazione m ³ |
|---------------|------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2116 | 2114 | Via Piemonte | 1,56 | 62 | 160 | 340 | 207 |
| 1771 | 1772 | Via Monza | 0,64 | 25 | 23 | 14 | 0 |
| 1409 | 2632 | Via Dante Alighieri/via Monza | 8,15 | 326 | 0 | 0 | 0 |
| 1649 | 1655 | Via G. Rossini | 0,28 | 11 | 540 | 1124 | 1100 |
| 1686 | 1690 | Via E. Cantamessa | 1,64 | 65 | 180 | 384 | 244 |



7. SCENARI DI INTERVENTO

Lo scenario di progetto è definito con l’obiettivo di diminuire sensibilmente e ove possibile eliminare gli allagamenti per il tempo di ritorno di 10 anni. Il territorio comunale è caratterizzato da un tessuto urbano consolidato e urbanizzato e gli interventi proposti mirano principalmente a mitigare una generale condizione di sovraccarico della rete fognaria mista che, benché non presenti problematiche rilevanti, deve essere monitorata e mantenuta.

Il territorio è inoltre attraversato da una fitta rete di fontanili, rogge e fossi, talvolta tombati, che nel processo di urbanizzazione sono stati inglobati nel reticolo drenaggio urbano e che necessitano di un’adeguata manutenzione.

Nel capitolo seguente si riportano gli interventi strutturali previsti sul territorio comunale, includendo quindi quelli effettuati recentemente.

7.1 INTERVENTI STRUTTURALI

L’assetto di progetto è strutturato a partire dagli interventi ipotizzati nel DSRI, dalle segnalazioni dell’Amministrazione comunale e da quanto emerso dalla modellazione numerica. I paragrafi seguenti descrivono puntualmente gli interventi proposti.

7.1.1 Interventi previsti sulla base del DSRI e delle segnalazioni dei tecnici comunali

Rispetto agli interventi indicati nel DSRI si segnala che l’intervento ISO2 relativo alla realizzazione di un sistema di pompaggio per ridurre il livello delle acque di falda è stato sostituito con le misure non strutturali INS14 e INS15 in seguito ad allagamenti verificatesi in quell’area (vedi Ln04 al § 6.1.3.4) ai quali sono succeduti degli approfondimenti e verifiche della rete da parte di CAP.

7.1.1.1 ISO1 – Rete mista di via Consacrazione

L’intervento mira a mitigare la problematica Ln02 esposta in precedenza (vedi § 6.1.3.2) dove sono stati riscontrati dei bruschi restringimenti del collettore appartenente alla rete mista. Con l’ausilio del modello idraulico è stato simulato uno scenario di progetto che considerasse la riprofilatura del fondo scorrevole del tratto di condotta in oggetto, eliminando quindi la contropendenza esistente, e l’adeguamento dei diametri eliminando i restringimenti. In Figura 65 si riporta il profilo idraulico nella condizione di progetto, dal quale emerge che il livello idrico è contenuto entro il profilo del piano campagna, tuttavia questa conformazione consente un deflusso di una maggiore portata che occorre verificare che ciò non comporti l’aggravarsi delle condizioni di deflusso a valle dell’area d’intervento.

La rete mista di via Consacrazione confluisce immediatamente a valle del tratto in oggetto, nel collettore intercomunale che prosegue verso sud attraversando la ferrovia, via D. Alighieri e la SP Rivoltana. In Figura 66 e in Figura 67 si riporta il profilo del tratto di valle del collettore intercomunale nella condizione attuale e in quella di progetto, dalle quali si evince come il livello idrico resti sostanzialmente invariato nei due scenari considerati.

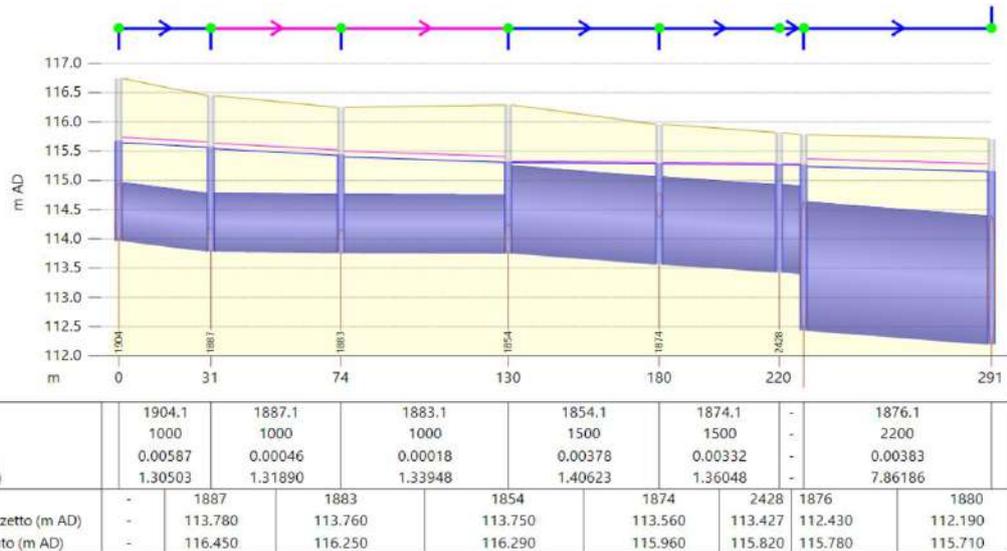


Figura 65 - Profilo idraulico di un tratto della rete mista di via Borromeo e via Consacrazione per un tempo di ritorno di 10 anni

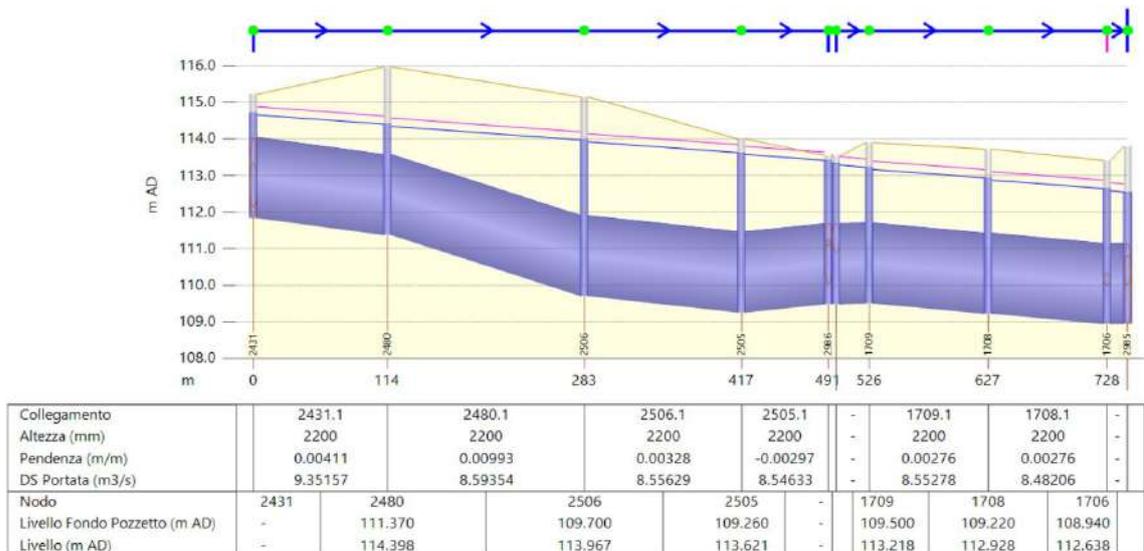


Figura 66 – Profilo idraulico del tratto a valle dall’attraversamento della ferrovia fino alla SP Rivoltana per lo Stato di Fatto

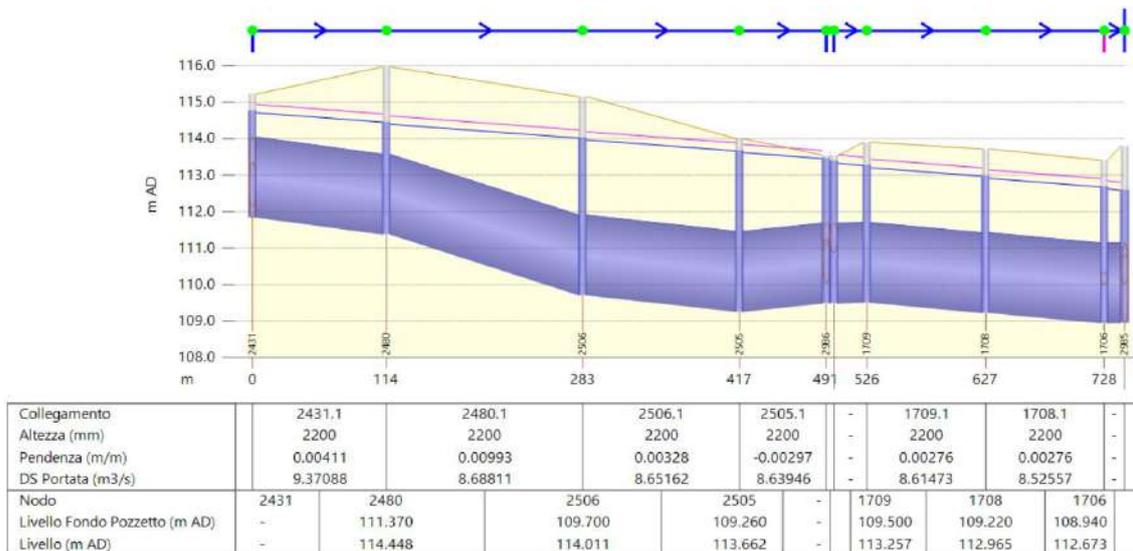


Figura 67 - Profilo idraulico del tratto a valle dall’attraversamento della ferrovia fino alla SP Rivoltana per lo Stato di Progetto

Si riporta di seguito un estratto dall’elab. 2.4 – “Carta degli interventi”, con individuazione dell’area di intervento ISO1

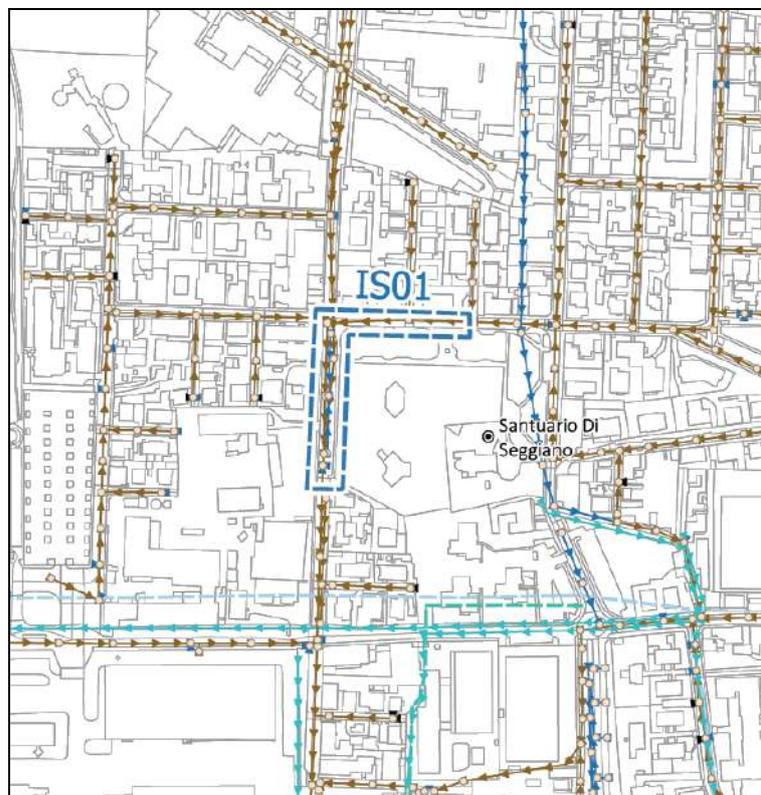


Figura 68 – Inquadramento dell’area d’intervento.



7.1.1.2 ISO3 - Realizzazione di un sistema di pompaggio per ridurre il livello delle acque di falda

Dopo la realizzazione del tunnel per la Bre.Be.Mi, si sono verificati fenomeni di acqua risorgiva che ha allagato le cantine di alcune abitazioni localizzate a sud del centro storico. Il manufatto si configura infatti, da un punto di vista idrologico, come una vera e propria barriera impermeabile per le acque di falda che scorrono da Nord verso Sud.

Si propone la realizzazione di un sistema di pompaggio con attivazione automatica in caso di necessità, con recapito delle acque nel reticolo idrografico superficiale, compatibilmente con la capacità del corpo idrico recettore. Nelle vicinanze scorre la roggia Bertolera e il fontanile Mira, qualora, da un’analisi approfondita delle capacità ricettive della rete o del corpo idrico ricettore ipotizzati emerga l’impossibilità di scaricare la portata emunta, potrebbe rendersi necessaria la realizzazione di una vasca di laminazione.

Si riporta di seguito un estratto dall’elab. 2.4 – “Carta degli interventi”, con individuazione dell’area di intervento ISO3. L’area indicata nella planimetria è finalizzata solamente a determinare un inquadramento della zona d’intervento e pertanto non è da ritenersi in alcun modo vincolante.

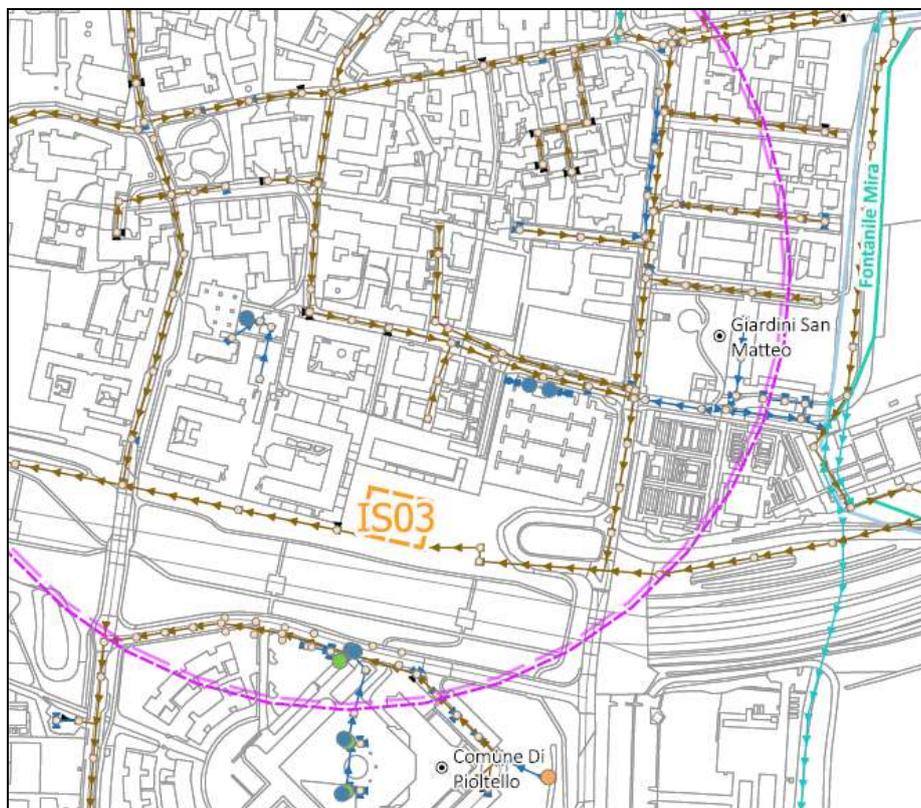


Figura 69 – Inquadramento dell’area d’intervento



Si evidenzia che tale intervento non è chiaramente risolutivo rispetto alla causa della problematica, ma permette la mitigazione localizzata dell’effetto causato dall’interferenza della risalita del livello di falda col comparto edilizio.

7.1.1.3 ISO4 – Realizzazione di uno sfioratore c/o laghetto del Parco della Besozza per scarico nel lago di cava

L’area è interessata da una potenziale criticità in quanto alcune aziende del territorio utilizzano le acque di falda per il raffreddamento recapitandole successivamente in fossi recuperati per tale scopo, che confluiscono nel laghetto del parco della Besozza.

Si propone la realizzazione di uno sfioratore che convogli le acque in eccesso verso un corpo idrico superficiale limitrofo, con recapito nel lago di cava.

Si riporta di seguito un estratto dall’elab. 2.4 – “Carta degli interventi”, con individuazione dell’area di intervento ISO4.

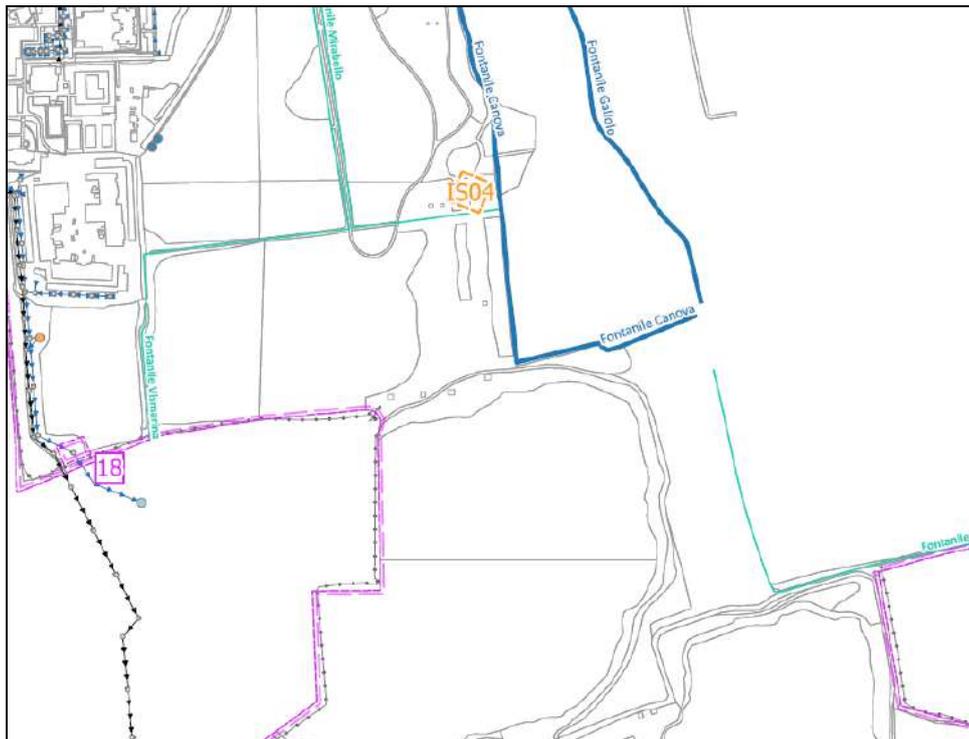


Figura 70 – Inquadramento dell’area d’intervento



7.1.2 Interventi a Piano investimenti Amiacque

Nel presente capitolo si riportano gli interventi eseguiti o in progettazione o di cui iniziare la fase progettuale, previsti dal Piano di Investimenti di Amiacque, in modo tale da avere un quadro completo di tutti gli interventi considerati nel territorio comunale di Pioltello. Tali interventi sono rappresentati anch’essi all’interno dell’elab. 2.4 – “Carta degli interventi”.

Tabella 11 – Quadro riassuntivo degli interventi a Piano investimenti Amiacque

| OBJ_ID | INDIRIZZO | ANNO | STATO | DESCRIZIONE |
|--------|-------------------|------|------------------|---|
| IS05 | Via G. D’Annunzio | 2017 | 5 – In esercizio | Creazione di caditoie e tratto di linea meteorica fino alla camera 1115 |
| IS07 | Via Gramsci | 2019 | 5 – In esercizio | Adeguamento sfioratore 1771 mediante riprofilatura della soglia di sfioro |
| IS08 | Piazza Shuster | 2020 | 5 – In esercizio | Rifacimento allaccio ammalorato passante in proprietà privata di terzi sotto sequestro (CAM 38) |
| IS09 | Via Monza | 2022 | 5 – In esercizio | Installazione cameretta con valvola clapet DN1000 per impedire ritorno di acqua di roggia in fognatura (CAM 1771) |
| IS10 | Via Siracusa | 2023 | In progetto | Sostituzione della rete fognaria vetusta ed ammalorata (CAM 1385-1388) con una tubazione DN400 PVC |

Si evidenzia che l’intervento denominato nel DSRI “IS06” e relativo all’estensione della rete di via Toti è stato annullato nel 2019 per impossibilità tecnica all’esecuzione.

7.1.3 Sintesi degli interventi previsti o eseguiti

Si riassumono in Tabella 12 gli interventi di competenza di CAP Holding già realizzati o in programmazione e quelli previsti nel DSRI. Si ricorda che gli interventi codificati come IS02 e IS06 non sono presenti al fine di mantenere la numerazione coerente con quanto indicato nel DSRI.



Tabella 12 – Sintesi degli interventi strutturali

| OBJ_ID | INDIRIZZO | ID_PROBLEMATICHE | DESCRIZIONE |
|--------|---------------------------|------------------|---|
| IS01 | Via Consacrazione | Ln02 | Riprofilatura del tratto in contropendenza e sostituzione dei tratti di tubazione da 50 cm con tubazione di diametro maggiore |
| IS03 | Centro storico – zona sud | Po02 | Realizzazione di sistema di pompaggio per ridurre la risalita delle acque di falda e scarico nel reticolo superficiale |
| IS04 | Parco della Besozza | Po03 | Realizzazione di uno sfioratore di troppo pieno con recapito nel lago di cava |
| IS05 | Via G. D’Annunzio | / | Creazione di caditoie e tratto di linea meteorica fino alla camera 1115 |
| IS07 | Via Gramsci | / | Adeguamento sfioratore 1771 mediante riprofilatura della soglia di sfioro |
| IS08 | Piazza Shuster | / | Rifacimento allaccio ammalorato passante in proprietà privata di terzi sotto sequestro (CAM 38) |
| IS09 | Via Monza | / | Installazione cameretta con valvola clapet DN1000 per impedire ritorno di acqua di roggia in fognatura (CAM 1771) |
| IS10 | Via Siracusa | / | Sostituzione della rete fognaria vetusta ed ammalorata (CAM 1385-1388) con una tubazione DN400 PVC |

Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti il grado di riempimento delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati di 2, 10, 50 e 100 anni. Successivamente sono riportate le aree allagate sul territorio comunale generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 anni.

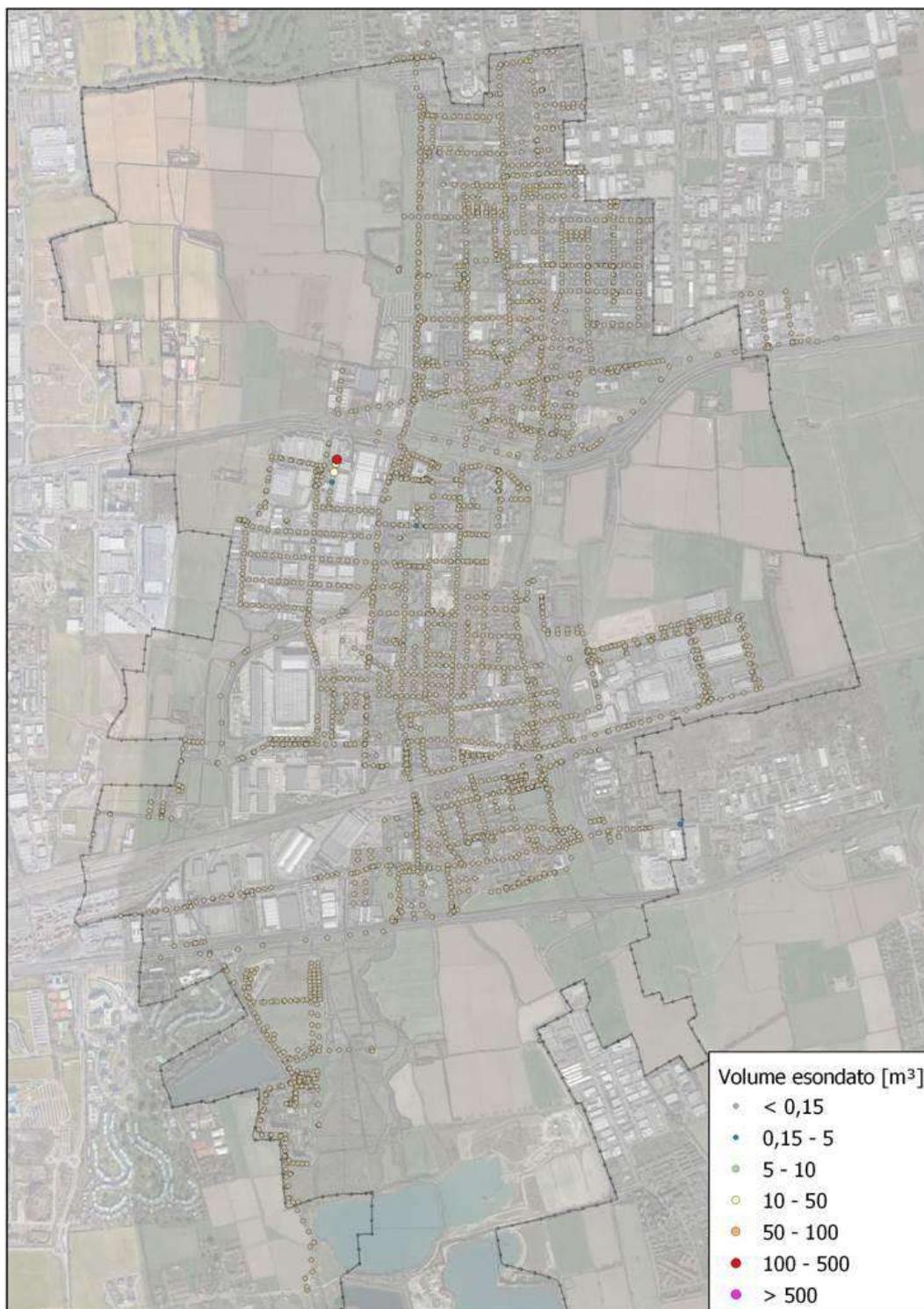


Figura 71 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr2 anni

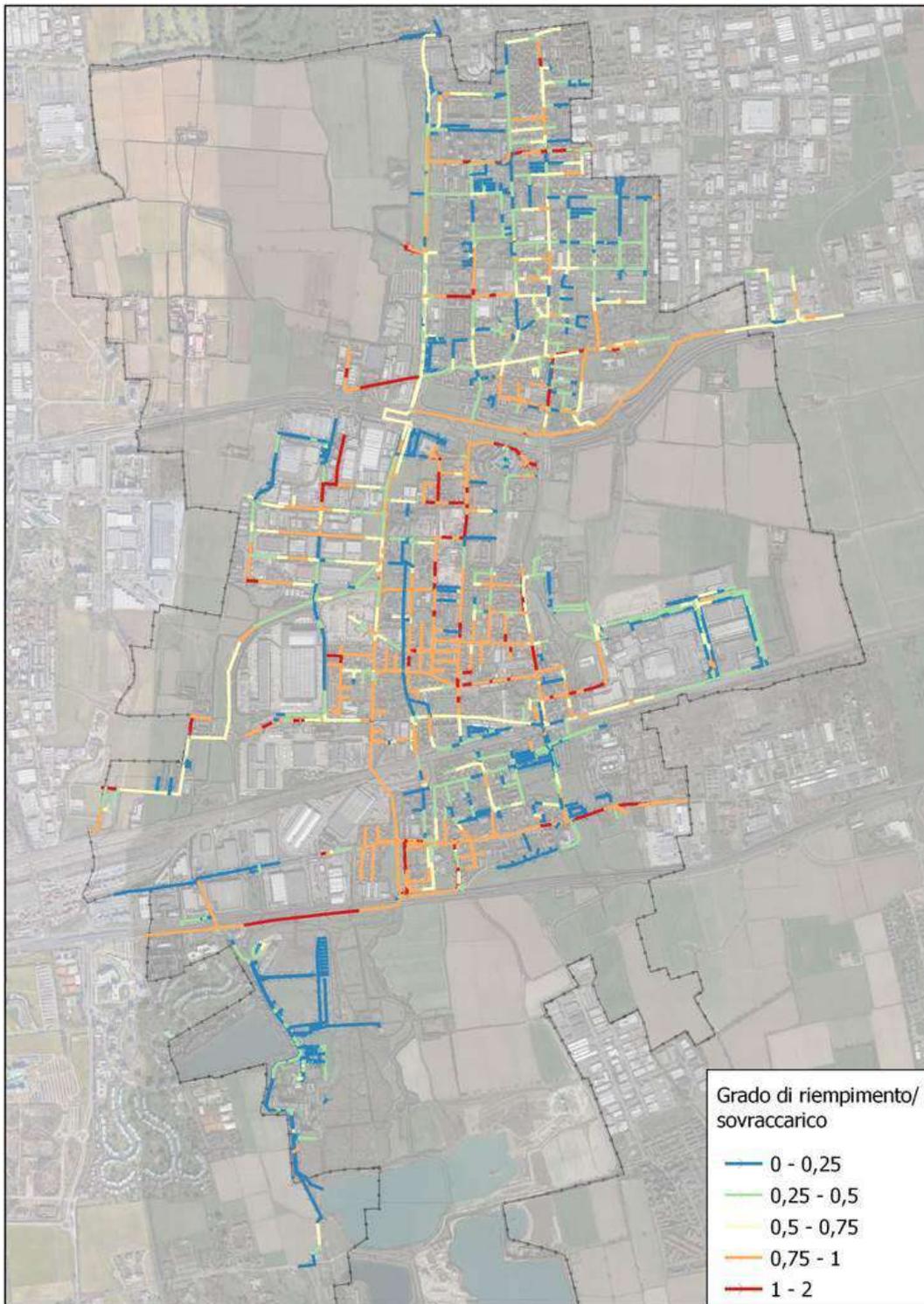


Figura 72 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr2 anni

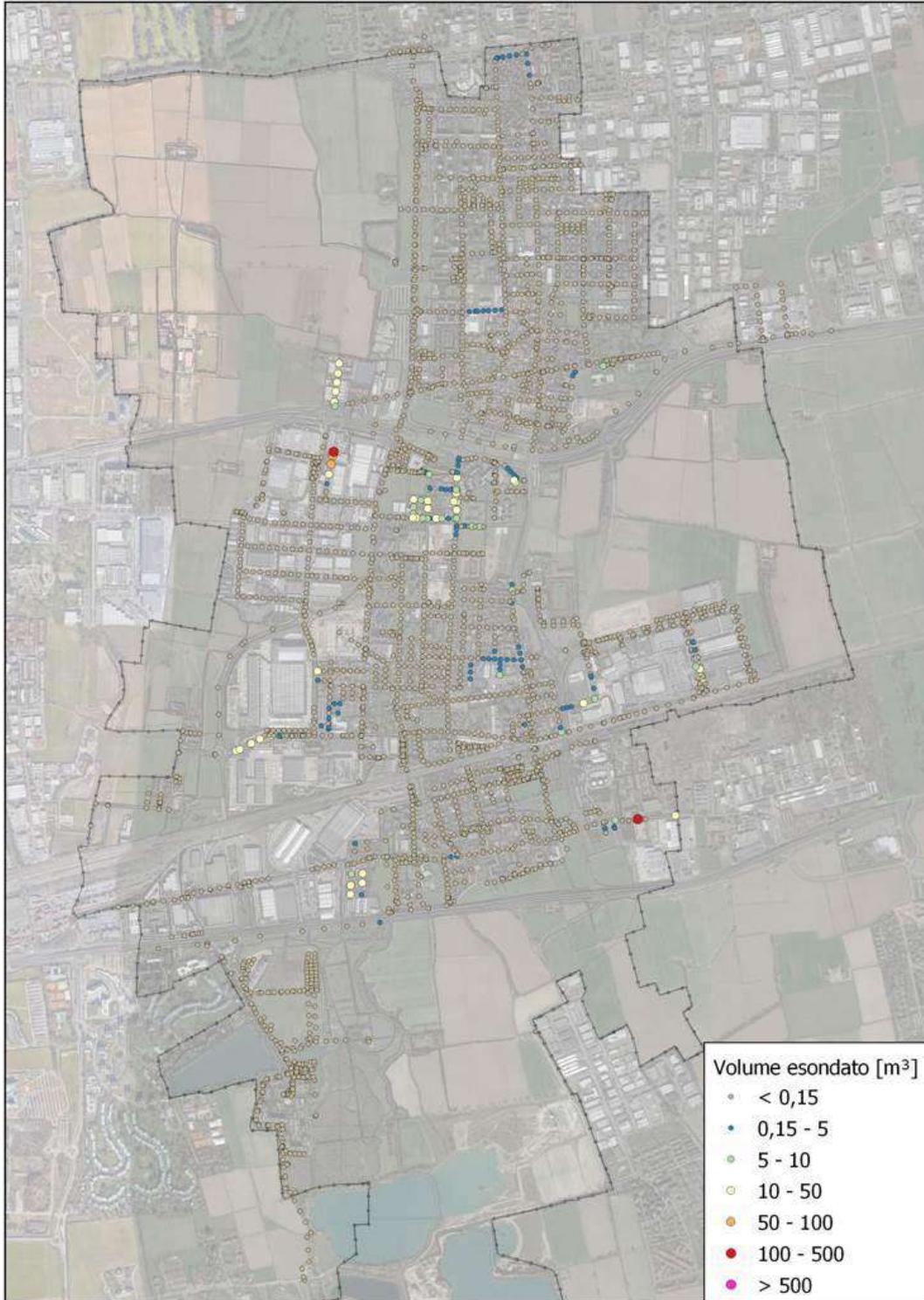


Figura 73 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr10 anni

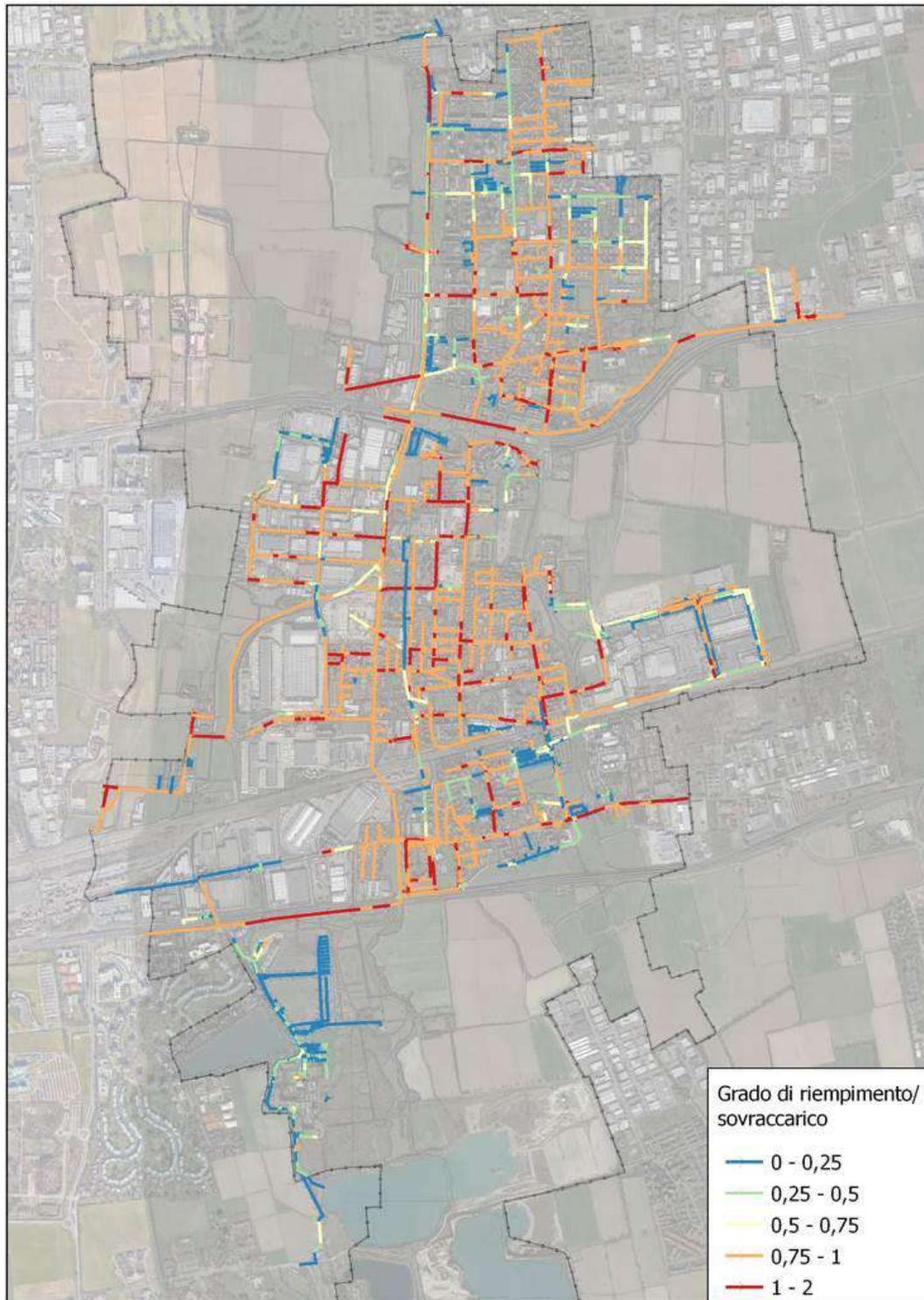


Figura 74 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr10 anni

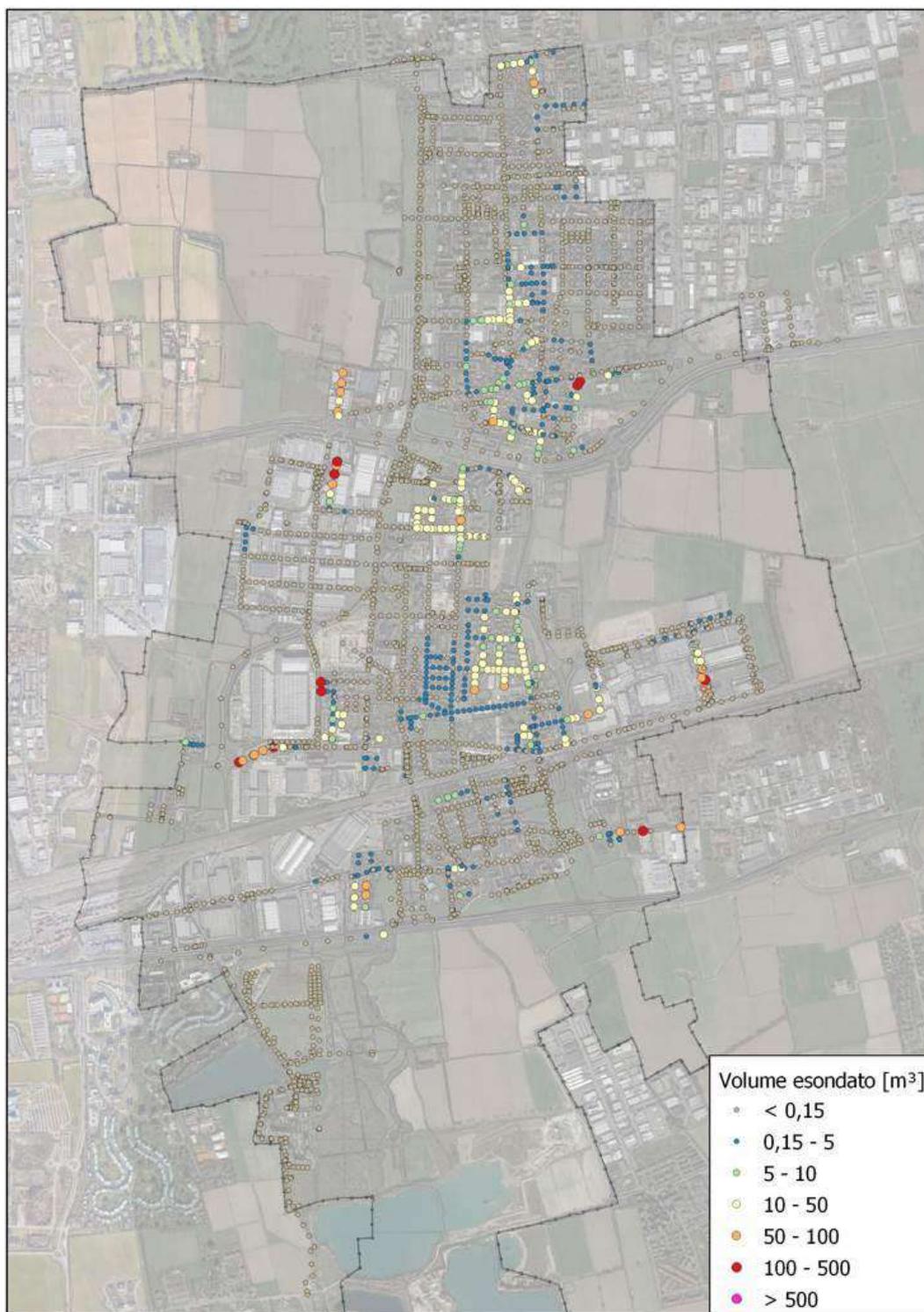


Figura 75 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr50 anni

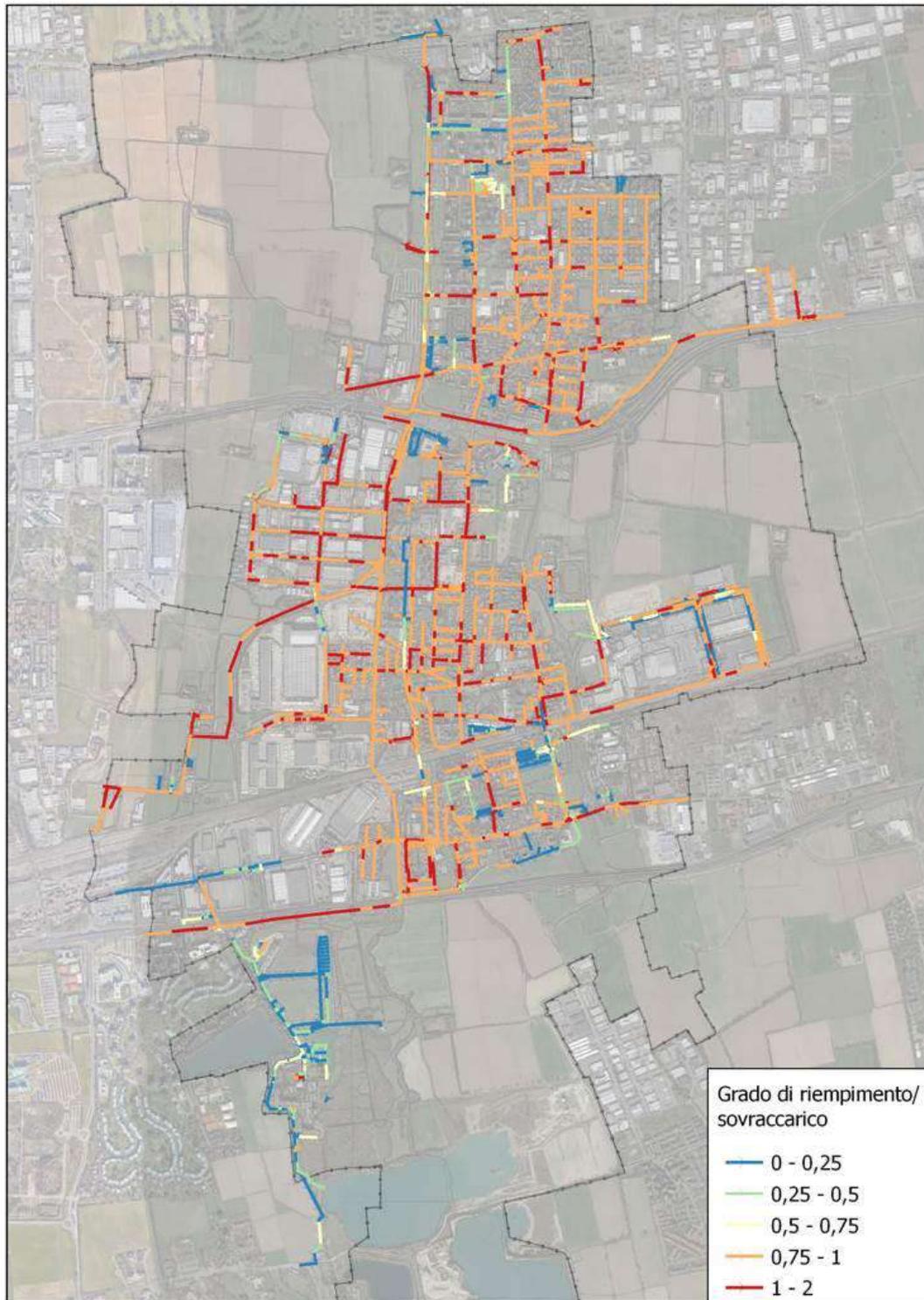


Figura 76 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr50 anni

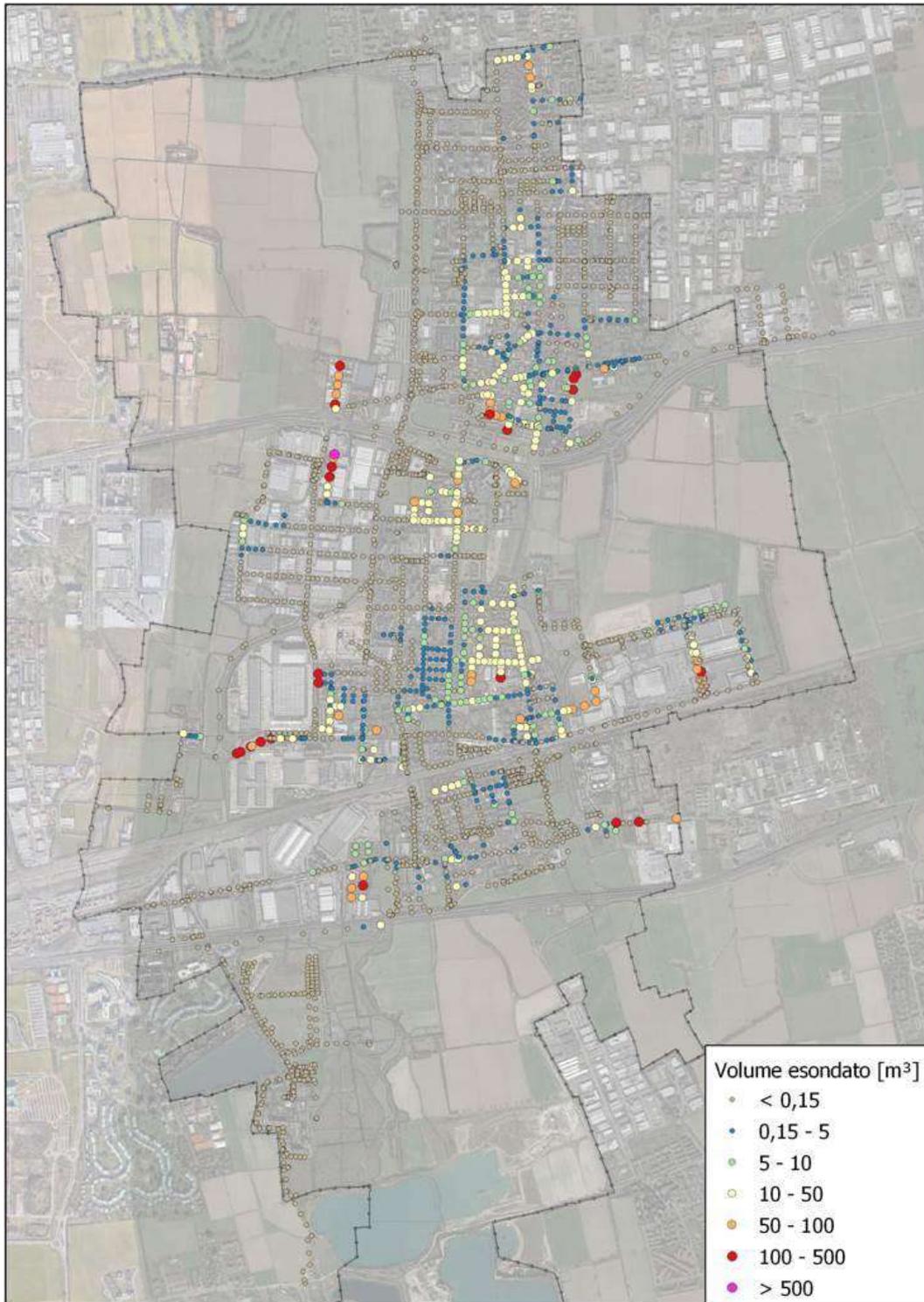


Figura 77 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr100 anni

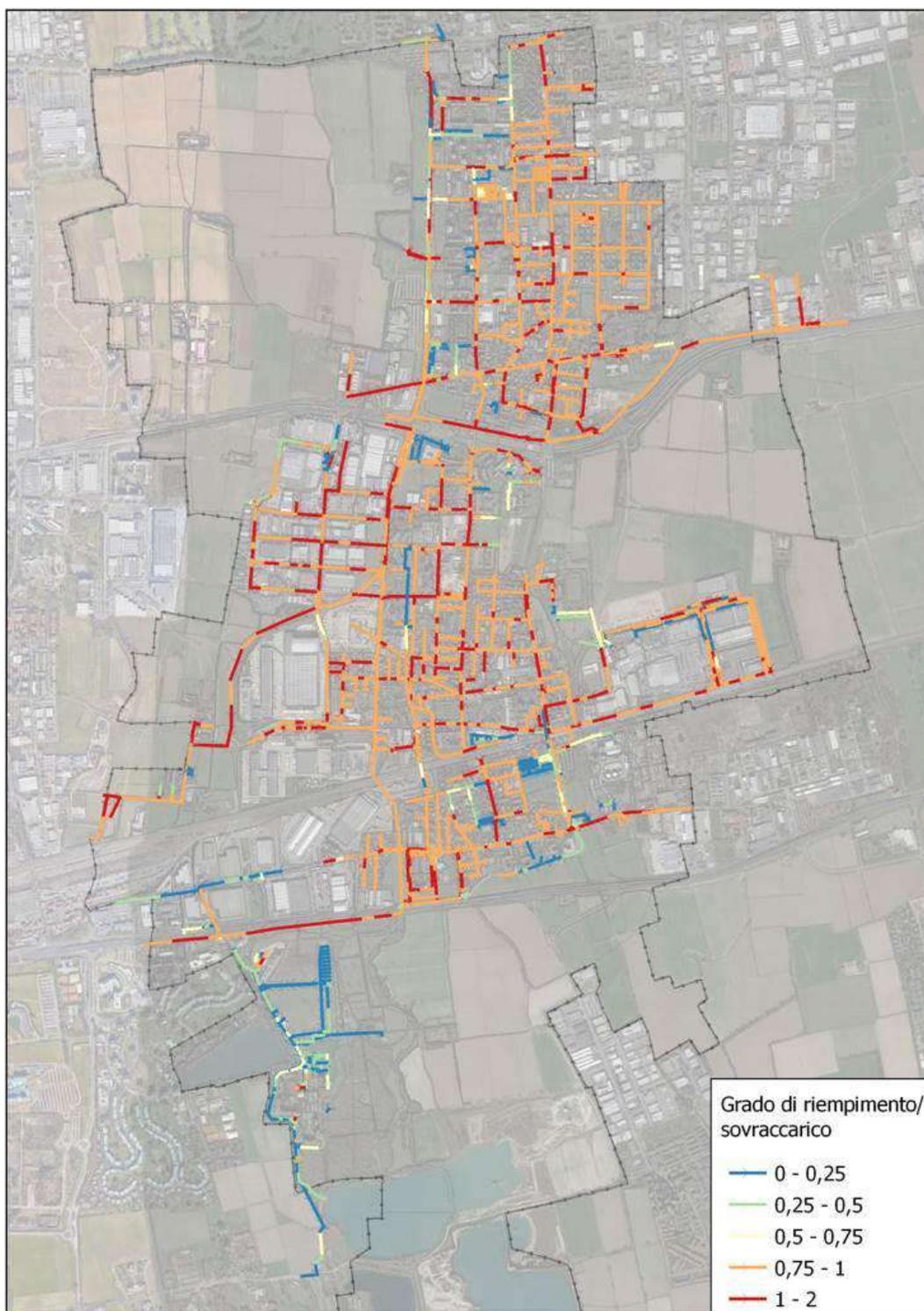


Figura 78 - Risultati dello stato di progetto – Grado di riempimento delle condotte per Tr100 anni

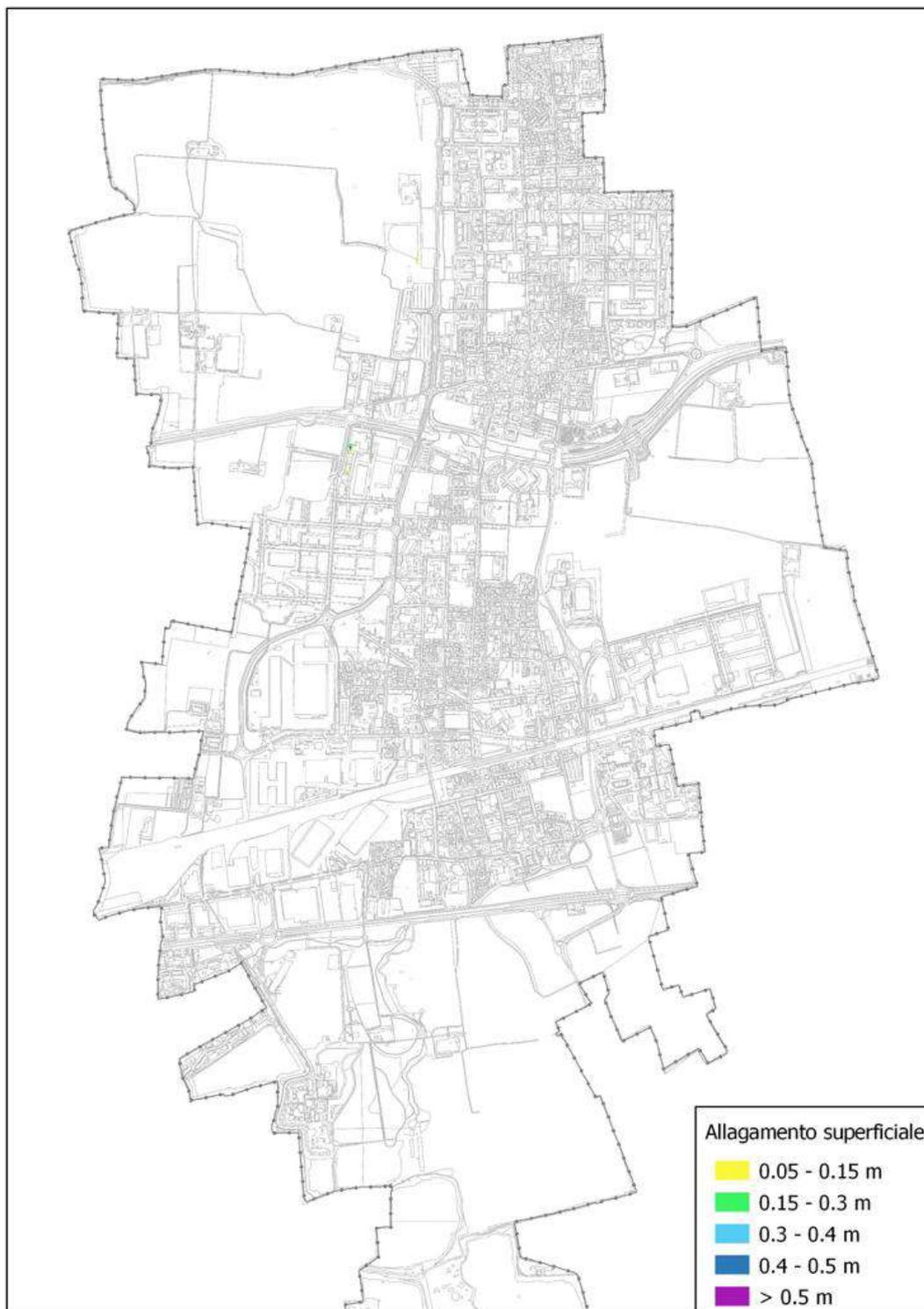


Figura 79 - Allagamento allo stato di progetto con TR 2 anni

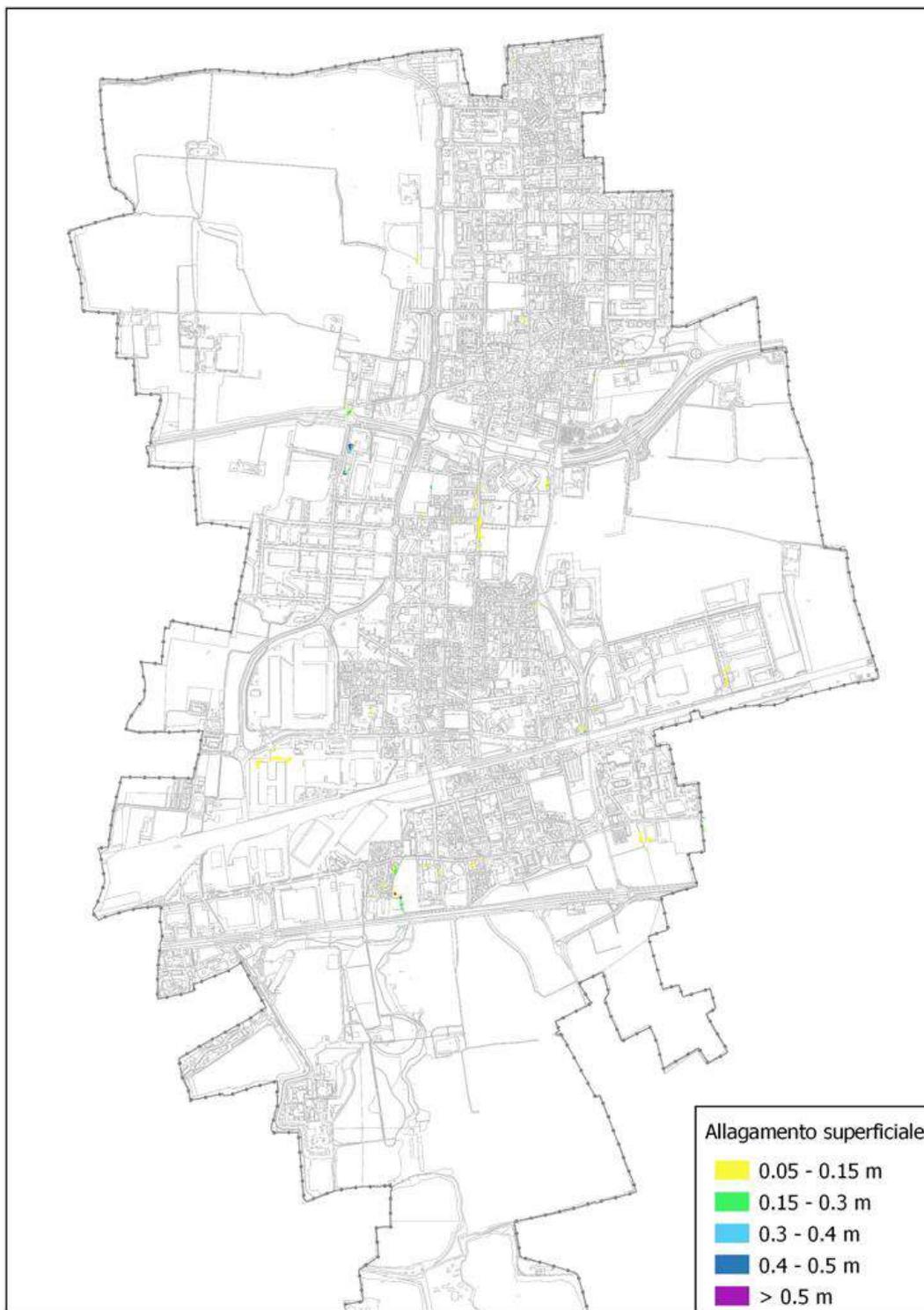


Figura 80 - Allagamento allo stato di progetto con TR 10 anni

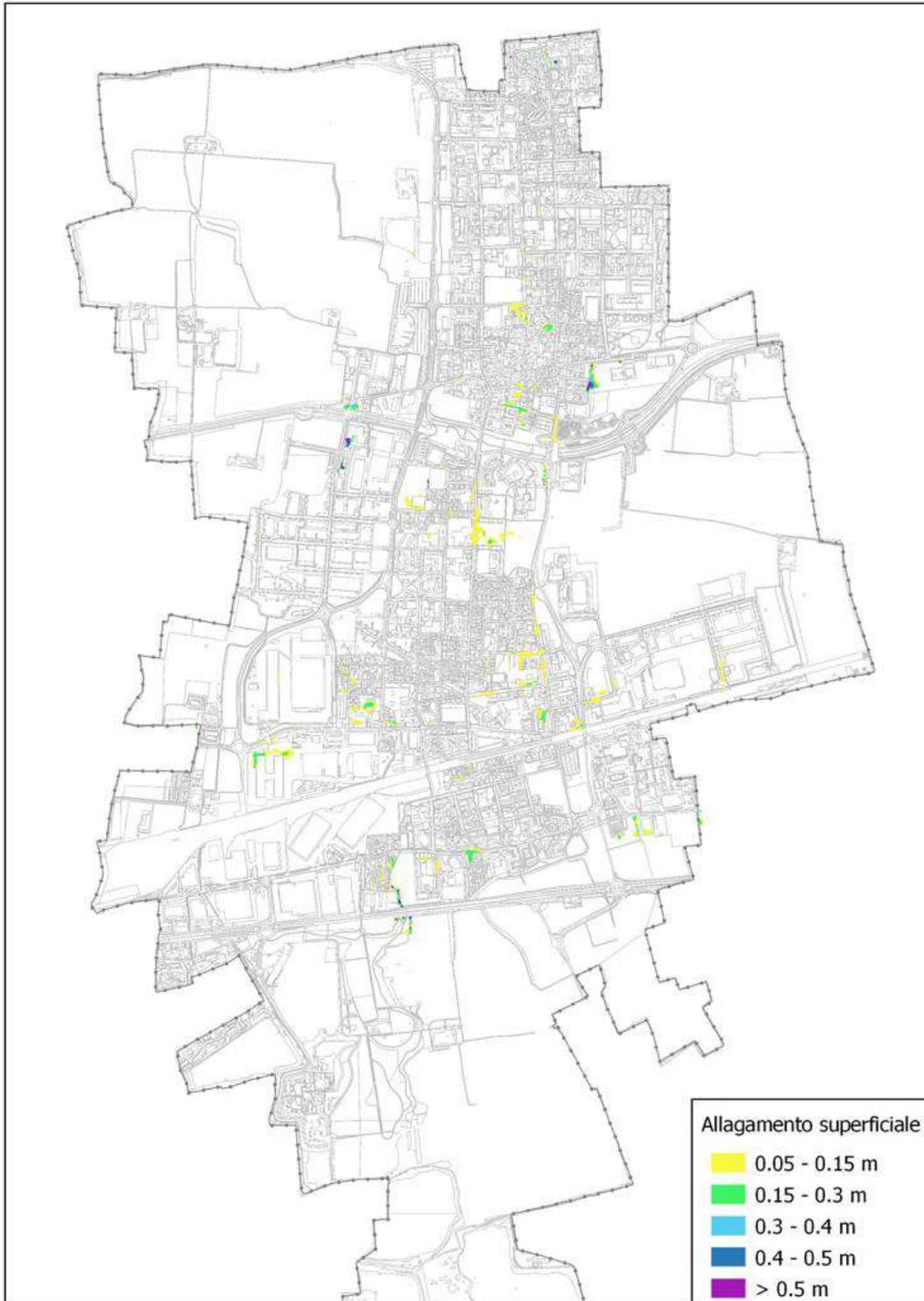


Figura 81 - Allagamento allo stato di progetto con TR 50 anni

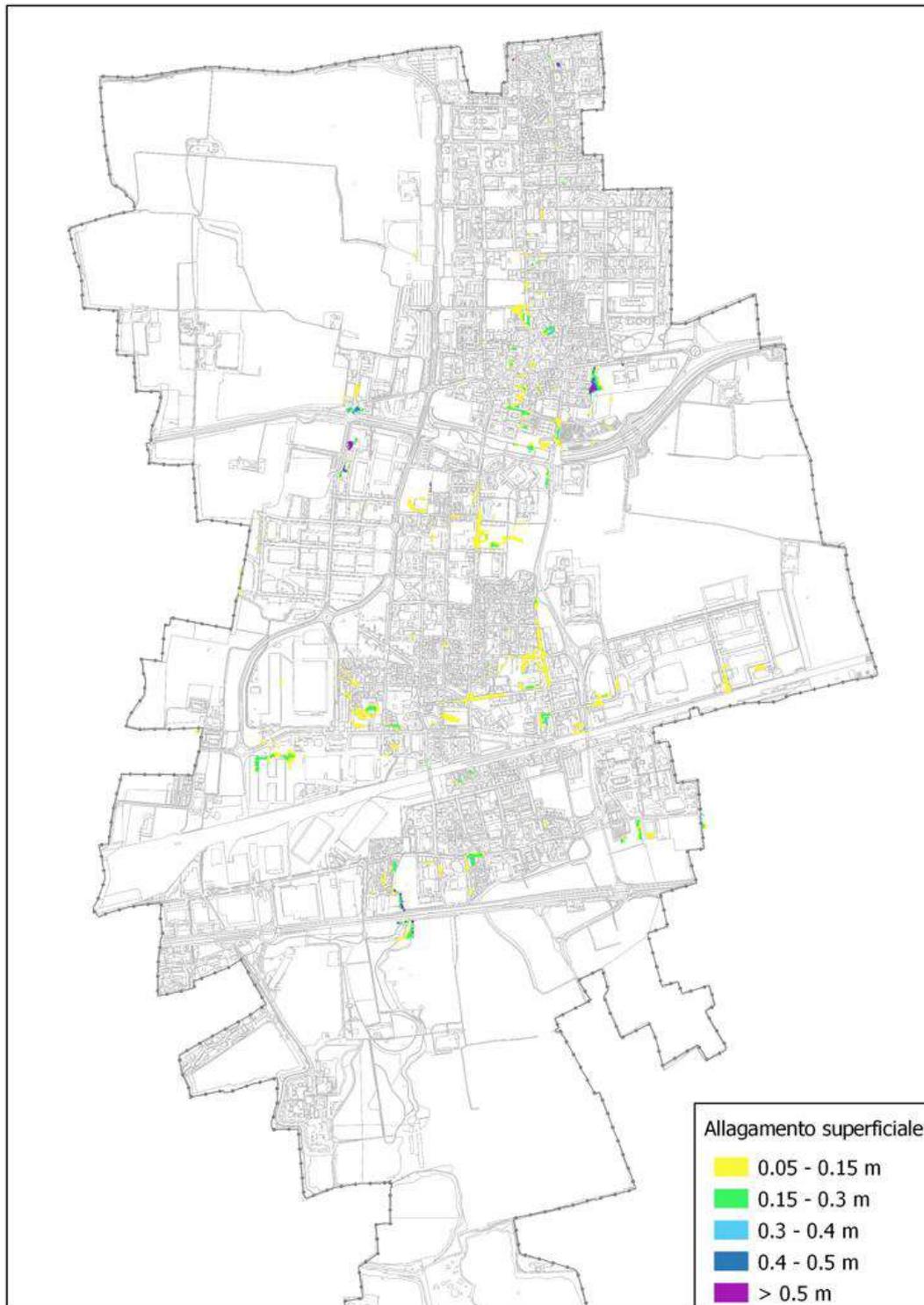


Figura 82 - Allagamento allo stato di progetto con TR 100 anni



Nel territorio comunale, come evidenziato in precedenza, non sono state rilevate criticità significative correlate alla rete di smaltimento delle acque bianche e miste, tuttavia si riscontra una generale condizione di sovraccarico della rete fognaria mista che, benché non presenti problematiche rilevanti, deve essere monitorata e mantenuta.

Sono stati proposti degli interventi strutturali sulla rete mista che consentono di agevolare il deflusso della portata al fine di mitigare la criticità riscontrata, ma si evidenzia che la risoluzione del sovraccarico della rete mista che si riscontra potrà essere risolto solamente tramite una progressiva dismissione delle acque bianche ed una gestione delle acque meteoriche locale, evitandone l'immissione nella rete fognaria.

I risultati del modello idraulico, nella conformazione di progetto, mostrano dei benefici apprezzabili nell'intorno delle aree d'intervento sotto l'aspetto di superfici potenzialmente allagabili e/o battenti idrici, ma sussistono delle criticità correlate al sovraccarico del collettore intercomunale che dovranno essere approfondite a livello di agglomerato al fine di determinare la migliore soluzione progettuale.

Gli allagamenti che risultano dalle simulazioni di “Stato di progetto” sono riportati a scala di maggior dettaglio negli elaborati grafici: Tavola 2.5, Tavola 2.6 e Tavola 2.7.

7.2 SCARICHI NEI RICETTORI FINALI

Il calcolo dei volumi di invaso per il rispetto dei limiti allo scarico imposti dal R.R. 7/2017, nella condizione di progetto, sono calcolati analogamente a quanto riportato nel paragrafo § 6.2.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti.

Tabella 13 – Scarichi massimi ammissibili RR 7/2017 e volumi da invasare

| ID sfioratore | ID scarico | Indirizzo | Superficie scolante impermeabile ha | Q max consentita l/s | Q picco da modello l/s | Volume da modello m ³ | Volume di laminazione m ³ |
|---------------|------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 2116 | 2114 | Via Piemonte | 1,56 | 62 | 160 | 311 | 190 |
| 1771 | 1772 | Via Monza | 0,64 | 25 | 26 | 16 | 0 |
| 1409 | 2632 | Via Dante Alighieri/via Monza | 8,15 | 326 | 0 | 0 | 0 |
| 1649 | 1655 | Via G. Rossini | 0,28 | 11 | 540 | 1150 | 1126 |
| 1686 | 1690 | Via E. Cantamessa | 1,64 | 65 | 180 | 394 | 251 |

Rispetto alla condizione attuale si riscontra un lieve aumento della portata in corrispondenza degli scarichi 1690 e 1655, entrambi a valle rispetto all'intervento IS01, che determina da una parte la rimozione di restringimenti della sezione idraulica, ma dall'altra consente il deflusso di una maggiore portata verso valle.

7.3 INTERVENTI NON STRUTTURALI

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 prevede all'art 14 che, sia lo studio comunale di gestione del rischio idraulico che il documento semplificato del rischio idraulico comunale, debbano contenere l'individuazione di



misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio idraulico a cui è soggetto il territorio.

Nel seguito della presente relazione vengono presentate le principali misure non strutturali ed esempi di buone prassi messe in atto in ambiti di rischio idraulico. Verranno individuate per lo specifico territorio le più opportune azioni attuabili a scala comunale. Le misure non strutturali qui presentate riprendono ed ampliano le proposte inserite nel documento semplificato del rischio idraulico comunale.

7.3.1 Principali tipologie di interventi non strutturali

7.3.1.1 *Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione*

Un’importante misura non strutturale riguarda la comunicazione del rischio, delle procedure di emergenza già definite e delle misure di autoprotezione e prevenzione alla comunità interessate dagli allagamenti.

A tal fine esistono iniziative di comunicazione promosse ad esempio dalla Protezione Civile Nazionale come la campagna “Io non rischio” che promuove le buone pratiche da attuarsi in caso di diversi rischi naturali. Nel caso del rischio alluvione, la campagna di comunicazione nazionale “Io non rischio Alluvione” è nata in via sperimentale nel 2014 per promuovere, anche attraverso volontari di protezione civile formati e preparati, la conoscenza del rischio Alluvione e l’adozione delle buone pratiche di protezione civile da parte dei cittadini.

Gli strumenti informativi e di formazione di base da utilizzare possono essere audiovisivi e materiale divulgativo cartaceo messi a disposizione dalle istituzioni, quali ad esempio la Protezione Civile Nazionale o l’Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR – IRPI).

L’iniziativa si svolge online e nelle piazze italiane nell’ambito di iniziative locali, laboratori, convegni ed eventi culturali. Dal sito <https://iononrischio.protezionecivile.it> è possibile scaricare tutto il materiale informativo e visionare il calendario degli eventi.

7.3.1.2 *Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative Citizen Science*

La direttiva 2007/60/CE e la direttiva quadro sulle acque 2000/60/UE promuovono il coinvolgimento dei cittadini, necessario per garantire il successo della Direttiva stessa, che dipende da una stretta collaborazione e da un’azione coerente a livello locale, della Comunità e degli Stati membri e dall’informazione, dalla consultazione e dalla partecipazione dell’opinione pubblica.

Per coinvolgere i cittadini possono essere implementati progetti di *Citizen Science* applicati agli ambiti di interesse: riqualificazione fluviale, biodiversità, qualità delle acque e rischio idraulico. Il termine *Citizen Science* (letteralmente, scienza dei cittadini) indica quel complesso di attività collegati ad una ricerca scientifica a cui partecipano semplici cittadini. È un modo per coinvolgere le comunità locali in attività che comportano una presa di coscienza ed un aumento della conoscenza e della competenza dei cittadini che vi partecipano ed al



contempo consente a ricercatori ed istituzioni di ampliare i dati raccolti sulle variabili ambientali, da utilizzare per progetti di ricerca, ma anche per la pianificazione, progettazione e gestione delle emergenze.

L’aumentata conoscenza da parte dei cittadini consente anche scelte più consapevoli e partecipate e di innescare percorsi virtuosi di coinvolgimento, che nel contesto del presente progetto possono essere recepiti e valorizzati all’interno del Contratto di fiume (www.contrattidifiume.it).

L’ampia diffusione, anche tra i non addetti, di tecnologie e sensori utili per la raccolta dati (ad esempio tramite gli smartphone), rendono possibile attraverso iniziative di *Citizen Science* il coinvolgimento dei cittadini nella misurazione di grandezze legate ai fiumi, quali ad esempio i livelli idrici o anche le portate.

Nell’ambito delle misure dei livelli idrici si segnalano due progetti di *Citizen Science*, presentati all’*European Geoscience Union 2017* e alla prima conferenza italiana sulla *Citizen Science*, tenutasi a Roma nel novembre 2017:

- *Crowd Water* (<http://www.crowdwater.ch>): progetto svizzero promosso dall’Università di Zurigo, per la misura relativa dei livelli tramite aste virtuali rispetto uno zero idrometrico fissato dagli utenti, tramite l’utilizzo di smartphone;
- *Cithyd* (*Citizen Hydrology* <http://cithyd.com>): progetto italiano promosso dalla società WISE, per la misura dei livelli tramite asta idrometrica fisica e l’utilizzo di smartphone.

Il progetto *Crowd Water* tramite l’App Spotteron, scaricabile gratuitamente sia per Android che per IOS, permette a volontari di inserire aste virtuali e quindi misure su qualsiasi fiume di interesse. All’interno della App è implementata anche la possibilità di indicare classi di umidità del suolo per aree di interesse.

Il progetto CITHYD (*Citizen Hydrology*) è sviluppato tramite una web-App, che riceve i dati di livello idrico misurati dai cittadini in sezioni fluviali dotate di asta idrometrica e di un cartello informativo, munito di codice QR, esegue delle semplici verifiche, memorizza i dati in un geodatabase e li pubblica per tutti (Open Data). L’applicazione è un utile strumento per il coinvolgimento delle persone nella raccolta dati in modo semplice e rapido ed anche per avvicinarle al fiume e al territorio peri- fluviale, per la fruizione, l’accrescimento dell’identità territoriale e la cura delle risorse idriche e dell’ambiente. Cithyd è stata citata anche come esempio delle misure previste nel Progetto di sottobacino del Seveso nell’ambito dei Contratti di fiume.

7.3.1.3 Sistemi di monitoraggio

Tra le misure non strutturali rivestono particolare importanza i sistemi di monitoraggio ed allerta, che consentono di conoscere il livello e/o la portata del corso d’acqua strumentato ed anche altri parametri ambientali (quali ad esempio temperatura, velocità e direzione del vento e precipitazione) in funzione dei sensori installati.

La conoscenza dei livelli del corso d’acqua permette infatti di attivare, in relazione al raggiungimento di alcune soglie prefissate (attenzione, preallerta, allerta), procedure di emergenza per la gestione di eventuali alluvioni e quindi per la riduzione del danno.



Per rendere ancora più efficace l’impiego dei dati misurati è inoltre possibile implementare e tarare specifici modelli previsionali di piena in tempo reale, in grado di prevedere un evento pericoloso con un tempo sufficiente per mettere in sicurezza persone e beni.

I sistemi di monitoraggio possono essere inoltre collegati a dispositivi in grado di attuare delle misure di protezione, ad esempio semafori o barriere a funzionamento automatico per impedire l’accesso ad aree soggette ad allagamenti.

7.3.1.4 Piani e studi di approfondimento

Tra le misure non strutturali previste nel PGRA del bacino del Po sono indicati approfondimenti e studi per migliorare la conoscenza della pericolosità e dell’efficacia degli interventi, tramite analisi idrologiche e idrauliche degli scenari di rischio residuale, verifiche di compatibilità di ponti, infrastrutture ed impianti e studi e azioni per prescrivere o promuovere il principio dell’invarianza idraulica (e idrologica). Il presente documento costituisce pertanto già una prima misura non strutturale messa in atto.

7.3.1.5 Difese temporanee

Oltre alle difese permanenti, volte a diminuire la probabilità di accadimento di un prefissato evento di piena è possibile mettere in atto anche difese di tipo temporaneo, per proteggere il territorio per eventi di piena più gravosi o per diminuire i danni che quell’evento può produrre sul territorio.

Le difese temporanee possono essere adottate, nelle varie tipologie disponibili, sia dai soggetti istituzionali, sia dai cittadini per la difesa delle proprie proprietà private.

Le difese temporanee possono essere indicativamente raggruppate nelle seguenti classi (secondo lo statunitense *US Army Corps of Engineers. National Nonstructural/Flood Proofing Committee - NFPC*):

- barriere temporanee;
- dispositivi di chiusura;
- valvole antiriflusso;
- sistemi di pompaggio.

Le barriere temporanee sono dispositivi da posizionare in previsione di eventi di piena per gestire l’eventuale allagamento del territorio, si va dai classici sacchetti di sabbia, storicamente usati per questo scopo, a prodotti più tecnologici e recenti, quali barriere tubolari in materiale plastico, riempibili ad aria o ad acqua, o ancora a barriere metalliche provvisorie a montaggio manuale.

I dispositivi di chiusura sono costituiti da paratoie e panconi a chiusura delle aperture nei muri o recinzioni, per evitare l’ingresso di acqua e sono solitamente utilizzate a protezione degli edifici. Possono essere dei cancelli a tenuta stagna, paratoie a sollevamento automatico o paratoie manuali, da montare in previsione di possibili allagamenti. In funzione dell’importanza dell’edificio o attività da proteggere, dell’evento temuto e dell’esistenza di vincoli di budget è possibile scegliere la tipologia più adatta.



L'insufficienza della rete e l'impossibilità da parte del sistema fognario a scaricare le acque raccolte può far sì che le acque in eccesso nella rete fognaria possano trovare improprio sfogo nei terminali installati nelle abitazioni e quindi possano esserci allagamenti dovuti al rigurgito delle acque negli impianti. Per evitare il verificarsi di tali situazioni e diminuire quindi il danno che le alluvioni possono produrre è consigliato installare dei dispositivi anti-riflusso tra le tubazioni private e la rete pubblica di raccolta delle acque.

7.3.2 Misure non strutturali individuate

Oltre a quanto elencato sopra, si indicano delle azioni mirate ad una generale riduzione degli afflussi di acque meteoriche in fognatura, attraverso la realizzazione di studi sulla possibilità di gestione in loco delle acque meteoriche e la programmazione di interventi che utilizzino modalità di drenaggio sostenibile. Di seguito sono elencate e brevemente descritte le misure non strutturali ipotizzate per il comune.

INS01/INS02 - Sfiotori (da Pt01 a Pt08 e Pt14)

Per tutti gli sfiotori, considerati come criticità potenziali, si reputa prioritario sottoporli ad interventi di manutenzione programmata, monitorando il livello piezometrico raggiunto là dove si sono verificati degli allagamenti nelle aree limitrofe (INS01), e contemporaneamente effettuare un'analisi del loro corretto dimensionamento in base alle esigenze della rete (INS02).

INS03/INS04/INS05 - Sottopassi (Pt09 e Pt10)

Relativamente ai sottopassi, nel caso di via Molise (Pt09) si prevede il monitoraggio continuo del livello idrico all'interno della vasca di accumulo di acque meteoriche in modo che non venga superata la soglia limite e il sistema di pompaggio possa funzionare correttamente (INS03); si suggerisce anche l'implementazione di un sistema semaforico e/o di una barriera che si azioni in occasione di forti eventi meteorici o al raggiungimento di un livello soglia di allagamento in modo da deviare il traffico dalla zona di pericolo (INS05).

Nel caso di quello di via Genova (Pt10) si suggerisce la pulizia dei pozzetti in cui si osserva la presenza di materiale che può costituire ostacolo al deflusso delle acque (INS04), causando intasamento e possibile accumulo d'acqua sul piano strada.

INS01 - Pozzi perdenti (Pt11, Pt12 e Pt13)

Si suggerisce di effettuare annualmente una manutenzione ordinaria programmata dei pozzi perdenti relativi alle criticità in oggetto (Pt11, Pt12 e Pt13) al fine di verificarne lo stato ed il funzionamento; per questi nello specifico è necessario dover garantire costantemente la loro capacità di smaltimento al suolo delle acque che ricevono onde evitare sovraccarichi della rete fognaria (INS01).

Per tutti gli altri presenti sul territorio comunale si suggerisce la redazione di un piano di manutenzione periodica.

INS06 Roggia tombinata – Ln00

Per la criticità in questione occorre considerare che la roggia è attualmente gestita da Esselunga e in caso di mancata manutenzione da parte di tale società potrebbero verificarsi delle problematiche di tipo idraulico. Si



consiglia di prevedere una misura di monitoraggio e pulizia della roggia che dovrà essere effettuato da chi di competenza (INS06).

INS07 - Fosso (Strada parallela alla SP Rivoltana - Ln01)

In merito alla criticità in oggetto si notifica la necessità di effettuare dei periodici interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria per evitare la generazione di criticità idrauliche di cui dovrà occuparsi Città Metropolitana che risulta essere l’ente competente (INS07).

INS08 - Zona a sud di Via D. Alighieri e Centro storico (Po01 e Po02)

Per entrambe le criticità in esame si prevede il monitoraggio del livello piezometrico nei manufatti e componenti idraulici limitrofi alle abitazioni in cui si sono verificate problematiche di allagamento, per verificarne il corretto funzionamento (INS08).

INS09 - Vasche volano (gestite da CAP)

Si prevede di sottoporre le vasche volano gestite da CAP alla verifica del corretto funzionamento delle stesse e di tutti i componenti di loro pertinenza, valutando anche possibili connessioni con la vasca di laminazione adiacente a quella in Via Rugacesio e localizzata all’interno dell’adiacente territorio comunale di Segrate (INS09).

INS10 - Territorio comunale

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano genericamente sull’intero territorio comunale ogni qual volta vi siano nuove edificazioni e urbanizzazioni. Pertanto è da intendersi valido per l’intero territorio comunale sia che siano o meno state segnalate delle problematiche di ogni genere.

INS11 - Territorio comunale

L’Amministrazione comunale deve introdurre all’interno del proprio Regolamento Edilizio (INS11) ed esplicitare con il dovuto dettaglio quanto richiesto dal R.R. 7/2017 all’art.6 e indicato nell’Allegato L, al fine di perseguire gli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell’art.58bis della L.R. dell’11 marzo 2015, n.12.

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano sull’intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio l’incentivazione dell’utilizzo di soluzioni di drenaggio sostenibile volti alla riduzione dell’afflusso meteorico tramite l’utilizzo di materiali e soluzioni progettuali che limitino l’impermeabilizzazione del territorio e/o che favoriscano il riutilizzo della risorsa idrica. Occorre che anche l’Amministrazione comunale fornisca indicazioni tecniche costruttive specifiche, incentivi l’adozione di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche, in particolare modo in ambito urbano, e fornisca gli strumenti per la gestione degli eventi alluvionali che incidono sul territorio comunale, attraverso il recepimento del Piano di Emergenza Comunale e del Regolamento Regionale 7/2017.

Per quanto riguarda il PEC si rileva che al suo interno non sono presenti particolari azioni di monitoraggio o di intervento (al di fuori delle procedure standard di allarme e gestione dell’emergenza) relativi al rischio idraulico.



Per quanto riguarda le azioni che maggiormente rispondono, in ambito urbano, all’esigenza di gestire al meglio le acque meteoriche, si riportano di seguito alcuni esempi:

- La realizzazione di opere di laminazione per l’abbattimento delle portate pluviali e meteoriche, che possono essere superficiali o sotterranee;
- La realizzazione di opere di infiltrazione (dove possibile) per lo smaltimento nel terreno di una parte dei deflussi meteorici, le strutture più comuni sono:
 - trincee di infiltrazione
 - pozzi drenanti
 - bacini di infiltrazione
 - pavimentazioni permeabili
 - caditoie filtranti
- L’installazione sui tetti e pareti di superfici verdi per ridurre gli afflussi meteorici oltre a rappresentare degli strumenti di compensazione e mitigazione ambientale;
- L’installazione di opere di scarico e manufatti di controllo utili a mantenere la portata in uscita il più possibile costante al variare del carico idraulico.

Si rimanda tuttavia all’art. 6 e Allegato L del R.R. 7/2017 per maggiori dettagli in merito, riportato anche in ALLEGATO 5.

INS12 – Sforatori che scaricano su CIS

Si prevede la valutazione di massima dei volumi di laminazione per gli sfioratori che scaricano su Corpo Idrico Superficiale (CIS), ai fini del rispetto dei limiti di portata previsti dall’Art. 8 comma 5 del Regolamento regionale 7/2017.

INS13 – Criticità emerse dal modello (Pt11, Ln03, Ln05)

Tale intervento è volto a monitorare le aree risultate critiche dall’analisi numerica, ma prive di riscontro reale al fine di comprendere l’effettiva dinamica del flusso meteorico nella rete di drenaggio urbana.

INS14 – Collettore intercomunale

Tale intervento mira ad individuare la migliore soluzione, anche di tipo strutturale, a livello di agglomerato che consenta di alleggerire il carico del collettore intercomunale che provoca il rigurgito della portata nelle dorsali miste che vi si immettono. A tal fine occorre prevedere un approfondimento dell’intera rete da parte di CAP. Tale intervento è da ritenersi applicabile all’intero territorio comunale, ma sarà funzionale anche a delle problematiche specifiche individuate sul territorio comunale (Ln04, Ln05 e Pt10).

INS15 – Territorio comunale

Tale intervento mira all’efficientamento e il miglioramento del funzionamento delle vasche volano del comune di Pioltello al fine di alleggerire il collettore intercomunale e ridurre il numero e l’entità degli allagamenti. Tale



analisi sarà inoltre propedeutica alla miglior definizione della soluzione strutturale sulla rete fognaria comunale che dovrà essere coordinata con i più ampi interventi pianificati a livello di agglomerato di Peschiera Borromeo (vedi INS14). Tale intervento è da ritenersi applicabile all’intero territorio comunale, ma sarà funzionale anche a delle problematiche specifiche individuate sul territorio comunale (Ln04, Ln05 e Pt10).

INS16 – via Genova/via Venezia (Pt10)

Tale intervento intende monitorare la problematica rilevata sia a livello modellistico che dai tecnici comunali e valutare la soluzione, se necessario anche strutturale, che può apportare il maggior beneficio. Come esposto al §6.1.3.1 la criticità deriva da diversi fattori, a partire dall’accumulo di materiale (per la quale è stata prevista la misura non strutturale INS04), la presenza di contropendenze nella condotta mista di via Venezia, l’assenza di reti separate per le acque meteoriche, la morfologia del territorio e il generale stato di sovraccarico della rete con fenomeni di rigurgito della portata. Alla luce di ciò effettuare interventi strutturali localizzati di riprofilatura sul tratto di rete mista di via Venezia non sarebbe risolutivo in quanto persisterebbe la criticità a valle costituita dal collettore intercomunale. Difatti nel corso dell’analisi svolta è stato ipotizzato uno scenario di progetto che considerasse la riprofilatura del fondo scorrevole del tratto di condotta di via Venezia e la realizzazione di un volume di stoccaggio per le acque in eccesso, dal quale emerge che vi è una modesta mitigazione della criticità riscontrata e che quindi permane l’influenza del rigurgito derivante dal generale sovraccarico della rete a valle dell’area d’intervento (Figura 83).

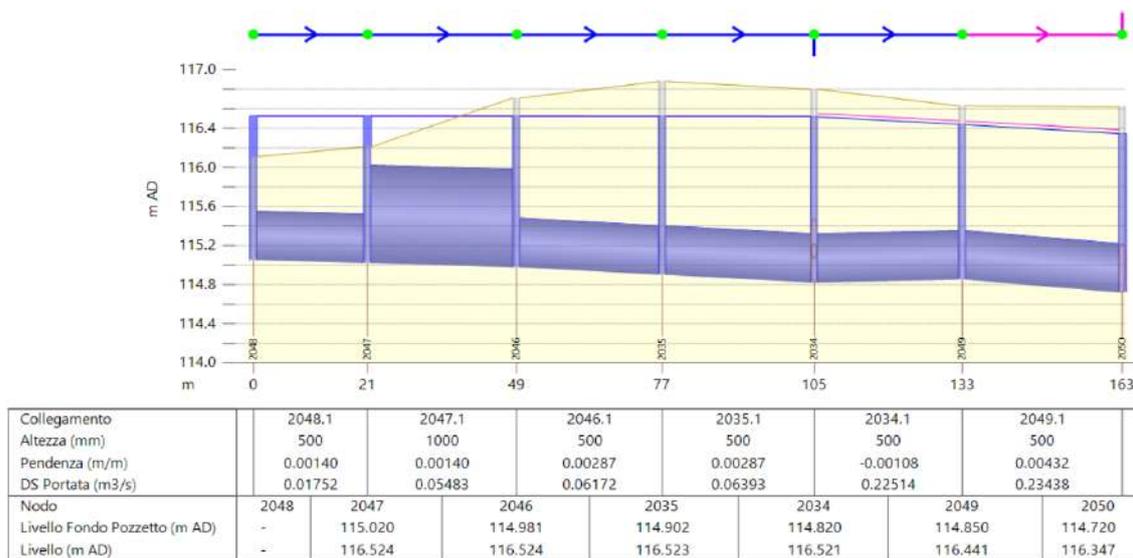


Figura 83 – Profilo idraulico della rete mista di via Venezia allo stato di progetto

In considerazione delle valutazioni effettuate è auspicabile che le misure non strutturali INS13 e INS14 portino dei benefici anche per la criticità in oggetto ed in ogni caso si suggerisce di incentivare il graduale processo di separazione delle reti (bianca e nera) anche attraverso interventi di disconnessione (vedi INS18).



INS17 – Territorio comunale

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano sull’intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio la promozione di campagne di comunicazione ed educazione al fine di sensibilizzare la comunità circa gli effetti positivi degli interventi volti alla diminuzione della vulnerabilità del territorio.

INS18 – Territorio comunale

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano sull’intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio l’incentivazione di interventi strutturali volti alla disconnessione dalla rete fognaria esistente degli apporti meteorici, prevedendo diversi recapiti e favorendo la laminazione e l’infiltrazione nel suolo delle acque. Nello specifico, l’intervento dovrà prevedere la gestione in loco delle acque meteoriche mediante soluzioni di drenaggio urbano sostenibile, in modo da favorire l’alleggerimento graduale nella rete di valle e, al contempo, promuovere la gestione sostenibile delle acque meteoriche in conformità con il RR 7/2017.

Tabella 14 - Sintesi degli interventi non strutturali proposti

| OBJ_ID | INDIRIZZO | ID_PROBLEMATICHE | DESCRIZIONE |
|--------|---|--|--|
| INS01 | Sfioratori e pozzi perdenti | Pt01; Pt02; Pt03; Pt04; Pt05; Pt06; Pt07; Pt08; Pt11; Pt12; Pt13; Pt14 | Procedure di controllo ordinario della rete fognaria comunale e manutenzione ordinaria delle caditoie inclusi i manufatti speciali |
| INS02 | Sfioratori | Pt01; Pt02; Pt03; Pt04; Pt05; Pt06; Pt07; Pt08; Pt11; Pt14 | Analisi sito-specifica dei manufatti per la verifica dell'idoneità delle condizioni strutturali e idrauliche degli stessi |
| INS03 | Sottopasso di via Molise | Pt09 | Monitoraggio del livello idrico della vasca di accumulo delle acque meteoriche |
| INS04 | Sottopasso di via Genova | Pt10 | Pulizia dei pozzetti dal materiale accumulato al loro interno |
| INS05 | Sottopasso di via Molise | Pt09 | Implementazione di un sistema semaforico e/o di una barriera che si azioni in occasione di forti eventi meteorici/del raggiungimento di un livello soglia di allagamento |
| INS06 | Via Michelozzo | Ln00 | Monitoraggio e pulizia della roggia a carico dell’ente di competenza |
| INS07 | Strada Parallela SP Rivoltana/Via Cantamessa | Ln01 | Manutenzione ordinaria e/o straordinaria a carico di Città Metropolitana |
| INS08 | Zona a sud di Via Dante Alighieri e Centro Storico - zona sud | Po01; Po02 | Monitoraggio del livello piezometrico nelle zone in cui si sono verificate problematiche di allagamento, per interferenza del livello di falda con le infrastrutture sotterranee |
| INS09 | Vasche volano sul territorio comunale | Pt01; Pt02; Pt03; Pt04; Pt05; Pt06; Pt07; Pt08; Pt14 | Verifica del corretto funzionamento delle vasche di laminazione gestite da CAP |



| OBJ_ID | INDIRIZZO | ID_PROBLEMATICHE | DESCRIZIONE |
|--------|--|--|---|
| INS10 | Territorio comunale | / | Indicazione di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nei nuovi ambiti di nuova trasformazione |
| INS11 | Territorio comunale | / | Recepimento del R.R. 7/2017 nel Regolamento Edilizio comunale con incentivazione all’applicazione delle misure di invarianza |
| INS12 | Sfioratori | Pt01; Pt02; Pt03; Pt04; Pt05; Pt06; Pt07; Pt08 | Indicazione di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nella parte già urbanizzata (sfioratori) |
| INS13 | Via Caduti del lavoro; via Varese; viale San Francesco | Pt11; Ln03; Ln05 | Monitorare le aree risultate critiche dall’analisi numerica, ma prive di riscontro reale al fine di comprendere l’effettiva dinamica del flusso meteorico nella rete di drenaggio urbana |
| INS14 | Territorio comunale - Collettore intercomunale | Ln04; Ln05; Pt10 | Studio di approfondimento a livello di agglomerato per individuare l’intervento risolutivo |
| INS15 | Territorio comunale | Ln04; Ln05; Pt10 | Efficientamento e miglioramento delle vasche volano presenti nel territorio comunale, finalizzata ad alleggerire il collettore intercomunale e ridurre gli allagamenti |
| INS16 | Via Genova/via Venezia | Pt10 | Monitoraggio della problematica e analisi dell’eventuale intervento strutturale necessario anche in funzione delle attività inerenti al collettore intercomunale e la misura INS18 |
| INS17 | Territorio comunale | / | Promozione di campagne di comunicazione ed educazione al fine di sensibilizzare la comunità circa gli effetti positivi degli interventi volti alla diminuzione della vulnerabilità del territorio |
| INS18 | Territorio comunale | Pt10 | Incentivare interventi strutturali volti alla disconnessione dalla rete fognaria degli apporti meteorici |



8. PRIORITÀ D’INTERVENTO E DESCRIZIONE DEI RISULTATI CONSEGUITI

Lo studio condotto ha permesso di ipotizzare degli interventi strutturali volti alla mitigazione del grado di pericolosità definito dall’analisi dello stato di fatto della rete fognaria mista e del reticolo idrografico superficiale.

In considerazione della generale condizione della rete di smaltimento delle acque bianche e miste del comune di Pioltello, gli interventi sono principalmente volti alla risoluzione di problematiche localizzate, oppure all’approfondimento di problematiche a livello di agglomerato.

Nel presente paragrafo è proposta una priorità di intervento determinata di concerto con l’Amministrazione comunale e il gestore del Sistema Idrico Integrato in funzione della pericolosità idraulica e di altre contingenze riscontrate nel territorio comunale.

Per quanto riguarda gli interventi proposti, si ritengono prioritari in egual misura tutti gli interventi strutturali e non finalizzati all’alleggerimento della rete comunale con particolare attenzione alla zona di via D. Alighieri che ha mostrato delle criticità nel recente passato, e che possono essere di seguito riportati:

- INS15 inerente al processo di efficientamento e miglioramento delle vasche volano presenti nel territorio comunale, finalizzata ad alleggerire il collettore intercomunale e ridurre gli allagamenti;
- INS14 inerenti allo studio a livello di agglomerato della rete fognaria al fine di alleggerire il collettore intercomunale;
- INS09 inerente alla verifica del corretto funzionamento delle vasche di laminazione gestite da CAP;
- INS08 inerente al monitoraggio del livello piezometrico nelle zone in cui si sono verificate problematiche di allagamento;
- IS01 inerente alla riprofilatura del collettore intercomunale in via Consacrazione;
- INS18 inerente all’incentivazione di interventi strutturali volti alla disconnessione dalla rete fognaria degli apporti meteorici.

Successivamente, in ordine di priorità si segnalano i restanti interventi:

- IS04 inerente alla realizzazione di uno sfioratore di troppo pieno del laghetto del Parco della Besozza con recapito nel lago di cava;
- IS03 inerente alla realizzazione di un sistema di pompaggio per ridurre la risalita delle acque di falda;
- INS03/INS05 inerente il monitoraggio della vasca di accumulo del sistema di sollevamento c/o il sottopasso di via Molise e l’implementazione di un sistema semaforico;
- INS16 inerente al monitoraggio della problematica in corrispondenza del sottopasso di via Genova
- INS04 inerente alla pulizia dei pozzetti dal materiale accumulato al loro interno in via Genova.

A seguire tutte le ulteriori misure non strutturali di manutenzione, monitoraggio, verifica della rete fognaria e del reticolo superficiali (INS01, INS02, INS06, INS07, INS13) e di recepimento del RR 7/2017 e la promozione di buone pratiche (INS10, INS11, INS12, INS17).



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATI



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 1

– Documenti di riferimento utilizzati –



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



-
- Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7
 - Regolamento regionale 19 aprile 2019, n. 8
 - Piano di Governo del Territorio di Pioltello
 - Documento Semplificato del Rischio Idraulico di Pioltello
 - Geoportale della rete di competenza CAP Holding



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 2

– Bibliografia –



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



-
- Linee guida per la redazione degli studi comunali del rischio idraulico, CAP Holding, luglio 2019
 - InfoWorks ICM 2021.6 Reference manual, Innovyze, 2021



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 3

– Registro dei dati utilizzati –



| TIPOLOGIA DI DATO | DECRIZIONE DEL DATO | LIVELLO DI AFFIDABILITA' | 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 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 | https://sit.acquedilombardia.it/Html5Viewer/index.html?viewer=CAP_RETI_R2.WebGIS&LOCALEIT&layertheme=Mappa%20Fognatura# |
| Modello digitale del terreno | DTM risoluzione 5x5 m | 3 | Simulazione propagazione degli allagamenti superficiali | Geoportale Regione Lombardia | http://www.geoportale.regione.lombardia.it/ |
| Input per modellazione rete fognaria | Geometria rete fognaria | 3 | Condizioni al contorno del modello idraulico | Regione Lombardia | https://sit.acquedilombardia.it/Html5Viewer/index.html?viewer=CAP_RETI_R2.WebGIS&LOCALEIT&layertheme=Mappa%20Fognatura# |



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 4

– Elenco dei punti di recapito della rete fognaria –



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



| ID sfioratore | ID scarico | Indirizzo | Coordinate (x; y) | Recapito | Gestore |
|---------------|------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|---------|
| 2116 | 2114 | Via Piemonte | 526060.67; 5037416.72 | Fontanile Trecca | Privato |
| 1771 | 1772 | Via Monza | 525893.41; 5036652.47 | Roggia Calchera | Privato |
| 1409 | 2632 | Via Dante Alighieri/via Monza | 525909.37; 5036579.05 | Roggia Calchera | Privato |
| 1649 | 1655 | Via G. Rossini | 525425.008; 5036306.075 | Fontanile Grande | Privato |
| 1686 | 1690 | Via E. Cantamessa | 525156.43; 5036239.742 | Fontanile Canova | Privato |



REGIONE LOMBARDIA – Provincia di Milano – *Comune di Pioltello*

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “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”.

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



ALLEGATO 5

– Allegato L del RR 7/2017 “Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano” –

INDICAZIONI TECNICHE COSTRUTTIVE ED ESEMPI DI BUONE PRATICHE DI GESTIONE DELLA ACQUE METEORICHE IN AMBITO URBANO**1. GENERALITÀ**

Nel presente capitolo sono sinteticamente esposte alcune indicazioni tecniche per la realizzazione delle infrastrutture finalizzate al rispetto degli obiettivi e dei limiti indicati nei precedenti capitoli.

Si tratta di indicazioni di primo orientamento in merito alle strutture, alle caratteristiche e alle dimensioni necessarie per il conseguimento degli obiettivi richiesti. Per le determinazioni e le progettazioni di dettaglio è necessario riferirsi alla vasta letteratura tecnica dell'ingegneria idraulica del settore.

2. OPERE DI LAMINAZIONE**Generalità**

Le strutture di laminazione atte all'abbattimento delle portate pluviali e meteoriche entro determinati limiti rappresentano la famiglia più numerosa di tecniche di mitigazione degli allagamenti. Questi manufatti hanno la funzione di invasare provvisoriamente una parte, anche notevole, dei volumi idrici derivanti dagli eventi meteorici, per inviarli successivamente alla depurazione o per restituirli al ricettore finale, con portata ridotta e con essi compatibile. Sono classificabili tra le strutture di immagazzinamento anche quelle che non contemplano uno scarico verso valle ma lo svuotamento attraverso l'infiltrazione.

In generale la classificazione delle opere di laminazione viene effettuata sulla base di differenti criteri, di seguito brevemente descritti:

- funzione assoluta: DETENZIONE o RITENZIONE
- posizione rispetto alla rete drenante: TRANSITO (in linea) o CATTURA (fuori linea)
- posizione rispetto al piano campagna: SUPERFICIALE o SOTTERRANEA

Detenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono temporaneamente invasati e contemporaneamente rilasciati attraverso gli scarichi nel sistema di drenaggio di valle, con portata limitata nei limiti prescritti al punto 1. In questo caso il volume invasato è trattenuto solo temporaneamente nell'invaso e l'onda laminata uscente da esso si sviluppa nel corso dello stesso evento meteorico.

Ritenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono invasati, generalmente per un lungo periodo, e non vengono rilasciati durante l'evento meteorico nel ricettore in quanto le acque accumulate vengono smaltite mediante infiltrazione, evaporazione o riuso. In questo caso quindi il volume invasato è trattenuto a lungo o permanentemente nell'invaso e l'eventuale scarico si sviluppa dopo l'evento meteorico, senza contribuire alla formazione della piena a valle. Possono venire progettati per mantenere all'interno un certo volume di acque (bacini umidi, wetland) con una vasca permanente che consente lunghi tempi di residenza idraulica, permettendo così di raggiungere elevati rendimenti di rimozione degli inquinanti, oppure possono essere disegnati in maniera da svuotarsi completamente (bacini asciutti).

Invasi di transito (in linea): tutti i deflussi derivanti dall'area scolante entrano direttamente nell'invaso e contemporaneamente escono dallo stesso passando attraverso una o più bocche di scarico limitanti la portata consegnata a valle.

Invasi di cattura (fuori linea): l'invaso è posto in derivazione rispetto al condotto o canale convogliante i deflussi derivanti dall'area scolante e viene interessato solo per portate in arrivo maggiori di un valore di soglia prefissato.

Sotterraneo: serbatoi chiusi costruiti in situ o prefabbricati, al di sotto del piano campagna e non visibili dall'esterno. La funzione da essi assolta è quella di laminazione (detenzione o ritenzione), a volte può essere previsto il trattamento delle acque.

Superficiale: aree aperte già esistenti o adattate o appositamente sbancate per la laminazione, visibili dall'esterno e almeno in parte destinabili ad altre finalità (agricoltura, fruizione pubblica, paesaggio, ecc.) nei periodi di asciutta. Possono essere aree naturali o artificiali o miste e possono anche integrare la funzione idraulica con la depurazione delle acque invase mediante sistemi vegetati (wetlands, cunette vegetate, filter strips). Scarico anche per infiltrazione.

Strutture superficiali di laminazione

Questo tipo di strutture può essere costituito da aree depresse naturali o appositamente costruite, di estensione e forma tale da garantire un volume di ritenzione pari a quello di progetto. Esse possono essere dotate di scarico di fondo, di scarico di emergenza di superficie, di fondo impermeabile (per particolari condizioni di vulnerabilità dell'acquifero sotterraneo o per altre particolari esigenze o rischio di inquinamento delle acque di drenaggio) o di fondo drenante.

Figura 18 - Schemi di aree di ritenzione/laminazione proposte nei sistemi LID ecc.

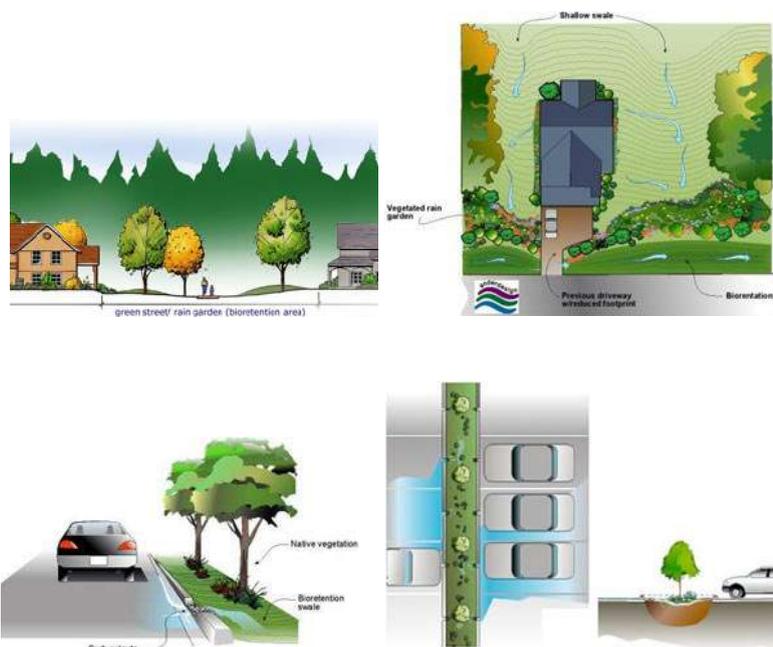


Figura 19 – Esempi di strutture superficiali di laminazione costituite da vasche e canali a cielo aperto





Figura 20 – Esempi di strutture di laminazione fuori terra delle acque dei tetti, strutturabili sia per la sola laminazione sia per il riuso



Strutture sotterranee di laminazione

Questo tipo di strutture può essere costituito da serbatoi o vasche in c.a. o altro materiale, prefabbricate o realizzate in opera, di dimensioni e forme differenti in funzione del volume, del materiale utilizzato, dell’allocazione, del riutilizzo o meno delle acque.

Nel presente capitolo vengono riportati alcuni schemi applicativi e alcuni esempi relativi a strutture sia “compatte”, sia “distribuite” in senso longitudinale. Si configura in questo secondo sistema anche il sovradimensionamento del sistema fognario necessario per il drenaggio di una determinata area, purché fornito da opportuni sistemi per limitare, a valle, la portata scaricata entro i valori massimi imposti.

I componenti di base di una struttura interrata di laminazione sono: una copertura sicura (dimensionata in funzione dei carichi attesi), un sistema di accesso per manutenzione e/o pulizia, un sistema di schermatura per le zanzare e altri animali, un sistema di filtrazione per evitare l’immissione di materiale grossolano (es. foglie o rifiuti), un tubo di troppo pieno (o, comunque, un’uscita controllata), un sistema di gestione delle

emergenze (es. alloggiamento pompe). Le caratteristiche supplementari possono includere un indicatore di livello dell'acqua, una trappola di sedimenti, o la possibilità di estendere modularmente il volume di accumulo.

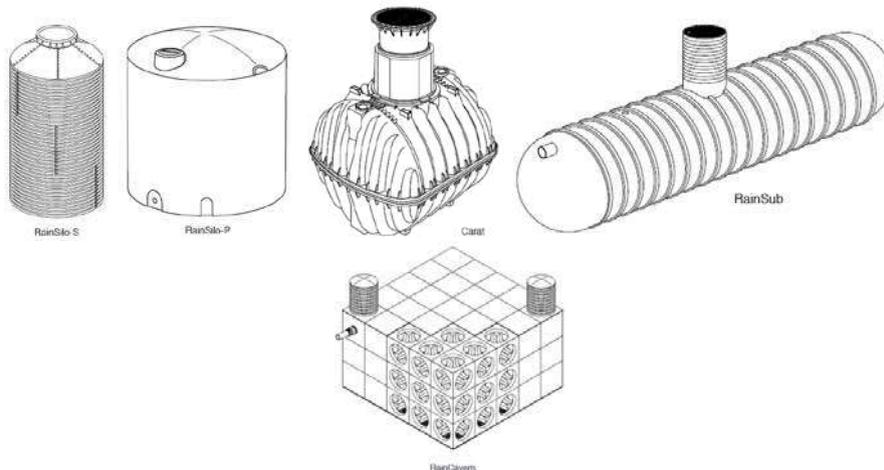
Figura 21 – Esempio di vasca di laminazione sotterranea in c.a.



Figura 22 – Esempi di applicazione di vasche di laminazione sotterranee per piccole e medie estensioni, strutturabili sia per la sola laminazione con scarico in sistema di infiltrazione, sia per il riuso (tratte dal sito <http://www.3ptechnik.it/it/home.html>)



Figura 23 – Schemi di serbatoi interrati per piccole, medie e grandi installazioni (dal sito <http://www.conservationtechnology.com>)



Una possibile installazione di strutture sotterranee di infiltrazione/ detenzione prevede l’utilizzo di tubazioni di grande diametro in c.a. o di serbatoi prefabbricati in polietilene. In questo caso la pavimentazione è di tipo tradizionale (impermeabile) e l’alimentazione avviene attraverso caditoie frequentemente corredate da filtri più o meno complessi. Le strutture serbatoio possono essere filtranti ovvero impermeabili garantendo unicamente la detenzione temporanea dei deflussi.

Figura 24 – Esempio di strutture di laminazione costituite da tubazioni sotterranee e sovradimensionamento del sistema di drenaggio delle superfici impermeabili



Gestione e manutenzione delle opere di laminazione

In generale, è fondamentale per il corretto funzionamento degli invasi e per il mantenimento delle caratteristiche iniziali la corretta manutenzione e gestione delle opere strutturali previste. Esse dipenderanno (in termini di cosa fare e quando farlo) dalle caratteristiche proprie delle opere (interrate, superficiali, con infiltrazione, con pompaggio, ecc.).

Per quanto riguarda, in particolare, i sedimenti, occorrerà prevedere adeguati interventi di rimozione dei materiali dal bacino stesso, con modalità differenti in funzione del rischio di inquinamento degli stessi e delle loro caratteristiche.

In generale gli invasi richiedono almeno un’ispezione annuale che ne valuti le condizioni: solitamente un bacino dovrebbe essere ripulito se la profondità dei depositi è maggiore o uguale a un terzo dell’altezza dal fondo del più basso fra le aperture di afflusso e/o afflusso e i condotti presenti. La pulizia può essere effettuata sia manualmente che per mezzo di apparecchiature apposite.

Nel caso di vasche chiuse in calcestruzzo, diversi studi hanno dimostrato che i sistemi più efficaci e meno costosi per la rimozione dei rifiuti sono quelli che sfruttano il flusso dell'acqua ad alta velocità: esistono, a riguardo, differenti tecnologie basate tutte sulla creazione di un'onda di lavaggio che dilava i sedimenti dal fondo della vasca al termine di ogni episodio di riempimento-svuotamento della vasca, la principale differenza è nella modalità con cui l'acqua necessaria per il lavaggio viene accumulata e poi scaricata bruscamente all'interno della vasca stessa (Figura 21).

3. OPERE DI INFILTRAZIONE

Generalità

Le opere strutturali più diffuse che incentivano lo smaltimento per infiltrazione nel terreno di una parte dei deflussi meteorici sono le seguenti:

- trincee di infiltrazione,
- pozzi drenanti,
- bacini di infiltrazione,
- pavimentazioni permeabili,
- caditoie filtranti

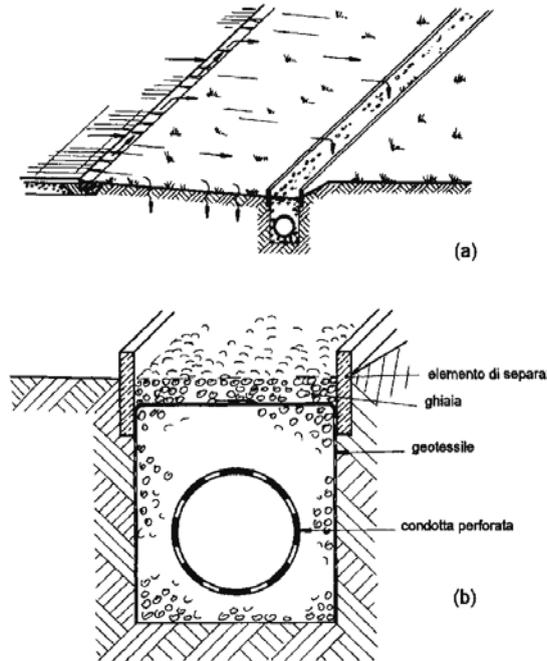
Trincee d'infiltrazione

La trincea d'infiltrazione (Figura 25) può descriversi, schematicamente, come uno scavo lungo e profondo (generalmente la profondità è compresa tra 1 e 3 metri) riempito con materiale ad alta conduttività idraulica, ad esempio ghiaia o ghiaietto. La trincea viene generalmente costruita in corrispondenza di una cunetta ribassata rispetto al terreno da drenare, così che il deflusso superficiale si possa accumulare temporaneamente all'interno della trincea e gradualmente infiltrarsi nel terreno circostante attraverso le superfici laterali e il fondo.

Ogni trincea viene generalmente dotata di una condotta forata centrale, del diametro minimo DN200 mm, che ha la funzione di distribuire omogeneamente le acque lungo tutta la trincea e, ove previsto, di condurre le acque non infiltrate alla rete di scarico. Attraverso tale condotta è pure possibile operare interventi di pulizia o manutenzione straordinaria della trincea stessa.

Per mantenere più a lungo possibile le caratteristiche idrauliche della trincea, è sempre opportuno installare a monte delle trincee dei pre-trattamenti per la rimozione del particolato sottile al fine di evitare problemi di ostruzione della struttura.

Figura 25 – Trincea drenante



Le trincee possono essere allocate in superficie o nel sottosuolo: quelle in superficie ricevono il deflusso superficiale direttamente dalle aree adiacenti mentre quelle nel sottosuolo possono ricevere il deflusso da altre reti drenanti, ma richiedono l'utilizzo di ulteriori pre-trattamenti per impedire che particolato grossolano, terreno e foglie occludano la struttura.

In Figura 26 è possibile osservare una tipica trincea d'infiltrazione. Essa è costituita da uno scavo nel quale sono posti tre strati di terreno:

1. il primo, partendo dall'alto, è uno strato che ha buone qualità relativamente alla crescita della vegetazione. Si evidenzia, a proposito, un aspetto molto importante: la vegetazione, nelle trincee e, generalmente, nelle aree di infiltrazione, è fondamentale non solo per garantire l'aspetto estetico, ma anche per la rimozione dei nutrienti e la fitodepurazione delle acque e, non ultimo, perché migliora la permeabilità del suolo;
2. il secondo (opzionale), sabbioso, ha buone caratteristiche filtranti;
3. il terzo è costituito da ghiaia o materiale naturale di elevata permeabilità per l'accumulo temporaneo d'acqua piovana.

I tre strati prima detti sono caratterizzati inoltre dall'aver conduttività idraulica crescente dall'alto verso il basso. Al contorno dello strato di detenzione è, generalmente, collocato un tessuto permeabile (geotessuto) che ostacola l'ingresso delle particelle fini all'interno del sistema.

In superficie si installa uno scarico di troppo pieno munito di pozzo d'osservazione, utile ad allontanare l'acqua in eccesso che provocherebbe inondazione in superficie.

Infine, nella trincea si colloca una condotta verticale forata, avente un diametro di circa 100÷200mm e munita di coperchio in superficie, allo scopo di osservare in ogni momento il livello idrico nello strato di base.

Per quel che riguarda il materiale di riempimento dello strato di base della struttura, può essere convenzionale (es. granito frantumato) ovvero non convenzionale (es. gabbie modulari in materiale plastico).

che a parità di volume di scavo garantiscono un maggiore volume dei vuoti). Nel primo caso il diametro massimo degli aggregati non deve eccedere i 40÷80 mm, il volume dei vuoti del riempimento deve aggirarsi intorno il 30-40% e l'intero strato di riempimento è circondato da un tessuto filtrante.

La pendenza in superficie della trincea d'infiltrazione deve essere inferiore al 5%, mentre è consigliabile che quella del fondo sia prossima a zero per evitare che il liquido trovi delle traiettorie preferenziali d'infiltrazione.

Tra i vantaggi delle trincee vi sono la possibilità di essere posizionate al di sotto della superficie del terreno (installazione sotto le zone di parcheggio) e la richiesta di spazi ridotti, fatto che le rende idonee alle zone urbane. Tra gli svantaggi vi sono gli elevati costi di costruzione e manutenzione e la possibilità di intasamento.

Figura 26 - Trincea d'infiltrazione (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)

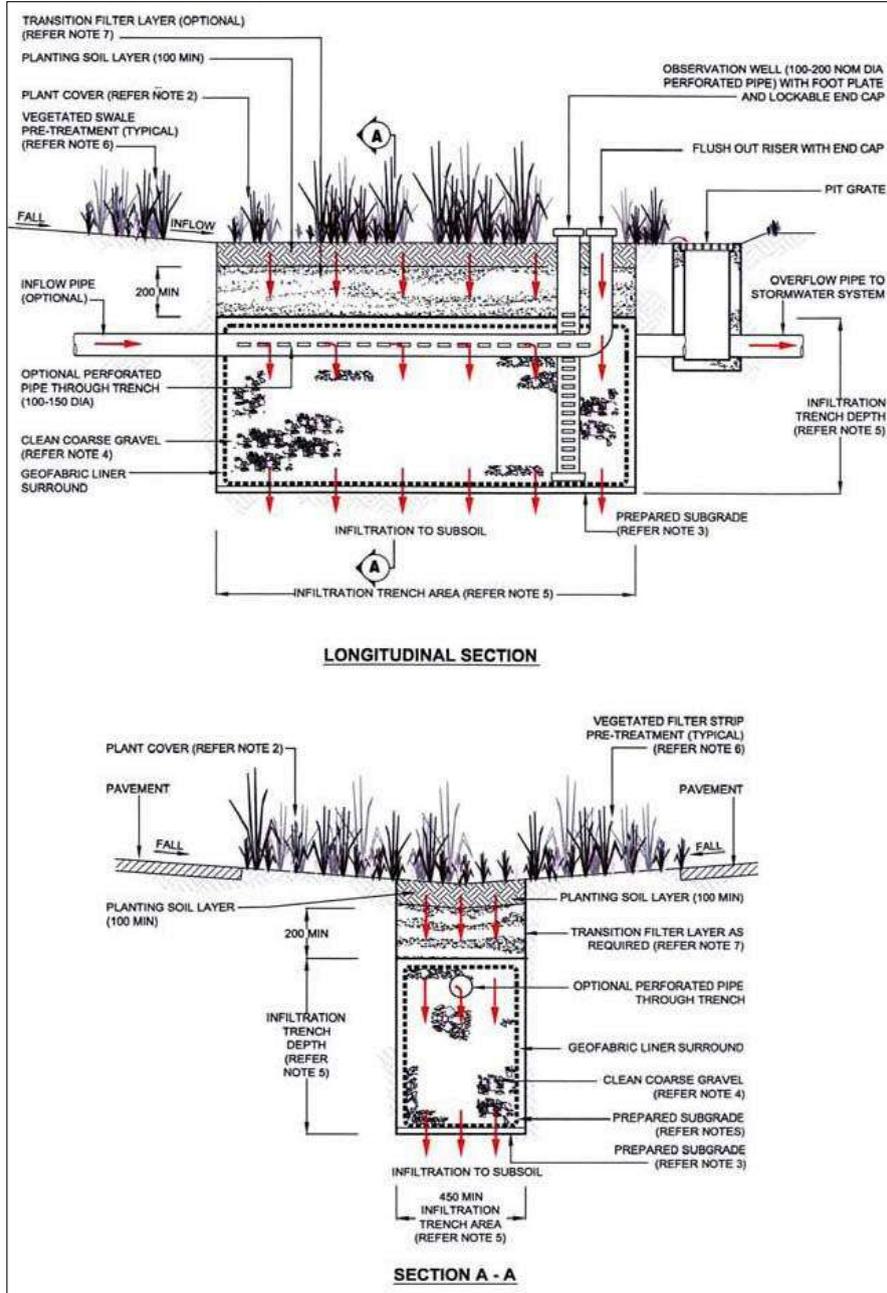


Figura 27 - Opere di infiltrazione [da: Urbonas e Stahre, 1993]

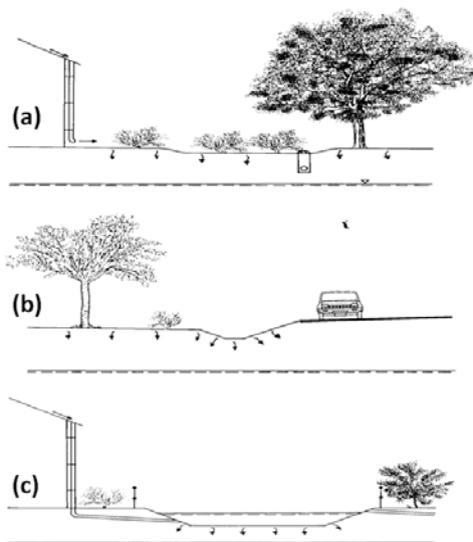


Figura 28 – Esempi di trincee d’infiltrazione



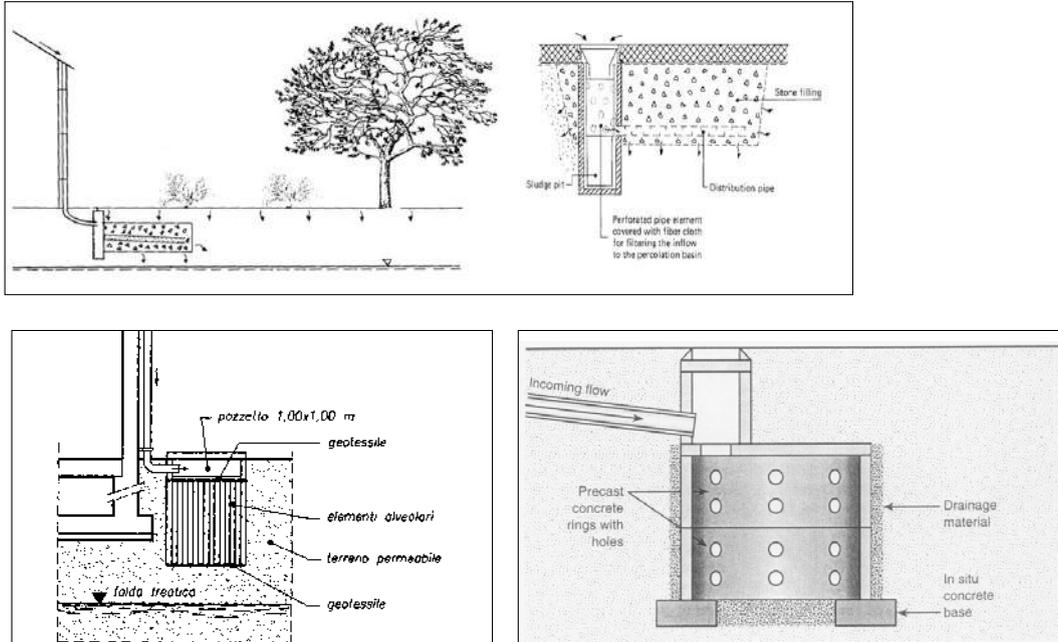
Pozzi d’infiltrazione

I pozzi d’infiltrazione sono strutture sotterranee localizzate, utilizzate principalmente per raccogliere ed infiltrare le acque di pioggia provenienti dai tetti di edifici residenziali e commerciali e/o dai piazzali (mentre, come visto, le trincee di infiltrazione sono preferibilmente utilizzate nelle strutture lineari).

I pluviali, per esempio, possono essere estesi fino al pozzo (Figura 29), che deve essere posizionato a distanza adeguata (almeno 3 metri) dalle fondamenta degli edifici.

La struttura esterna è generalmente prevista in materiale rigido (per esempio in cemento), mentre l’interno viene riempito con materiale inerte (ghiaia) con una porosità di almeno il 30%. I pozzi perdenti sono preferibilmente dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo.

Figura 29 – Esempi di pozzi d’infiltrazione



Anche per i pozzi d’infiltrazione può essere necessario prevedere l’inserimento di pre-trattamenti per l’intercettazione di sedimenti ed oli che possono ostruire la struttura. È opportuno inserire nelle grondaie dei filtri al fine di intrappolare particelle, foglie ed altri detriti.

Esistono anche in commercio dei piccoli manufatti che si inseriscono nelle grondaie e consentono il transito dell’acqua e l’espulsione delle foglie (Figura 30).

Figura 30 – Esempi di applicazioni per limitare il rischio di intasamento delle strutture di infiltrazione: filtro autopulente, filtro deviatore in linea, griglia per fogliame. (Questi esempi sono tratti, in particolare, dal sito www.3PTechnik.it)



Bacini e vasche d’infiltrazione

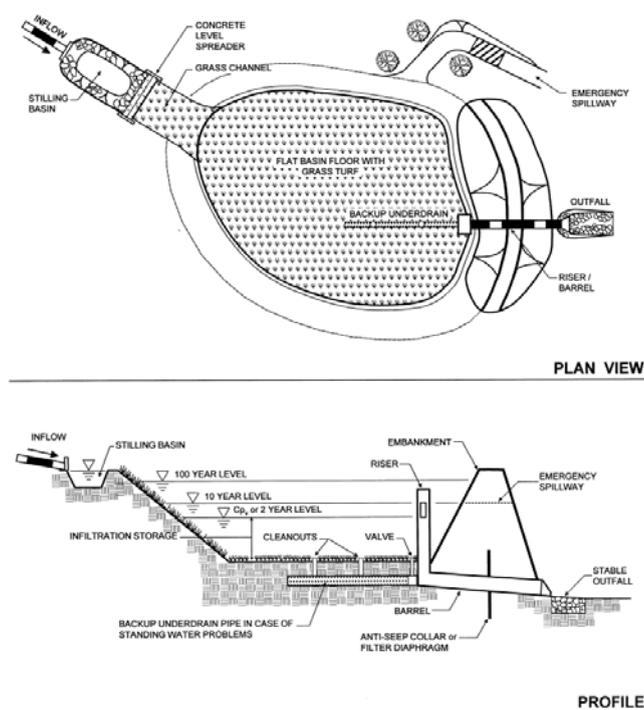
Le vasche e i bacini d’infiltrazione sono invasi a fondo permeabile.

I primi hanno generalmente i muri di contenimento in calcestruzzo e possono essere strutture anche sotterranee, mentre i secondi sono ricavati da depressioni naturali o artificiali nel terreno, quindi sempre a cielo aperto.

In entrambi i casi è indispensabile la formazione di una capacità di accumulo, come volano tra l'idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate.

Nei bacini d'infiltrazione, in genere le pareti e il fondo del bacino sono ricoperte da un tappeto erboso, al fine sia di stabilizzare queste aree sia di esercitare un'azione filtrante per rimuovere le sostanze inquinanti presenti nelle acque di pioggia, come nutrienti e metalli disciolti. Inoltre, le radici vegetali possono aumentare la capacità di infiltrazione di un terreno poiché creano nello stesso dei condotti preferenziali in cui l'acqua si infiltra. Un esempio schematico di un bacino d'infiltrazione è riportato in Figura 31, mentre nella precedente Figura 19 sono riportate alcune immagini di bacini con funzione di laminazione e infiltrazione.

Figura 31 - Schema di un bacino di infiltrazione (Scheuler, 1992)



La profondità del bacino viene calcolata tenendo conto di un tempo massimo di ritenzione dell'acqua nel bacino stesso, usualmente posto inferiore alle 48 ore.

Uno dei problemi principali e delle critiche mosse a queste strutture è il rischio di inquinamento della falda. Se le acque di pioggia contengono elevate quantità di inquinanti, per esempio acque provenienti da siti industriali o da altre superfici suscettibili di inquinamento, i bacini d'infiltrazione non dovrebbero essere utilizzati, oppure dovrebbero essere preceduti da opportuni pre-trattamenti (come filtri o disoleatori). In ogni caso, è opportuno collocare il fondo del bacino a distanza di sicurezza dal livello massimo della falda. Devono, inoltre, essere rispettati i vincoli di rispetto delle aree di salvaguardia (pozzi, aree di ricarica della falda, ecc.) indicati nella normativa.

Anche con riferimento alle strutture (edifici) esistenti o in progetto, è bene collocare il bacino a distanza di sicurezza (indicativamente almeno pari ad un rapporto pari 1:1 tra la distanza dal piano seminterrato o interrato dell'edificio più vicino e il dislivello tra fondo vasca e quota dello stesso piano), per evitare problemi di infiltrazioni e conseguenti danni ai materiali.

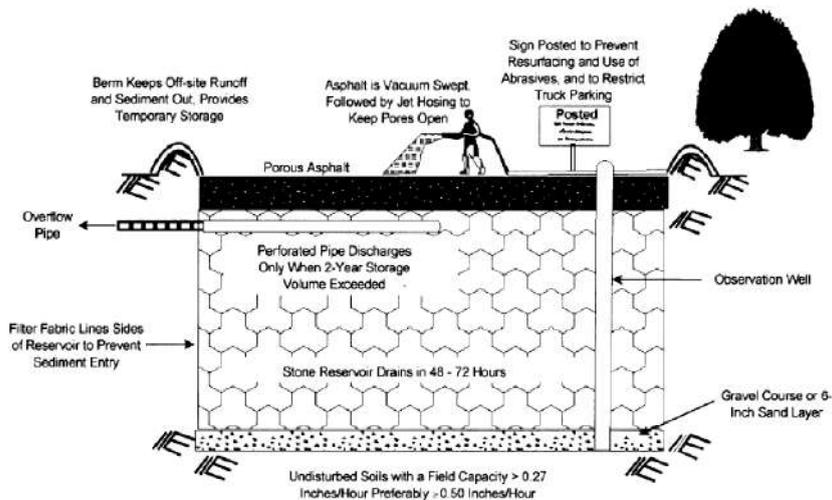
Tra i rischi di errato dimensionamento o mancanza di manutenzione di queste strutture, vi è la possibilità di mal funzionamento dovuto a terreno inadatto o ad intasamento, che possono portare a produzione di cattivi odori e al proliferare di insetti (zanzare, moscerini).

Per quanto riguarda la manutenzione, occorre provvedere alla rimozione regolare di foglie e detriti e nel prevedere una frequente potatura delle piante, degli arbusti e della vegetazione in genere. Occorre inoltre prevedere ogni 5÷10 anni di dissodare il terreno, in modo da rinnovarne lo strato superficiale.

Pavimentazioni permeabili

Le pavimentazioni permeabili sono una valida alternativa ai convenzionali lastricati di marciapiedi o zone pedonali che si propone di aumentare la permeabilità delle superfici e, conseguentemente, di minimizzare il deflusso superficiale (Figura 32).

Figura 32 - Schema di una pavimentazione permeabile (US EPA, 1998)



Esistono due tipi di pavimentazioni permeabili: continue e discontinue.

Le pavimentazioni permeabili continue sono realizzate in modo apparentemente simile alle pavimentazioni stradali normali, ma con conglomerati bituminosi o calcestruzzi permeabili, ottenuti eliminando dalla miscela la sabbia e gli altri inerti di granulometria fine. Le pavimentazioni permeabili discontinue sono invece ottenute accostando elementi prefabbricati in CLS, perforati e autobloccanti (Figura 33). In entrambi i casi al disotto della pavimentazione si realizza un sottofondo filtrante, composto da strati di granulometria crescente. Lo strato filtrante sottostante può anche essere isolato con una guaina impermeabile, trasformandosi in una specie di vasca di laminazione.

Le pavimentazioni permeabili discontinue permettono l'immediata infiltrazione di acqua di pioggia nella struttura sottostante la superficie. Un esempio sono i blocchi di calcestruzzo ed erba che formano una griglia di vuoti circondati da calcestruzzo compresso e offrono uno spazio di circa l'80% della superficie complessiva per far crescere l'erba e far infiltrare l'acqua.

Il vantaggio che le pavimentazioni permeabili discontinue presentano rispetto alle continue è in fase di ricostruzione per perdita di funzionalità. I mattoni o moduli permeabili sono rimossi, puliti e riutilizzati,

riducendo così i costi di ricostruzione, invece l'asfalto è rimosso e non più utilizzabile. Sempre in fase di rifacimento il letto di ghiaia e il tessuto filtrante sono sostituiti, mentre lo strato di base è ripristinato.

Le pavimentazioni permeabili discontinue sono collocate sopra una struttura riempita di ghiaia molto permeabile in modo che i vuoti fungano da bacino di accumulo del deflusso. Un filtro in tessuto è posto sotto il riempimento, in modo da evitare che le sottili particelle di terreno entrino nella struttura provocandone l'ostruzione.

In ogni caso le pavimentazioni permeabili continue e discontinue possono essere sagomate in modo da consentire la raccolta e laminazione anche parziale delle acque, prima dell'immissione nel sistema di drenaggio.

Figura 33 - Elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo per pavimentazioni erbose (ASSOBETON, Associazione Nazionale Industrie Manifatti in Calcestruzzo Sezione Blocchi e Pavimenti)

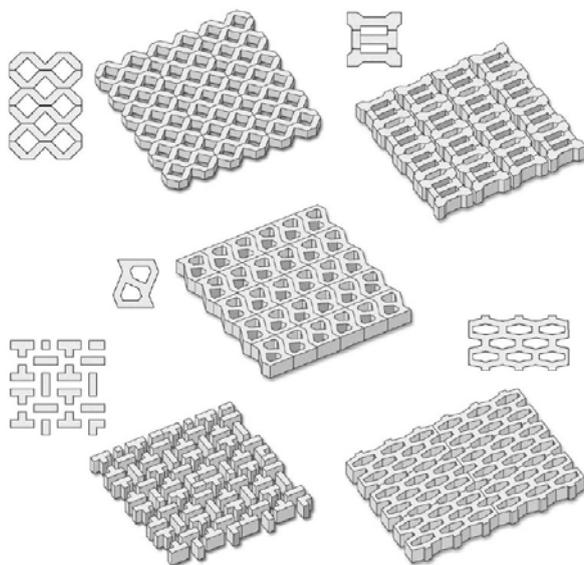


Figura 34 - Esempi di pavimentazioni permeabili



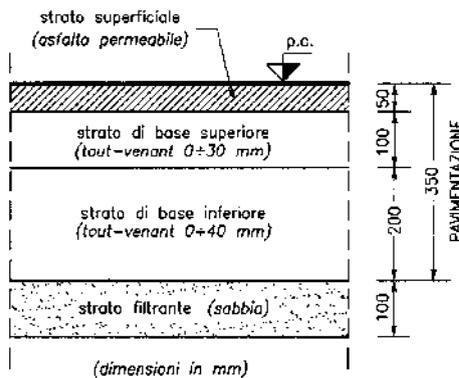
Nel progettare questo tipo di strutture è necessario considerare una serie di fattori come l'efficienza, l'impatto inquinante sul corpo ricettore e la localizzazione di siti adatti.

L'efficienza di una pavimentazione permeabile dipende, oltre che dalla corretta esecuzione e manutenzione dello strato più superficiale, dalla tipologia adottata per gli strati sottostanti, posti fra quello più superficiale

e il terreno di base. A sua volta, tale tipologia dipende dalla natura del sottosuolo: risulta infatti chiaro che, qualora questo possieda già buone caratteristiche drenanti, tali strati hanno solo la funzione di vettori delle portate infiltrate e di eventuale filtro nei confronti degli inquinanti da queste veicolate; invece, qualora non sussistano le garanzie di permeabilità del sottosuolo, l'intera pavimentazione assume un ruolo di accumulo, anche se temporaneo, delle acque infiltrate, che vengono gradualmente restituite al sistema drenante di cui la pavimentazione deve essere dotata e che è direttamente collegato al ricettore.

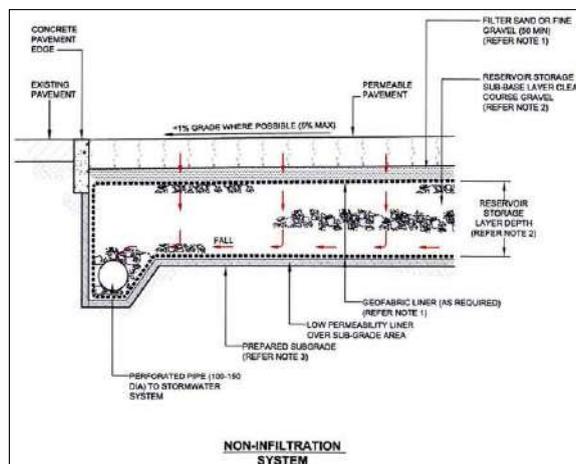
Nella seguente Figura 35, è riportato uno schema di pavimentazione permeabile continua: da essa si rileva chiaramente l'obiettivo di garantire una sufficiente permeabilità della pavimentazione stessa, grazie a due strati in ghiaia o pietrisco di pezzatura non superiore a 30÷40 mm, oltre che di proteggere il sottosuolo dalla filtrazione di inquinanti, mediante lo strato di sabbia (Watanabe, 1995).

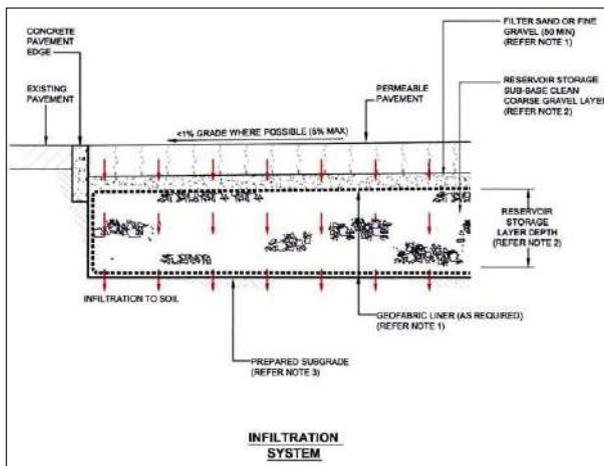
Figura 35 – Esempio di pavimentazione porosa



Invece nella seguente Figura 36 vengono riportati due schemi di pavimentazioni drenanti con due differenti “strutture a serbatoio”, dimensionate al fine di garantire una prefissata capacità di accumulo. la prima struttura prevede uno scarico solamente mediante la rete di drenaggio, la seconda prevede l’infiltrazione. Oltre ai materiali tradizionali (sabbia, ghiaia), possono essere utilizzati anche quelli sintetici, caratterizzati da una percentuale di vuoti superiore al 90%, grazie alla particolare forma a nido d'ape (Balades e altri, 1995).

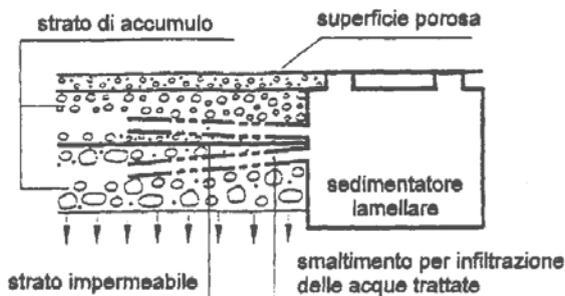
Figura 36 – Schema di pavimentazioni drenanti con due diversi tipi di drenaggio (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)





Nel caso in cui si voglia proteggere il sottosuolo dalla propagazione di inquinanti, e in particolar modo dai pericoli di occlusione prodotta dalla presenza di eccessive concentrazioni di solidi sospesi nelle acque infiltrate, si può ricorrere alla realizzazione di due strutture serbatoio sovrastanti, in comunicazione mediante due sistemi di dreni collegati da un bacino di sedimentazione, attraverso il quale le acque devono obbligatoriamente passare per raggiungere il serbatoio sottostante (Figura 37) (Balades e altri, 1991).

Figura 37 - Esempio di strutture serbatoio con pretrattamento delle acque a monte dell'infiltrazione nel suolo (Balades e altri, 1991)



Indagini su campo eseguite in Florida hanno evidenziato che le pavimentazioni filtranti utilizzate nelle aree di parcheggio, se correttamente installate e controllate, continuano ad infiltrare le acque piovane anche dopo 15 anni.

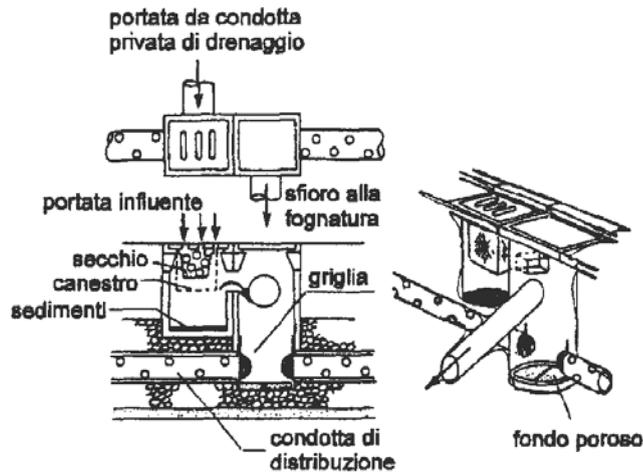
Caditoie filtranti

Attraverso l'utilizzo delle caditoie filtranti si cerca di facilitare l'infiltrazione nel suolo delle acque di origine meteorica che si raccolgono sui tetti o sulle superfici stradali (Figura 38).

Le acque accumulate lungo le cunette stradali sono scaricate in caditoie munite di una prima camera finalizzata alla separazione dei solidi grossolani (foglie e inerti); successivamente, le acque passano in una seconda camera, munita di fondo drenante, da cui si diparte la trincea drenante.

L'ingresso in questa è protetto da una griglia, al fine di evitare pericoli di occlusione; anche in questo caso, un tubo centrale consente l'avvio delle acque in fognatura, qualora venga superata la capacità d'infiltrazione del sistema, evitando così il pericolo di allagamenti superficiali. La manutenzione di tali strutture consiste nella rimozione dei materiali grigliati o sedimentati alcune volte l'anno.

Figura 38 - Esempio di caditoia utilizzata per lo smaltimento delle acque provenienti da superfici stradali (Fujita, 1994)



In relazione al dimensionamento delle caditoie si può fare riferimento agli stessi metodi validi per le trincee drenanti.

4. ALTRE OPERE DI INVARIANZA IDROLOGICA: TETTI E PARETI VERDI

Il verde pensile e le pareti verdi si inseriscono a pieno titolo tra gli strumenti di mitigazione e compensazione ambientale, presentando le seguenti utilità:

- riducono gli afflussi ai sistemi di drenaggio mediante la ritenzione e la detenzione delle acque meteoriche;
- permettono di contenere l'aumento delle temperature, attraverso l'evapotraspirazione e l'assorbimento della radiazione solare incidente
- abbattano considerevolmente il ricircolo delle polveri inquinanti, mediante la capacità di assorbimento e trattenuta delle stesse
- preservano la biodiversità grazie alla creazione di nuovi ambienti di vita per animali e piante;
- mitigano l'inquinamento acustico con la riduzione della riflessione del suono all'esterno e della diffusione all'interno;
- attuano i processi del ciclo dell'acqua, tramite la ritenzione (immagazzinamento e dispersione) del volume di pioggia.

Le diverse tecnologie attualmente impiegate per la realizzazione dei tetti verdi e, in generale, del verde pensile, devono riprodurre, in linea di principio, una stratificazione composta da diversi elementi, oltre all'elemento di supporto strutturale (soletta, copertura) e all'elemento di tenuta (impermeabilizzazione) che rappresentano la superficie di posa per il verde pensile. Vengono, infatti, generalmente impiegati i seguenti elementi:

1. strato antiradice (integrato o meno) e strato d'accumulo e protezione meccanica;
2. strato drenante;
3. strato filtrante;
4. substrato di vegetazione;
5. accessori (per il drenaggio e l'irrigazione);
6. vegetazione.

Figura 39 - Tecniche costruttive convenzionali di tetto verde estensivo (tratti dall'articolo Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services, pubblicato sul sito <http://www.bioone.org> dell'American Institute of Biological Sciences). (a) Impianti completi: ogni componente, compresa la membrana del tetto, viene installato come parte integrante del tetto. (b) Impianti modulari: vassoi di vegetazione coltivata ex situ vengono installati al di sopra del sistema di copertura esistente. (c) strati di vegetazione precoltivata: il terreno di coltura, le piante, stuoie di drenaggio, e le barriere vengono srotolate sulla copertura esistente. Grafica: Jeremy Lundholm

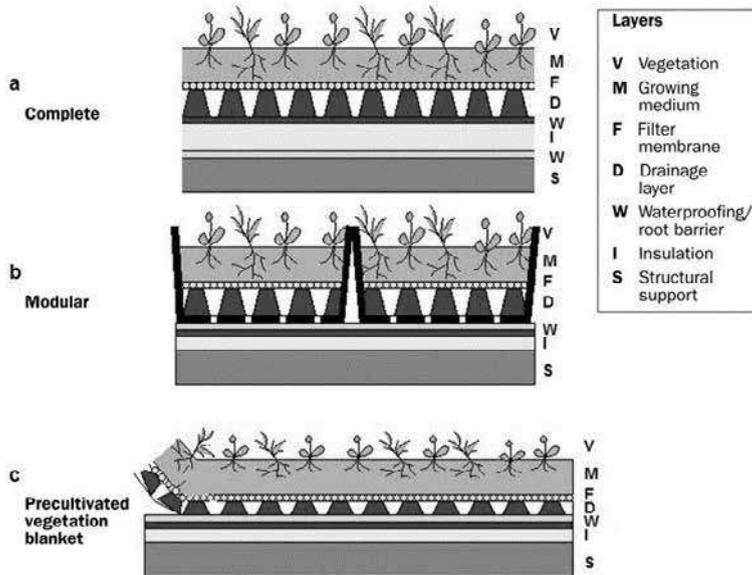


Figura 40 – Schema della composizione di un tetto verde (da Palla et al, Università di Genova, in atti del corso di aggiornamento Stadium tenuto dal Politecnico di Milano – Marzo 2012)

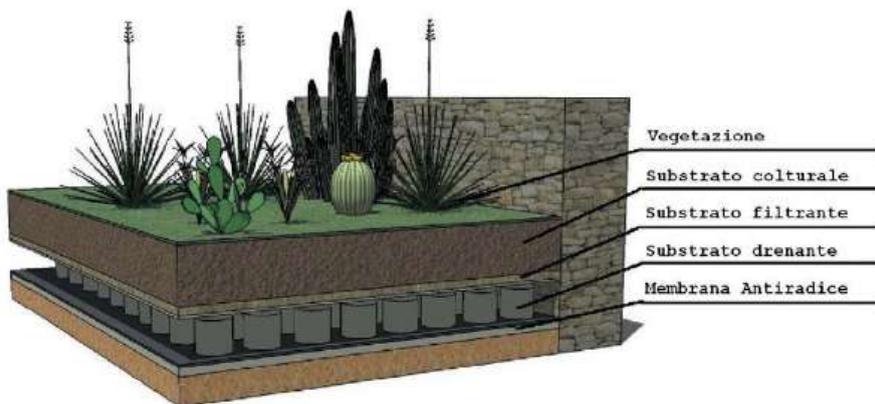


Figura 41 - Esempio pratico di tecnica costruttiva di tetto verde/ verde pensile



Le esperienze effettuate su molteplici siti pilota, ad esempio quelle effettuate presso l'Università di Genova, indicano che le prestazioni idrauliche di una copertura verde sono molto influenzate dalle condizioni meteo climatiche in cui avviene la precipitazione, comportando comunque riduzioni significative sia dei volumi idrici scaricati sia delle portate di picco degli idrogrammi per effetto della volatilizzazione esercitata dal volume idrico contenuto nel substrato dell'apparato sia del consumo per evapotraspirazione dell'acqua di imbibizione del medesimo.

Alcune indicazioni tecniche possono essere ricavate dal sito dell'EPA (United States Environmental Protection Agency), agenzia governativa statunitense per la protezione dell'ambiente, il cui sito internet risulta molto esaustivo e utile (www.epa.gov), anche in base alla lunga esperienza in termini di utilizzo di sistemi LID.

Nel sito sono presenti anche utili riferimenti a studi condotti in merito all'efficienza dei tetti. Si riportano qui, in particolare, le conclusioni del seguente studio pubblicato dall'EPA: EPA/600/R-09/026 February, 2009 (Il lavoro è stato svolto dal Penn State Green Roof Center of The Pennsylvania State University at University Park, PA)

Questo progetto ha valutato i tetti verdi come strumento di gestione delle acque piovane, in termini di riduzione del volume scaricato e del controllo degli inquinanti. In particolare, sono stati confrontati: la quantità e la qualità del deflusso dai tetti verdi e asfaltati pianeggianti; l'evapotraspirazione da tetti verdi piantumati e l'evaporazione da tetti spogli. Sono stati studiati l'influenza del tipo e dello spessore del supporto e l'effetto dei periodi asciutti (e secchi) durante l'impianto del sistema verde, sullo sviluppo delle piante e sulla gestione a lungo termine del pH dei supporti. L'obiettivo del progetto era quello di fornire dati di alta qualità che possano essere utilizzati per fornire indicazioni attendibili di volumi di deflusso e di carichi prevedibili dai tetti verdi, oltre a valutare i fattori di impatto sulla crescita e lo sviluppo delle piante. I risultati indicano che i tetti verdi sono in grado di rimuovere il 50% del volume annuale delle precipitazioni da un tetto attraverso la conservazione e l'evapotraspirazione. La rimanente parte di precipitazione deve essere trattenuta mediante una laminazione. Naturalmente ogni precipitazione reale può generare effetti molto variabili in funzione delle sue caratteristiche in termini di durata, intensità, nonché in funzione dello stato del supporto all'inizio del fenomeno. Si sottolinea anche il fatto che il deflusso dal tetto verde contiene concentrazioni non trascurabili di alcune sostanze nutritive e di altri parametri, ma i valori riscontrati sono in linea con altri sistemi piantumati.

Un'altra fonte (Figura 42) mostra di fatto lo stesso ordine di grandezza di efficacia del verde pensile in termini di laminazione delle acque meteoriche.

Figura 42 - Confronto tra la capacità di regimazione idrica di una copertura con zavorrata in ghiaia e una copertura a verde pensile estensivo con spessore del substrato di 10 cm (Germania)

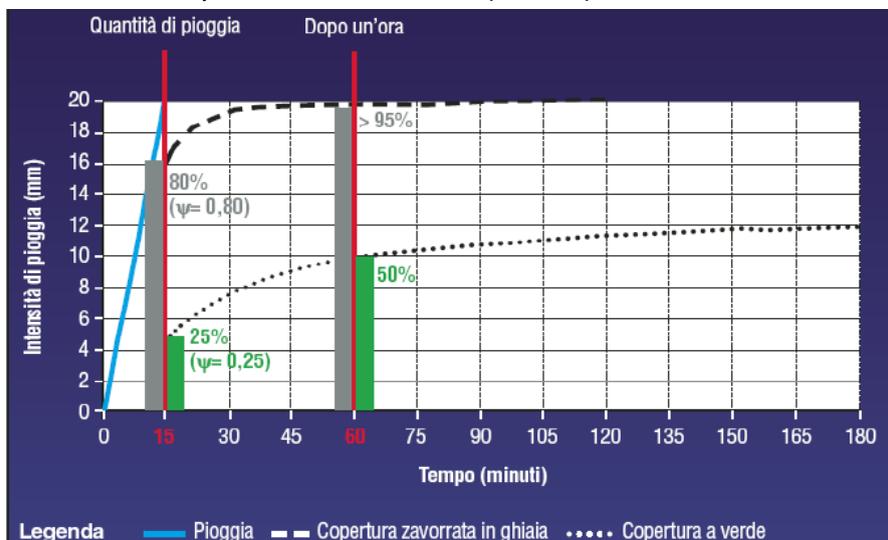


Figura 43 - Esempi di applicazione di verde pensile orizzontale e inclinato



I tetti e le pareti verdi, oltre ai suddetti indubbi vantaggi di tipo idrologico e ambientale, anche per le ottime ricadute in termini di minore esigenza energetica di condizionamento degli ambienti interni, presentano per contro oneri manutentivi (soprattutto le pareti verdi) non indifferenti che devono essere opportunamente considerati in un bilancio costi-benefici complessivo.

5. OPERE DI SCARICO E MANUFATTI DI CONTROLLO

Il manufatto idraulico per la regolazione e restituzione alla fognatura o al corpo idrico ricevente della portata di acque meteoriche ammessa al recapito dovrà essere costituito da pozzetto a doppia camera, tale da consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle portate scaricate e delle tubazioni di collegamento con il ricettore. Gli schemi riportati in Allegato I possono essere un utile riferimento tecnico.

Sarà opportuno, per le installazioni relative a piccole estensioni e per le quali, quindi, risulta più problematico garantire contemporaneamente una ridotta portata di deflusso e la garanzia di non ostruzione della tubazione di scarico, installare, in corrispondenza dello scarico, opportuni sistemi di regolazione di portata a luce variabile (Figura 44) o i regolatori di portata a vortice (Figura 45).

Il loro scopo è quello di mantenere la portata in uscita il più possibile costante al variare del carico idraulico. Generalmente sono bocche a battente con paratoie regolabili, con imbocco mobile o deformabile.

Figura 44 - Sistemi di regolazione di portata a luce variabile per la gestione delle portate scaricate dalle opere di laminazione

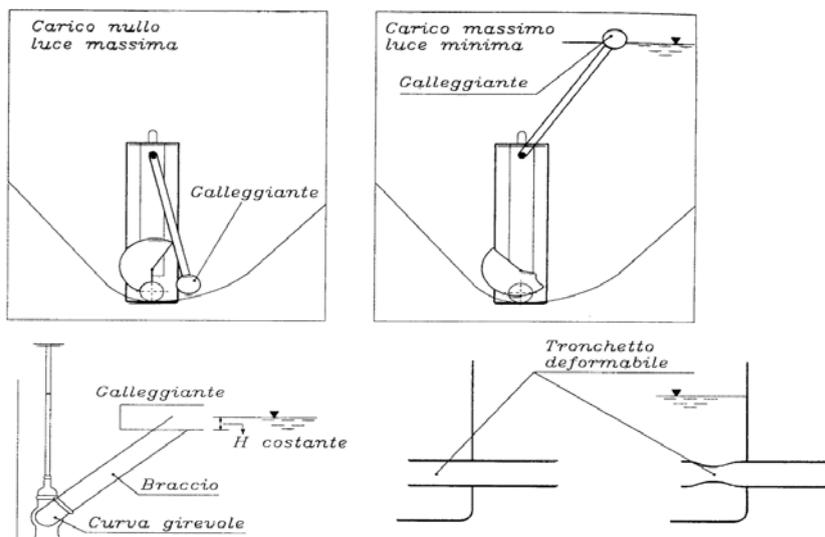
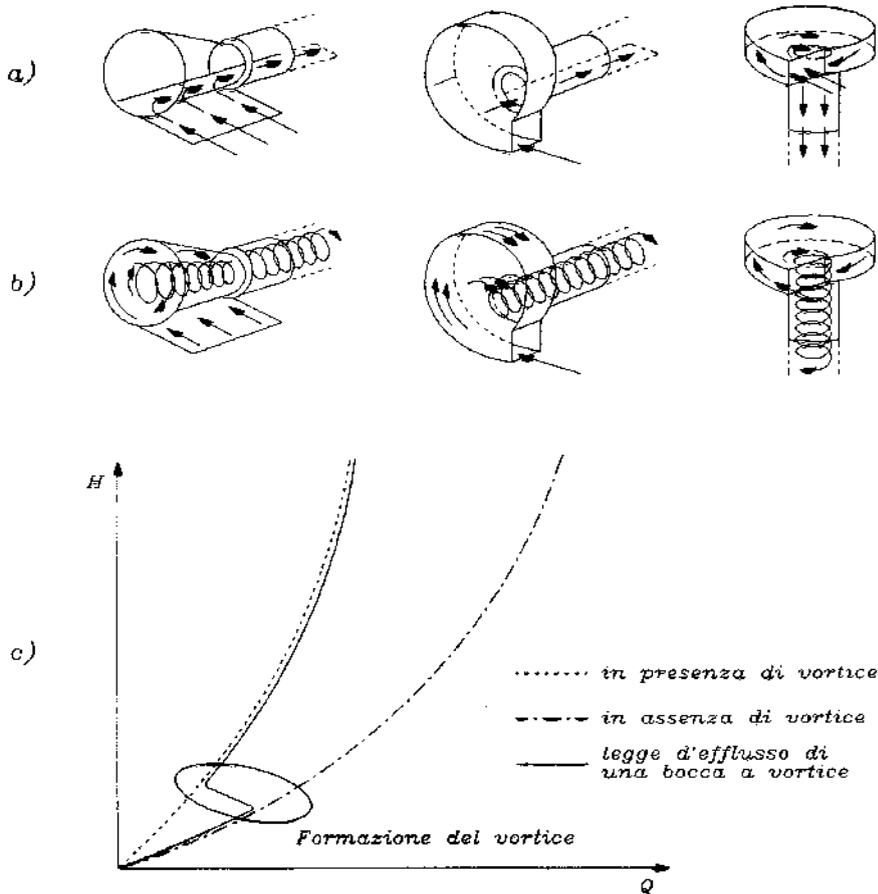


Figura 45 - Regolatori di portata a vortice



Essi vengono chiamati anche hydrobrake o vortex amplifier nella terminologia anglosassone. Possono essere a due o a tre vie. Il moto vorticoso riduce sensibilmente il coefficiente d'efflusso a valori prossimi a $(0.2 \div 0.3)$. La loro installazione consente di mantenere le luci di efflusso più ampie, quindi meno intasabili, e di garantire l'autopulizia dello scarico per effetto del vortice.

Infine, qualora fosse temibile il rigurgito dal ricettore, risulta opportuno installare sull'uscita una valvola di non ritorno o ventilabro, a protezione degli invasi propri, a salvaguardia dalla intromissione di acque parassite per il sistema acque meteoriche.