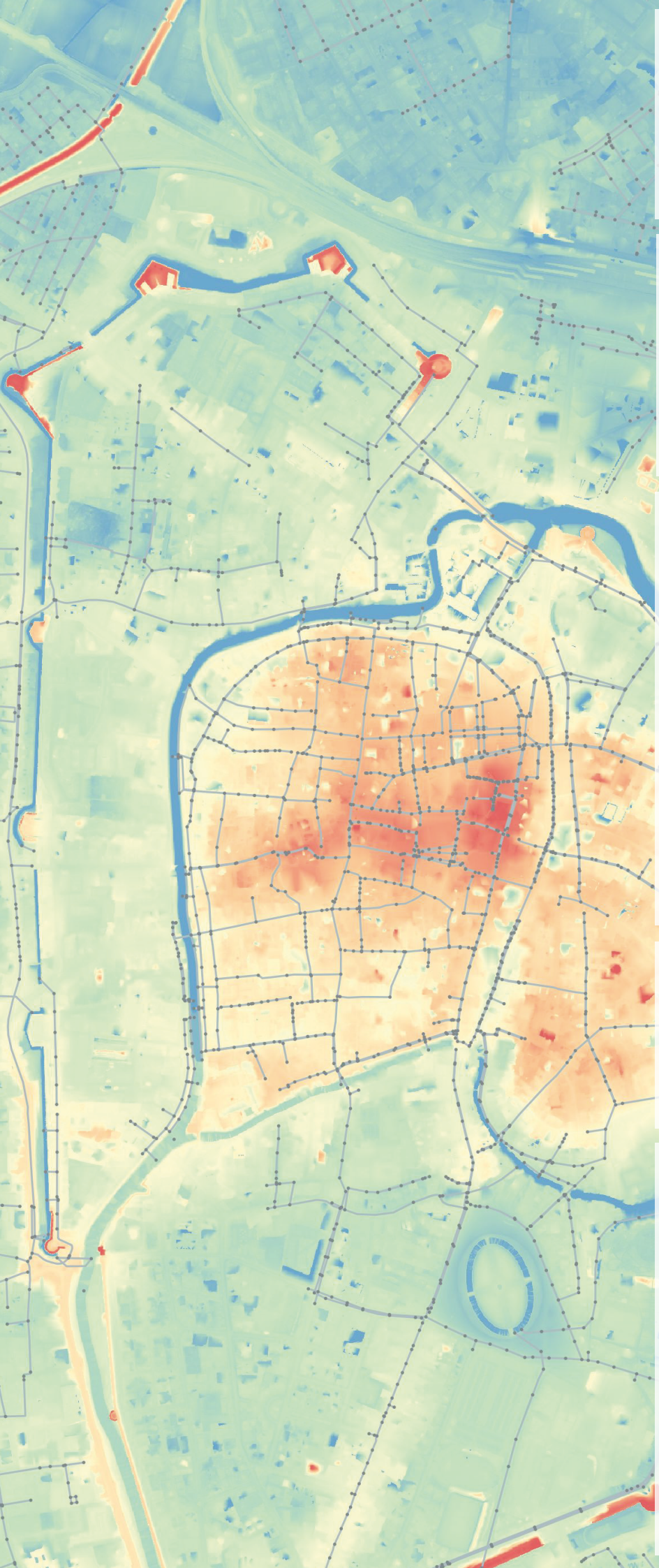


PADOVA 2030

PIANO DELLE ACQUE

Comune di Padova
Piazza del Municipio, 1
35122 Padova

Consiglio di Bacino - Bacchiglione
via Palladio, 128
36030 Villaverla (VI)

Consorzio di Bonifica Bacchiglione
via del Vescovado, 11
35141 - Padova

AcegasApsAmga S.p.A.
via del Teatro, 5
34121 Trieste

progettazione e coordinamento

Planum Srl
via Daniele Manin, 53
30174 Mestre - Venezia
www.planum.com

oggetto

PIANO DELLE ACQUE DEL COMUNE DI PADOVA

elaborato

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

0B.00

rev 00 data 10-2026

COMUNE DI PADOVA
Piazza del Municipio, 1
35122 Padova (PD)
Tel. +39 04982051 11

Sindaco
Sergio Giordani

Assessore Urbanistica
Andrea Ragona

Direttore Generale
dott. Danilo Guarti

Capo Settore Urbanistica e Servizi Catastali
arch. Nicoletta Paiaro

Gruppo di lavoro
arch. Vanni Baldisseri
Alessandra Fachini
arch. Enrico Ferreguti
arch. Diego Giacon
dott. Maurizio Littamè
dott. Manuele Nicoletta
avv. Luisa Zugolaro

Capo Settore Lavori Pubblici
arch. Raffaella Gianello

ATO Consiglio di Bacino Bacchiglione
Via Palladio, 128
36030 Villaverla (VI)

Direttore generale
ing. Francesco Corvetti

CONSORZIO DI BONIFICA Bacchiglione
Via del Vescovado, 11
35141 Padova

Direttore Tecnico
ing. Michele Marchiori
Gruppo di lavoro
geom. Roberto Quaglio
p.i. Roberto Carraro
Sguotti Stefano
Buzzarello Fabio
Mirco Dante

planum
Via Daniele Manin, 53
30174, Mestre VE

Direttore tecnico idraulica e ambiente
ing. Francesca Domeneghetti
Responsabile di commessa
ing. Roberta Leonardi
Gruppo di lavoro
ing. Sara Domeneghetti
ing. Paolo Sinigaglia
dott.ssa Rossana Basileo
ing. Vincenzo Giugno
dott.ssa Samira Sabaghi
ing. Paolo Rallo
pian. urb. Alberto Azzolina
pian. urb. Alberto Filosofo

Ingegnere
FRANCESCA
DOMENEGHETTI
ORDINE DEGLI
INGEGNERI DELLA
PROVINCIA DI
VENEZIA
05.11.2026
15:13:48
GMT+01:00

AcegasApsAmga
Via del Teatro, 5
34121, Trieste

Direttore tecnico
ing. Paolo Jerkic
Gruppo di lavoro
p.i. Pietro Brazzarola
ing. Felice Canonico
ing. Alessandra Carta
ing. Francesca Gagliardi

INDICE

1. PREMESSA 13

2. DESCRIZIONE DEI SISTEMI IDRAULICI PRINCIPALI NEL TERRITORIO COMUNALE 14

2.1 La rete idrografica principale 14
2.1.1 Corsi d'acqua di competenza regionale 14
2.1.2 Scoli consortili 15

2.2 Il reticolo minore 15

2.3 La rete di fognatura 15
2.3.1 Bacino Fossetta e Portello Superiore 16
2.3.2 Bacino Brusegana 17
2.3.3 Centro Storico 18
2.3.4 Bacino Padova Sud e APS 19
2.3.5 Bacino Idrovia 19
2.3.6 Valli di Camin 20
2.3.7 Bacino Colli 21
2.3.8 Bacino Maestro 22

3. MODELLO DELLA RETE URBANA E DELLA RETE DI BONIFICA 23

3.1 Definizione dei modelli matematici 23

3.2 La costruzione del modello 23

3.3 La schematizzazione adottata 23

3.4 Sottobacini 25
3.4.1 Usi e tipologie di suolo 25
3.4.2 La separazione degli afflussi- Metodo Time-Area 30
3.4.3 Lo ietogramma netto 31
3.4.4 Stima degli idrogrammi di piena 32

3.5 Condizioni al contorno del modello della rete a cielo aperto 33

3.6 Parametri della modellazione 33

4. TARATURA 34

4.1 Modello del bacino Fossetta 34

4.2 Modello Brusegana 41

4.3 Modello del Centro Storico 44
4.4 Modello Padova Sud (o bacino Forcellini) 47
4.4.1 Calibrazione quartiere Forcellini 47
4.4.2 Calibrazione parte ovest del bacino 51
4.4.3 Zone non coperte da misuratori 53
4.5 Modello Idrovia 56
4.6 Modello Colli Euganei 59
4.7 Modello Maestro 67
5. DEFINIZIONE DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI DI PROGETTO 77
5.1 Curve di possibilità pluviometrica 77
5.2 Scelta degli eventi di pioggia e ietogrammi di riferimento 78
6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DELLA RETE URBANA-RETE DI BONIFICA 80
6.1 Bacino Fossetta 80
6.1.1 Stato di fatto 80
6.1.2 Stato di progetto 81
6.1.2.1 FO_01 – Sistemazione fossi e capofossi vie Bassette – Faà di Bruno 82
6.1.2.2 FO_02 – Nuovo scatolare e area di laminazione tra via Ansuino da Forlì e scolo Fossetta 84
6.1.2.3 FO_03 – Nuova area di laminazione via Tergola 87
6.1.2.4 FO_04 – Nuove aree di laminazione San Carlo 90
6.2 Bacino Brusegana 93
6.2.1 Stato di fatto 93
6.2.2 Stato di progetto 94
6.2.2.1 BR_01 – Verifica e ripristino dell'officiosità idraulica delle reti di via dei Colli 95
6.2.2.2 BR_02 – Adeguamento reti a nord di via dei Colli: via Lagrange, via Lister, via Ciamician 97
6.2.2.3 BR_03 – Risezionamento capofosso e nuova area di laminazione in via Merlin 100
6.2.2.4 BR_04 – Sistemazione e isolamento rete via Stoppani con sollevamento in scolo Pelosa 106
6.2.2.5 BR_05 – Nuovo collegamento DN800 via Pioveghetto 108
6.2.2.6 BR_06 – Nuova area di laminazione Chiesanuova 113
6.2.2.7 BR_07 – Risezionamento e approfondimento dello scolo Boschette 114
6.3 Bacino Centro 116
6.3.1 Stato di fatto 116
6.4 Bacino Padova Sud 117
6.4.1 Stato di fatto 117

6.4.2 Stato di progetto 118
6.4.2.1 Intervento PA_01 – Vasca di laminazione parco dei Giacinti 119
6.4.2.2 Intervento PA_02 – nuovo scatolare in via dei Giacinti 121
6.4.2.3 Intervento PA_03- nuova idrovora in via Cremonino 126
6.4.2.4 Combinazione degli interventi precedenti 130
6.4.2.5 Intervento PA_04 – Scarico in Alicorno della porzione nord di Madonna Pellegrina 132
6.5 Bacino Idrovia **137**
6.5.1 Stato di fatto 137
6.6 Bacino Colli **138**
6.6.1 Stato di fatto 139
6.6.2 Stato di progetto 140
6.6.2.1 CO_01.a – Sostituzione DN125 e DN200 con DN600 su via Decorati al Valore Civile (civv. 131 – 115) 141
6.6.2.2 CO_01.b+c – Separazione reti con collegamento via Decorati al Valore Civile a DN800 esistente (01.b) e scarico in Fosso Voltabrusegana (01.c) 142
6.6.2.3 CO_02.a+b: Sostituzione di 350 m con scatolare 150x100 cm (02.a) e nuovo invaso di 1800 m³ in via Armistizio (02.b) 144
6.6.2.4 CO_02.c: Nuovo bacino di invaso di 800 m³ in via Rovigo 147
6.6.2.5 CO_03: Rimozione strozzature in via Decorati al Valore Civile (quartiere Voltabrusegana) (03.a) e risezionamento fossati di guardia di Corso Australia (03.b) 149
6.6.2.6 CO_03.c: Nuovo bacino di laminazione di 1000 m³ in via Decorati al Valore Civile (quartiere Voltabrusegana) 152
6.6.2.7 CO_04: Collegamento del quartiere di via Rovereto a via Armistizio 153
6.7 Bacino Maestro **155**
6.7.1 Stato di fatto 156
6.7.2 Stato di progetto 158
6.7.2.1 MA_01: Sostituzione DN400 con nuovo scatolare di dimensioni 100x80 cm su via del Commissario 159
6.7.2.2 MA_02: Sostituzione DN600 con nuovo scatolare 120x100 cm su tratto di monte di via Venier 161
6.7.2.3 MA_03: Sostituzione DN800 con nuovo scatolare 150x100 cm su scolo Bembo in via Venier (03.a) e sostituzione DN500 con DN800 tratta finale via Pontedera (03.b) 163
6.7.2.4 MA_04: Sostituzione DN800 con nuovo scatolare 150x120 cm su tratto di valle di via dell'Orna (04.a) e nuovo sfioro in scolo Guasti da via Filelfo (04.b) 166
6.7.2.5 MA_05: Nuovo bacino di laminazione in PUA Boschi-Bembo via Marsili di 1000 m³ 169
6.7.2.6 MA_06: Nuovo sfioro via Guasti in scolo Guasti 171
6.7.2.7 MA_07: Rimozione strozzatura su scolo Boracchia in corrispondenza di ponte carraio via Pozzoveggiani 191 72
6.7.2.8 MA_08: Nuovo bacino di laminazione di 5000 m³ a servizio dello scolo Rocchetti a monte del tombinamento di Salboro 174
6.7.2.9 MA_09: Risezionamento fossato esistente tra via Guizza e via Bosco Wollemborg per la creazione di un bypass sullo scolo Rocchetti 176

7. CONCLUSIONI 178

APPENDICE A- Caratteristiche tecniche dei software di simulazione idraulica 179
Modellazione della rete urbana 179
Modellazione della rete a cielo aperto 180

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1- sottobacini idraulici per il modello del bacino Fossetta 26
Figura 2- sottobacini idraulici per il modello del bacino Brusegana 27
Figura 3-Sottobacini idraulici per il modello del Centro Storico comunale 28
Figura 4- sottobacini idraulici per il modello dei bacini Padova Sud e APS 28
Figura 5-Sottobacini idraulici per il modello del bacino Idrovia 29
Figura 6-Sottobacini idraulici per il modello del bacino Colli 29
Figura 7- sottobacini idraulici per il modello del bacino Maestro 30
Figura 8- Pioggia misurata dal pluviometro il giorno 8 dicembre 2024 35
Figura 9- Pioggia misurata dal pluviometro il giorno 13 dicembre 2023 35
Figura 10-posizione dei misuratori di livello e portata posizionati nel bacino Fossetta e utilizzati per la calibrazione .. 36
Figura 11-diagramma di flusso che mostra il collegamento tra i bacini afferenti ai misuratori di portata utilizzati per la calibrazione del modello del Fossetta (fonte: SERVIZIO DI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DELLE PORTATE ALL'INTERNO DELLE RETI FOGNARIE DEL COMUNE DI PADOVA (PD) – ZONA DI PADOVA NORD – FOSSETTA 2 redatta da Almaviva Bluebit per conto di Acegas Aps Amga) 37
Figura 12- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS04 37
Figura 13- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS05 38
Figura 14- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS09 38
Figura 15- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS15 39
Figura 16- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Fossetta per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale 40
Figura 17- Posizione dei misuratori di portata e livello posati durante la campagna di misure del 2025/2026 nel bacino Brusegana 41
Figura 18- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel centro storico per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dagli enti derivanti da criticità note 46
Figura 19-dati pluviometrici registrati per il 2 febbraio 2018 47
Figura 20- Punti di rilevazione del livello lungo la dorsale di via Forcellini 48
Figura 21- posizionamento dei punti di misura nella campagna di misurazione del 2025/2026 di Acegas 51
Figura 22- Confronto tra i dati di livello misurati (in azzurro) e modellati (in arancio) nel misuratore F16 52
Figura 23- Confronto tra i dati di portata misurati (in azzurro) e modellati (in arancio) nel misuratore F16 52
Figura 24- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Forcellini per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone

segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale 54
Figura 25- Confronto tra il livello misurato a monte dello sfioro del bacino Terranegra e modellato nella stessa zona 55
Figura 26- Modello bacino Idrovia -posizione dei misuratori di livello 56
Figura 27- modello Idrovia dati misurati per l'evento pluviometrico di riferimento 11-13 maggio 2026 57
Figura 28- Confronto tra i dati misurati e i dati modellati nell'idrometro posizionato in via Sant'Orsola 57
Figura 29- confronto tra le segnalazioni e gli allagamenti effettivamente riscontrati nel bacino idrovia e quanto modellato per l'evento del 21 agosto 2025 59
Figura 30- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Colli per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale 61
Figura 31- posizionamento dei punti di misura nel bacino Colli nella campagna di misurazione del 2025/2026 di Acegas 62
Figura 32- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F09 – dicembre 2025 63
Figura 33- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F09 – dicembre 2025 63
Figura 34- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F10 – dicembre 2025 64
Figura 35- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F10 – dicembre 2025 64
Figura 36- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F09 – gennaio 2026 65
Figura 37- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F09 – gennaio 2026 65
Figura 38- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F10 – gennaio 2026 66
Figura 39- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F10 – gennaio 2026 66
Figura 40-posizione dei misuratori di livello posizionati nel bacino Maestro e utilizzati per la calibrazione 67
Figura 41- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Maestro (nord) per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale 69
Figura 42- Confronto tra il livello misurato a monte del bypass Boracchia-Maestro e quelli modellati nella stessa zona 70
Figura 43- Confronto tra il livello misurato a monte del sostegno Rocchetti e quelli modellati nella stessa zona 71
Figura 44- Confronto tra il livello misurato a valle del sostegno Roncaglia e quelli modellati nella stessa zona 71
Figura 45- Confronto tra il livello misurato a valle del sostegno Ponte dea Guerra e quelli modellati nella stessa zona 72
Figura 46- Confronto tra il livello misurato a monte dell'idrovora Maestro e quelli modellati nella stessa zona 72
Figura 47- posizionamento dei punti di misura nel bacino Maestro nella campagna di misurazione del 2025/2026 di Acegas 73
Figura 48- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F03 – gennaio 2026 74
Figura 49- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F03 – gennaio 2026 74
Figura 50- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F04 – gennaio 2026 75
Figura 51- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F04 – gennaio 2026 75

Figura 52- Confronto tra il livello misurato a monte dell'idrovora Maestro e quelli modellati nella stessa zona – gennaio 2026 76
Figura 53- Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per il comune di Padova nel sottobacino idraulico del Fossetta estratte con il metodo SMEV 77
Figura 54- Ietogrammi rettangolari di progetto per tempo di ritorno 2 anni 78
Figura 55-Ietogrammi rettangolari di progetto per tempo di ritorno 5 anni 79
Figura 56- Ietogrammi rettangolari di progetto per tempo di ritorno 10 anni 79
Figura 57-Keyplan intervento FO_01 82
Figura 58- Andamento dello stato di fatto nel tratto di condotta tra via Faà di Bruno e via Bassette mostrato in planimetria 82
Figura 59- interventi previsti per l'intervento FO_01 83
Figura 60- Proposta di nuovo fossato di progetto a seguito del risezionamento 83
Figura 61- Confronto tra i profili longitudinali di stato di fatto e stato di progetto tra via Faà di Bruno e via Bassette 84
Figura 62-Keyplan intervento FO_02 84
Figura 63- superamenti che avvengono allo stato di fatto, in nero è indicata la zona in cui si prevede la posa della nuova condotta 85
Figura 64- Andamento dello stato di progetto con inserimento in pianta delle opere previste 86
Figura 65-Keyplan intervento FO_03 87
Figura 66- Andamento altimetrico da DTM 2023 effettuato dal comune di Padova dell'area di via Tergola- Sacro Cuore 88
Figura 67- Andamento del profilo longitudinale lungo via Tergola in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto per Tr 5 anni 89
Figura 68- tracciato primo stralcio scolmatore Montà-Brusegana 90
Figura 69-Keyplan intervento FO_04 90
Figura 70- Andamento delle quote altimetriche e risultati dello stato di fatto per Tr 5 anni nell'area del quartiere San Carlo 91
Figura 71- Posizionamento interventi di progetto 91
Figura 72- intervento inserito in scheda con codice AAA_BR_01 95
Figura 73- keyplan intervento BR_01 96
Figura 74- Andamento dei diametri delle condotte lungo la dorsale sud di via dei Colli 96
Figura 75-Keyplan intervento BR_02 97
Figura 76- Andamento dei diametri delle condotte nell'area nord di via dei Colli, sono evidenti diversi restringimenti 98
Figura 77- Interventi individuati in pianta 98
Figura 78- Andamento del profilo longitudinale nel tratto mostrato in figura per tempo di ritorno 2 anni, in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto 99
Figura 79- Andamento del profilo longitudinale nel tratto mostrato in figura per tempo di ritorno 5 anni, in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto 99
Figura 80- Keyplan intervento BR_03 100
Figura 81- andamento altimetrico del piano campagna nell'intorno di via Merlin 101

Figura 82- Profilo longitudinale dello stato di fatto lungo via Merlin, lungo il tracciato individuato in verde nella figura precedente, per tempo di ritorno pari a 5 anni e durata di precipitazione di 1 ora. 102
Figura 83- posizionamento dell'intervento di progetto lungo via Merlin 103
Figura 84- Dettaglio dell'intervento di progetto, con individuazione dello sfioratore posto a quota 12,50 m s.l.m., del collegamento alla vasca e della deviazione del fossato esistente verso il bacino di laminazione. 103
Figura 85- Profilo longitudinale per tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di precipitazione di 1 ora. In rosso è rappresentato lo stato di fatto, in blu lo stato di progetto relativo all'intervento BR_03. 104
Figura 86- Andamento del profilo longitudinale per tempo di ritorno 5 anni e tp di 1 ora, in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto (int. BR_03) 105
Figura 87- Keyplan intervento BR_04 106
Figura 88- Profilo longitudinale di via Stoppani e del primo tratto dello scolo Pelosa, con indicazione dei livelli idrici che si instaurano per tempo di ritorno pari a 5 anni. 106
Figura 89- interventi previsti dal progetto BR_04 107
Figura 90- Profilo longitudinale per tempo di ritorno pari a 5 anni. In rosso è rappresentato lo stato di fatto, in blu lo stato di progetto. 108
Figura 91-keyplan intervento BR_05 108
Figura 92- Andamento del piano campagna nell'intorno di via Pioveghetto. A sud della viabilità è visibile il nuovo PUA con la relativa vasca di laminazione, rappresentata dall'area rettangolare cerchiata in blu. 109
Figura 93- Rappresentazione planimetrica delle dimensioni delle condotte lungo via Pioveghetto, con evidenza del principale restringimento tra le due dorsali. 110
Figura 94- Rappresentazione planimetrica degli interventi previsti nell'ambito dell'intervento BR_05. 111
Figura 95- Proposta di nuovo fossato di progetto a seguito del risezionamento BR_05 111
Figura 96- Profilo longitudinale per tempo di ritorno pari a 5 anni relativo all'intervento BR_05. In rosso è rappresentato lo stato di fatto, in blu lo stato di progetto. Il profilo è riferito alla dorsale evidenziata in verde nella planimetria precedente. 112
Figura 97-Keyplan intervento BR_06 113
Figura 98- Inserimento planimetrico dell'intervento di progetto, con ubicazione ridefinita in funzione dei futuri svincoli e raccordi stradali. 113
Figura 99- keyplan intervento BR_07 114
Figura 100- *Documentazione fotografica degli allagamenti del 21 agosto 2025 nel parco giochi inclusivo «Albero del Tesoro».* 114
Figura 101- Andamento altimetrico del piano campagna lungo lo scolo Boschette 115
Figura 102- sezioni tipologiche dello scolo Boschette nei punti in cui la sezione arginale è particolarmente depressa 115
Figura 103-keyplan intervento PA_01 119
Figura 104- intervento PA_01 inquadrato all'interno degli allagamenti che si verificano nell'area per Tr 5 anni 120
Figura 105- Keyplan intervento PA_02 121
Figura 106- visualizzazione in pianta degli interventi previsti per PA_02 122
Figura 107- Profilo longitudinale lungo via Comino per tempo di ritorno pari a 2 anni a seguito della realizzazione dell'intervento PA_02. 122

Figura 108- Profilo longitudinale lungo via dei Giacinti per tempo di ritorno pari a 2 anni e 5 anni a seguito della realizzazione dell'intervento PA_02 123
Figura 109- Profilo longitudinale di via Cremonino per tempo di ritorno pari a 2 anni: confronto tra intervento PA_02 e configurazione PA_01+PA_02 associata al bacino di invaso nel parco dei Giacinti. 124
Figura 110- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 2 anni a seguito dell'intervento PA_02 125
Figura 111- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 5 anni a seguito dell'intervento PA_02 125
Figura 112- Keyplan intervento PA_03 126
Figura 113- Profilo longitudinale dello stato di fatto per tempo di ritorno pari a 2 anni lungo via Cremonino, via Buzzaccarini e via Tre Garofani. 128
Figura 114- Profilo longitudinale di confronto tra stato di fatto e stato di progetto per tempo di ritorno pari a 2 anni lungo via Cremonino, via Buzzaccarini e via Tre Garofani. In blu è rappresentato lo stato di fatto, in rosso lo stato di progetto relativo all'intervento PA_03. 129
Figura 115- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 2 anni a seguito dell'intervento PA_03 129
Figura 116- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 5 anni a seguito dell'intervento PA_03 130
Figura 117- immagine in pianta degli interventi PA_01, PA_02 e PA_03 combinati per dare luogo all'intervento complessivo 131
Figura 118- Planimetria degli allagamenti residui nel comparto Madonna Pellegrina per tempo di ritorno pari a 5 anni, a seguito della combinazione degli interventi PA_01, PA_02 e PA_03. 132
Figura 119- Andamento altimetrico del territorio nella porzione nord-occidentale di Madonna Pellegrina, estratto dal DTM del Comune di Padova 2023. 133
Figura 120- profilo longitudinale da via delle Rose a via Tre Garofani per tempo di ritorno 2 anni 134
Figura 121- Risultati della simulazione nello stato di progetto per tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di precipitazione di 45 minuti, a seguito della realizzazione dell'intervento PA_04. 135
Figura 122- Risultati della simulazione nello stato di progetto per tempo di ritorno pari a 5 anni e durata di precipitazione di 45 minuti, a seguito della realizzazione dell'intervento PA_04. 136
Figura 123- Profilo longitudinale del nuovo collegamento verso il canale Alicorno nello stato di progetto, per tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di precipitazione di 45 minuti. 136
Figura 124- Keyplan intervento CO_01 141
Figura 125- CO_01.a: tracciato del profilo longitudinale in verde 141
Figura 126- CO_01.a: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile, stato di fatto (Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF) 142
Figura 127- CO_01.a: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile, condotta in progetto 142
Figura 128- Localizzazione interventi CO_01.b in via Decorati al Valore Civile 143
Figura 129- CO_01: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile e via Croazia, interventi di progetto (a+b+c) 144
Figura 130- Keyplan intervento CO_02 144
Figura 131- CO_02.a+b: profilo longitudinale via Armistizio, stato di fatto (Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF) 145

Figura 132- CO_02.a+b: profilo longitudinale via Armistizio, interventi di progetto (a+b) 146
Figura 133- CO_02.a+b+c: profilo longitudinale via Armistizio, interventi di progetto (a+b+c) 148
Figura 134- Keyplan intervento CO_03 149
Figura 135- CO_03.a+b: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana), stato di fatto 150
Figura 136- CO_03.a+b: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana), interventi di progetto (a+b) 150
Figura 137- CO_03.a+b: profilo longitudinale fosso di guardia di corso Australia, interventi di progetto (a+b) 152
Figura 138- CO_03.a+b+c: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana), interventi di progetto (a+b+c) 152
Figura 139- Localizzazione interventi CO_03.a+b+c in via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana) 153
Figura 140- Localizzazione intervento CO_04 in via Armistizio – via Rovereto 154
Figura 141- CO_04: profilo longitudinale via Rovereto e via Armistizio, stato di fatto 154
Figura 142- CO_04: profilo longitudinale via Rovereto, intervento di progetto 155
Figura 143- Keyplan intervento MA_01 159
Figura 144- MA_01: profilo longitudinale via del Commissario, stato di fatto 160
Figura 145- MA_01: profilo longitudinale via del Commissario, intervento di progetto 161
Figura 146- Keyplan intervento MA_02 161
Figura 147- MA_02: profilo longitudinale via Venier, stato di fatto 162
Figura 148- MA_02: profilo longitudinale via Venier, intervento di progetto 162
Figura 149- Keyplan intervento MA_03 163
Figura 150- MA_03: profilo longitudinale via Pontedera, via Bembo e via Venier, stato di fatto 164
Figura 151- MA_03: Localizzazione degli interventi proposti in via Venier (03.a) e in via Pontedera (03.b) 164
Figura 152- MA_03: profilo longitudinale via Pontedera, via Bembo e via Venier, interventi di progetto 165
Figura 153- Keyplan intervento MA_04 166
Figura 154- MA_04: profilo longitudinale via dell'Orna, stato di fatto 167
Figura 155- MA_04: Localizzazione degli interventi proposti in via dell'Orna (04.a) e in via Filelfo (04.b) 167
Figura 156- MA_04: profilo longitudinale via dell'Orna, interventi di progetto 168
Figura 157- MA_04.b: profilo longitudinale via dell'Orna, via Filelfo e scolo Guasti, intervento di progetto 169
Figura 158- Keyplan intervento MA_05 169
Figura 159- MA_05: profilo longitudinale via Marsili e via Bembo, stato di fatto 170
Figura 160- MA_05: profilo longitudinale via Marsili e via Bembo, intervento di progetto 171
Figura 161- Keyplan intervento MA_06 171
Figura 162- MA_06: profilo longitudinale via Guasti, intervento di progetto 172
Figura 163- Keyplan intervento MA_07 172
Figura 164- MA_07: profilo longitudinale scolo Boracchia in via Pozzoveggiani, intervento di progetto 174
Figura 165- MA_08: profilo longitudinale scolo Rocchetti in via Bosco Wollemborg e via Salboro, stato di fatto 174
Figura 166- Keyplan intervento MA_08 175
Figura 167- MA_08: profilo longitudinale scolo Rocchetti in via Bosco Wollemborg e via Salboro, intervento di progetto 175
Figura 168- Keyplan intervento MA_09 176

Figura 169- MA_09: Localizzazione dell'intervento di bypass tra via Guizza e via Bosco Wollemborg 176
Figura 170- MA_09: profilo longitudinale scolo Rocchetti in via Fogazzaro, via Guizza e via Bosco Wollemborg, stato di progetto 177
Figura 171- Tratto di canale modellato con ubicazione della griglia computazionale 181

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1- Parametri della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica 77

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

1. PREMESSA

Nel presente elaborato sono illustrate le analisi idrologiche e idrauliche condotte sulla rete di drenaggio delle acque meteoriche del territorio comunale di Padova, nell'ambito della redazione del Piano delle Acque.

Lo studio ha previsto lo sviluppo, l'aggiornamento e l'implementazione di modelli idrologico-idraulici di dettaglio riferiti ai principali ambiti di drenaggio del territorio comunale, tra cui i bacini Fossetta, Portello Superiore, Padova Sud, APS, Centro Storico, Maestro, Idrovia, Brusegana e Colli Euganei. La modellazione ha considerato in modo integrato le reti di fognatura meteorica e mista, i collettori principali, i canali a cielo aperto, la rete idraulica minore e, ove rilevante, le infrastrutture di drenaggio gestite da soggetti privati o da società infrastrutturali.
L'attività è stata preceduta da una fase conoscitiva finalizzata alla ricostruzione dell'assetto idraulico del territorio e alla caratterizzazione dei principali elementi che influenzano la risposta idrologica dei bacini. In particolare, sono state analizzate le caratteristiche morfologiche, geologiche e di uso del suolo, con specifico riferimento alla permeabilità, al grado di impermeabilizzazione, alle condizioni di drenaggio e al regime pluviometrico locale. Sulla base di tali elementi sono stati definiti gli eventi meteorici di progetto e i relativi ietogrammi, utilizzati per la stima degli afflussi ai singoli sottobacini. Gli afflussi lordi sono stati successivamente depurati delle perdite idrologiche, principalmente riconducibili a infiltrazione, invaso superficiale e trattenimento iniziale, al fine di determinare gli afflussi netti effettivamente disponibili al deflusso.
La trasformazione afflussi-deflussi è stata quindi eseguita mediante modelli idrologici idonei a stimare le portate generate dai sottobacini afferenti alla rete di drenaggio. Le portate così determinate sono state utilizzate come condizioni di ingresso nei modelli idraulici, al fine di simulare la propagazione delle piene all'interno dei collettori, delle condotte e dei canali a cielo aperto.
Le simulazioni sono state svolte mediante software specialistici di modellazione idrologica e idraulica, in grado di rappresentare sia il deflusso nelle reti tubate sia la propagazione in alveo e nei sistemi superficiali. Tale approccio ha consentito di valutare il funzionamento complessivo della rete di drenaggio comunale, tenendo conto delle interazioni tra sistema fognario, rete di bonifica, corsi d'acqua minori, manufatti idraulici e condizioni al contorno.
I risultati delle analisi hanno permesso di individuare le principali criticità idrauliche del territorio, con particolare riferimento a insufficienze di sezione, restringimenti localizzati, attraversamenti, rigurgiti, tratti soggetti a messa in pressione, sezioni a rischio di tracimazione e aree potenzialmente suscettibili di allagamento. Ove necessario, sono stati inoltre stimati i volumi potenzialmente esondabili e le condizioni di propagazione dei deflussi superficiali.

Nel seguito della relazione sono descritti i criteri adottati per la costruzione dei modelli idrologici e idraulici, le ipotesi di calcolo assunte, gli scenari simulati e i principali esiti ottenuti, con l'obiettivo di fornire un quadro tecnico di supporto alla pianificazione degli interventi e alla gestione del rischio idraulico sul territorio comunale.

2. DESCRIZIONE DEI SISTEMI IDRAULICI PRINCIPALI NEL TERRITORIO COMUNALE

Si descrivono di seguito i principali sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche presenti nel territorio del Comune di Padova, distinguendo in particolare:

- la rete idrografica principale, costituita dai corsi d'acqua d'ordine superiore di competenza regionale e dagli scoli gestiti dai Consorzi di bonifica, generalmente a cielo aperto;
- la rete idrografica minore e le pertinenze;
- la rete di fognatura.

Si rimanda alla relazione generale per i dettagli.

2.1 La rete idrografica principale

La rete idrografica principale che interessa il territorio comunale è caratterizzata da numerosi collegamenti fra corsi d'acqua naturali e artificiali di diverso ordine, che costituiscono il cosiddetto "nodo idraulico di Padova", la cui attuale configurazione è il risultato di importanti interventi di sistemazione nel corso degli ultimi due secoli.
I due fiumi principali che attraversano il Comune, generalmente da nord-ovest a sud-est, sono infatti il fiume Brenta, che scorre lungo il confine settentrionale del Comune e il fiume Bacchiglione, che entra in città da sud-ovest e si divide in vari rami prima di proseguire verso sud-est come canale di Roncajette, ma sono molte le diramazioni e i manufatti che consentono varie possibili interconnessioni fra i due fiumi, resesi necessarie nel corso dei secoli da un lato per garantire il continuo approvvigionamento idrico alla città, dall'altro per salvaguardare i centri abitati dagli eventi di piena.
Si evidenzia però sin d'ora che il funzionamento idraulico del nodo di Padova e il complesso sistema di regolazioni che può essere attuato ai fini della sicurezza idraulica del centro cittadino non sono di peculiare interesse ai fini dell'analisi idrologica e idraulica descritta nella presente Relazione, che ha invece come oggetto principale la valutazione dei sistemi per lo smaltimento delle acque meteoriche, in occasione di eventi di pioggia intensa, che hanno come ricettori finali i corsi d'acqua della rete principale ma che sono solo marginalmente influenzati da questi ultimi.
In sintesi, si elencano di seguito gli elementi principali della rete idrografica, con le relative competenze amministrative, rappresentati graficamente nella tavola allegata 02.00, distinguendo quindi tra corsi d'acqua di competenza della Regione del Veneto, che li gestisce attraverso l'Unità Organizzativa del Genio Civile di Padova, e scoli in gestione ai Consorzi di bonifica (prevalentemente al Consorzio di bonifica Bacchiglione).

2.1.1 Corsi d'acqua di competenza regionale

I principali corsi d'acqua di competenza regionale sono:

- Fiume Brenta
- Fiume Bacchiglione
- Canale Brentella
- Canale Piovego
- Canale San Gregorio
- Idrovia Padova Venezia

Le principali arterie del nodo idraulico non sono state esplicitamente modellate nel presente Piano; esse sono state considerate esclusivamente come condizioni di valle allo scarico dei principali canali di bonifica afferenti alla rete maggiore. Tale impostazione tiene conto del fatto che la concomitanza tra gli eventi di precipitazione intensa in ambito

urbano e il transito dell'onda di piena nei corsi d'acqua principali si verifica con eccezionale rarità vista la differente estensione dei bacini considerati.
Per il dettaglio sul nodo idraulico si rimanda alla relazione generale.

2.1.2 Scoli consortili

La rete idrografica considerata per il presente studio idrologico-idraulico comprende gli scoli di bonifica consortili, prevalentemente in gestione al Consorzio di bonifica Bacchiglione, in cui confluiscono numerose affossature minori nonché le reti di fognatura mista a valle di appositi manufatti sfioratori per la separazione dalle portate di tempo secco, e le reti di fognatura meteorica nelle zone in cui questa è separata da quella per le acque reflue domestiche.
Gli scoli consortili danno il nome ai bacini idraulici classificati dal consorzio di bonifica e rappresentano i principali recettori delle acque.

2.2 Il reticolo minore

Il reticolo minore è composto da una fitta rete di affossature che si sviluppano prevalentemente nelle zone meno densamente urbanizzate della città. Tale rete capillare svolge una funzione essenziale nello smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle principali infrastrutture lineari, quali autostrade, ferrovie e tangenziali. Nella Carta della rete idrografica secondaria sono rappresentati i fossi principali e quelli secondari, classificati in funzione della loro rilevanza idraulica e dell'estensione del bacino afferente.
All'interno di tale sistema rivestono un ruolo significativo anche numerose affossature di proprietà privata che assumono una chiara valenza di pubblico interesse in quanto costituiscono vie preferenziali di drenaggio per porzioni estese del territorio, garantendo il deflusso delle acque superficiali e contribuendo alla mitigazione delle condizioni di rischio idraulico. Tali affossature devono essere correttamente manutenute per svolgere la loro funzione di deflusso e non creare ostacoli al moto.

La rete minore, nel suo complesso, ricopre pertanto un ruolo di fondamentale importanza per l'equilibrio idraulico del territorio comunale. La rete modellata comprende i fossi principali e alcuni scoli che, sebbene classificati come secondari, risultano strategici per lo smaltimento delle acque meteoriche in aree del Comune non servite da rete di drenaggio tubata.

2.3 La rete di fognatura

Le attività relative alla redazione del presente Piano hanno comportato numerosi sopralluoghi *in situ* e rilievi topografici del reticolo minore e della rete tubata a servizio del Comune. Tali indagini hanno portato ad una maggior definizione delle affossature esistenti e delle caratteristiche strutturali della fognatura pubblica che partecipano al drenaggio del territorio in esame.
Il reticolo indagato è stato rappresentato nelle tavole da P24086-A-72-11.00-TAV-r00 a 11.10-TAV-r00 "Carta della rete modellata e delle interconnessioni", con l'indicazione delle affossature principali e secondarie nonché della rete tubata.

La rete di fognatura, prevalentemente mista, è sottesa da bacini idrografici molto simili a quelli delineati dal consorzio di Bonifica sulla rete a cielo aperto.

2.3.1 Bacino Fossetta e Portello Superiore

Il bacino idraulico dello scolo Fossetta rappresenta il bacino di maggiore estensione del territorio comunale di Padova. Esso interessa l'intero settore settentrionale della città, comprendendo i principali ambiti urbanizzati dell'area nord, caratterizzati da un'elevata densità insediativa e da un diffuso grado di impermeabilizzazione delle superfici.
Il sistema di drenaggio del bacino è costituito da una rete articolata di canali a cielo aperto e da una rete fognaria prevalentemente tubata, che convoglia le acque meteoriche verso il collettore principale Fossetta. Quest'ultimo risulta interamente intubato lungo il suo sviluppo urbano e svolge la funzione di asse portante del sistema di smaltimento delle portate provenienti dai sottobacini afferenti. Il collettore è costituito da manufatti scatolari di grandi dimensioni, con due canne nel tratto iniziale a valle del cavalcavia Camerini (sezione pari a 3,5 × 2,5 m) e tre canne nel tratto finale, caratterizzate da sezioni altrettanto rilevanti (2,9 × 2,2 m). In ragione di tali dimensioni, le principali criticità idrauliche del bacino non risultano riconducibili a una insufficiente capacità di smaltimento del collettore principale, bensì a fattori di natura diversa, quali la complessità e la frammentazione della rete afferente, le condizioni di funzionamento dei sottosistemi di drenaggio secondari e la dipendenza dal regime di esercizio delle opere di regolazione e sollevamento a valle.
In condizioni di deflusso ordinario o in occasione di eventi meteorici di modesta intensità, le acque raccolte dal collettore Fossetta vengono recapitate alla botte Fossetta, che consente il sottopasso del canale Piovego, e successivamente sollevate dall'impianto idrovoro di Ca' Nordio per l'immissione nel fiume Bacchiglione. Tale assetto garantisce il funzionamento del sistema anche in presenza di quote altimetriche particolarmente basse e di limitate pendenze longitudinali.
Al crescere delle portate, in concomitanza con eventi di pioggia più intensi, entrano in funzione i manufatti di sfioro localizzati in corrispondenza del cavalcavia Maroncelli, che permettono la deviazione di parte dei deflussi verso il Piovego. In queste condizioni le portate sono in parte sollevate dall'impianto idrovoro di San Lazzaro e in parte recapitate a gravità nel Roncajette, assetto che contribuisce a ridurre il carico idraulico sul collettore principale e a contenere i livelli idrici all'interno della rete.
Nel corso degli anni il sistema del bacino Fossetta è stato oggetto di interventi di potenziamento e adeguamento, finalizzati in particolare alla mitigazione delle criticità storicamente riscontrate nell'area dell'Arcella. Tali interventi hanno interessato sia il collettore principale sia porzioni della rete secondaria, che risulta oggi il risultato di una stratificazione di opere realizzate in periodi diversi e con criteri progettuali non sempre omogenei.
Con l'obiettivo di sgravare l'area est del bacino, il Comune, con AcegasApsAmga, ha realizzato opere funzionali alla riduzione delle strozzature e dei picchi di piena. A tal fine sono state progressivamente sostituite le condotte lungo via Fornaci-via Venezian e via Ippodromo ed è stata realizzata una nuova vasca di laminazione in via Venezian con capacità pari a circa 15.000 m³ di invaso che si svuota in parte a gravità e in parte mediante sollevamento. Il sistema è stato inserito nella modellazione per verificarne l'efficacia.

La rete idraulica del bacino presenta tuttavia una notevole complessità funzionale, legata alla presenza diffusa di manufatti di sfioro, interconnessioni tra reti di diversa natura e tratti di condotta che, in condizioni di piena, possono entrare in pressione. Tali elementi, unitamente all'elevato grado di urbanizzazione del bacino, rendono il sistema particolarmente complesso.

2.3.2 Bacino Brusegana

Il bacino Montà-Brusegana si estende su una superficie di circa 14,4 km², interamente compresa nel territorio comunale di Padova. Esso risulta delimitato dal Canale Brentella a ovest, dal fiume Bacchiglione a sud, dalla Fossa Bastioni a est e, a nord, dall'asse costituito da via Montà e dalla linea ferroviaria Milano–Padova.

Il regime di drenaggio è di tipo meccanico alternato, con recapito finale nella Fossa Bastioni e successivo sollevamento nel Tronco Maestro del Piovego mediante gli impianti idrovori Vetri e Saracinesca, la cui capacità complessiva nominale risulta pari a circa 8 m³/s.

La rete di scolo del bacino è caratterizzata da una marcata commistione tra rete di bonifica e rete fognaria urbana, in particolare nelle aree maggiormente urbanizzate, dove gran parte dei collettori risulta tombinata e non è più distinguibile una separazione funzionale tra acque meteoriche e contributi di bonifica.

I principali scoli consortili, frequentemente utilizzati in modo promiscuo, sono i seguenti:

- Scolo Montà: bacino prevalentemente costituito dalla rete fognaria di via Montà, integrata da alcuni scoli agricoli residuali. Il collettore principale è quasi interamente tombinato ed è realizzato con scatolare di dimensioni indicative pari a circa 4,0 m di larghezza e 2,0 m di altezza.
- Scolo "Nord" di via Chiesanuova: bacino formato dalla rete fognaria dei quartieri posti a nord di via Chiesanuova; il collettore principale è completamente tombinato ed è costituito da condotta circolare DN 1000.
- Scolo "Sud" di via Chiesanuova e Scolo Pelosa: area fortemente urbanizzata caratterizzata da una rete fognaria fortemente interconnessa. I collettori principali risultano costituiti da condotte circolari DN 1400, affiancate, nel caso dello Scolo Pelosa, da tratti scatolari di dimensioni pari a circa 2,2 × 1,7 m.
- Scolo Manicomio di Brusegana: bacino drenato prevalentemente dalla rete fognaria del quartiere Brusegana, con collettore principale tombinato realizzato mediante scatolare di dimensioni indicative pari a circa 1,3 × 1,1 m.
- Scolo Cimitero: bacino di estensione più contenuta, costituito da una rete scolante mista con connessioni idrauliche dirette ai collettori fognari limitrofi; il tratto principale è a cielo aperto, con sezione di fondo di circa 2,0 m e profondità analoga.

È inoltre presente lo Scolo Manicomio-Cimitero, che raccoglie i contributi provenienti dallo Scolo Manicomio di Brusegana, dagli scoli "Nord" e "Sud" di via Chiesanuova, dallo Scolo Pelosa e dallo Scolo Cimitero. Tale collettore presenta uno scarico intermedio nello Scolo Pioveghetto, caratterizzato da limitata efficienza idraulica, anche a causa di diffusi fenomeni di interrimento, e pertanto meritevole di specifici approfondimenti. Le dimensioni del collettore risultano variabili lungo il tracciato, passando da scatolari 1,3 × 1,1 m a condotte DN 1400, fino a scatolari di maggiori dimensioni pari a circa 2,5 × 1,7 m nel tratto terminale.

Le principali criticità idrauliche del bacino risultano riconducibili alla insufficiente capacità della rete meteorica, alla commistione tra acque di fognatura e rete di bonifica e alla forte dipendenza dal sollevamento meccanico presso la Fossa Bastioni, che rende il sistema particolarmente vulnerabile in occasione di eventi meteorici intensi.

Al fine di mitigare tali criticità, nel bacino Montà-Brusegana sono già stati realizzati importanti interventi strutturali, tra cui:

- Potenziamento della capacità di sollevamento degli impianti idrovori Vetri e Saracinesca, con incremento della portata nominale complessiva fino a circa 8 m³/s, migliorando la capacità di smaltimento delle portate in condizioni di esercizio ordinario e di evento.
- Raddoppio dello scatolare Montà nel tratto nord, intervento finalizzato ad aumentare la capacità di deflusso del principale asse di smaltimento del bacino e a ridurre le condizioni di sovraccarico idraulico nelle porzioni a monte.
- Realizzazione della vasca di laminazione di Brusegana, ubicata in corrispondenza dell'area verde tra Corso Australia e il cavalcavia Brusegana e alimentata mediante il Fosso Duca degli Abruzzi. L'opera presenta una capacità di laminazione pari a circa 8.300 m³, a cui si sommano ulteriori 1.200 m³ garantiti dall'approfondimento e risezionamento del fosso, per un volume complessivo di invaso pari a circa 9.500 m³.

2.3.3 Centro Storico

Il bacino del Centro Storico interessa un'area di circa 4,58 km² ed è un sistema integrato di corsi artificiali e rami del Bacchiglione. Esso si trova infatti perimetrato dalla Fossa Bastioni sui lati ovest e nord, dal Piovego a nord, dal canale San Massimo e Santa Chiara ad est e dall'Alicorno a sud.
La rete di drenaggio del centro scarica generalmente per gravità mediante l'attivazione di sfiori posizionati in prossimità dei principali canali che attraversano la città o con ripartizione delle portate di piena verso altri collettori.
Nello specifico, il bacino è suddiviso in 5 sottobacini principali ciascuno afferente ad un collettore principale di smaltimento dei drenaggi, di seguito elencati:

- Sottobacino Savonarola: la porzione a nord di via Beato Pellegrino viene collettata dalla condotta principale di via Citolo da Perugia fino allo scarico in Fossa Bastioni in piazzale Mazzini; la porzione compresa tra via Beato Pellegrino e corso Milano viene ripartita tra le condotte di via Ciconi con l'attivazione dell'omonimo sfioro e via dei Savonarola; la rimanente parte sud del sottobacino compresa tra la Fossa Bastioni e il Tronco Maestro del Piovego scarica direttamente o con brevi tratte di rete e attivazione di sfiori nei due corsi d'acqua.
- Sottobacino Piazze: la rete in questa porzione di territorio procede dal centro e si dirama verso i confini esterni lungo le direzioni principali con numerosi scarichi (diretti o con attivazione di sfiori) a ovest e a nord nel Tronco Maestro, a est nel canale Interno tombinato e a sud nel canale San Massimo e Santa Chiara.
- Sottobacino Santo-Portello: anche qui la rete si divide all'incirca in due parti, la più estesa si trova nella porzione sud del sottobacino e scarica nel canale San Massimo e Santa Chiara tramite diversi collettori; la parte nord, che drena la porzione settentrionale del sottobacino, è caratterizzata dal collettore principale di via Marzolo, con scarico in Piovego mediante lo sfioro in via Vanzetti, che attraversa il Portello proseguendo verso sud in via Orus con scarico diretto nel San Massimo e Santa Chiara.
- Sottobacino Prato della Valle: il drenaggio della porzione di territorio a nord-ovest di Prato della Valle, ricompresa tra il canale San Massimo e Santa Chiara e via Cavalletto, avviene tramite diverse dorsali dirette verso lo scarico diretto nel canale Acquette, tombinato lungo tutto il suo corso. La zona del Prato invece viene raccolta da una dorsale che attraversa la piazza e scarica parzialmente in San Massimo e parzialmente nel canale Alicorno.
- Sottobacino Città Giardino: il quartiere è caratterizzato da una rete disposta a scacchiera che convoglia i deflussi verso il ricettore costituito dal canale Acquette a nord. In piazzale Santa Croce è presente uno sfioro che in caso di eventi di piena scarica parte delle acque nel canale Alicorno più a sud.

Le criticità nel bacino del centro, se pur limitate rispetto agli altri bacini, si presentano verosimilmente per una commistione di cause quali l'inadeguata capacità delle reti esistenti di contenere le piogge intense degli eventi meteorici attuali che sovraccaricano i collettori.
Con riferimento alle opere già realizzate per mitigare le sofferenze idrauliche all'interno del bacino del centro, si segnala il rifacimento e l'adeguamento della rete fognaria nel quartiere Portello, I stralcio, I e II lotto, del 2015, che hanno previsto la realizzazione di un nuovo scarico nel canale Piovego in prossimità dell'incrocio tra via Loredan e via Vanzetti, il rifacimento della rete di via Vanzetti e la creazione di una condotta di collegamento diretto della nuova piazza Portello al nuovo scarico. Tali opere hanno comportato un sensibile miglioramento delle condizioni di allagamento diffuso nel quartiere. Sono inoltre previsti ulteriori interventi, approvati con progetto definitivo nel 2023, quali l'adeguamento delle reti di via Poleni e via Cazzato, la cui realizzazione completerebbe la messa in sicurezza della zona e, in particolare, mitigherebbe gli allagamenti di via Santa Maria in Conio.

2.3.4 Bacino Padova Sud e APS

Il bacino Padova Sud (o Forcellini secondo la denominazione di Acegas Aps Amga) e APS interessano un'area di circa 5 km² a sud del centro storico di Padova e sono delimitati dai collettori principali disposti lungo le vie Crescini, Facciolati, Canestrini e Forcellini. Le acque meteoriche raccolte da tali collettori convergono verso il nodo idraulico di Voltabarozzo, che rappresenta il principale punto di smaltimento del bacino. In questa sezione le portate vengono evacuate all'esterno del bacino mediante l'idrovora di Voltabarozzo, con recapito nel Canale Scaricatore, e tramite una botte a sifone che sottopassa lo stesso Canale Scaricatore, consentendo il deflusso verso lo scolo consorziale Terranegra Inferiore.
Il bacino è caratterizzato da una rete di drenaggio prevalentemente tubata, con pochi tratti residui a cielo aperto, inserita in un contesto fortemente urbanizzato. Il sistema idraulico risulta complesso per la presenza di più collettori principali, manufatti di attraversamento e dispositivi di sollevamento, che condizionano in modo significativo il funzionamento idraulico complessivo, in particolare durante gli eventi di piena. Con riferimento alle opere idrauliche principali, il sistema è stato oggetto nel tempo di numerosi interventi di adeguamento e potenziamento. Tra questi rientrano il potenziamento dell'idrovora di Voltabarozzo, la rimozione dei sedimenti nei canali e nei manufatti di attraversamento, l'ampliamento o il raddoppio di tratti di condotte principali (in particolare lungo via Crescini e via Forcellini), la riabilitazione di condotte esistenti fortemente interrate o ostruite, la realizzazione e il potenziamento di bacini di invaso, nonché la realizzazione di nuovi impianti idrovori a servizio delle aree più depresse del bacino.
I principali bacini di invaso considerati e inseriti nella modellazione idraulica sono quelli di via Crescini e del Terranegra. Nel primo caso è presente una vasca di laminazione interrata, che entra in funzione al crescere dei livelli idrici all'interno delle condotte principali, accumulando temporaneamente i volumi di piena e restituendoli successivamente alla rete mediante un sistema di pompaggio.
Il secondo sistema è costituito dalla vasca di laminazione lungo lo scolo Terranegra, dotata di uno sfioro posto in corrispondenza del ciglio del canale, che consente la laminazione delle portate eccedenti in occasione degli eventi di piena.
Pur rappresentando elementi fondamentali per la regolazione dei deflussi, entrambi i sistemi di invaso non risultano sufficienti a garantire un efficace alleggerimento dell'intero bacino, in particolare per il settore sud-occidentale, nel quale gli effetti della laminazione risultano limitati o trascurabili.

2.3.5 Bacino Idrovia

La rete del bacino Idrovia, comprendente le opere idrauliche di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche a servizio della Zona Industriale di Padova, è recentemente passata dalla competenza del Consorzio per la Zona Industriale e Porto Fluviale di Padova (Consorzio ZIP) a quella di Interporto Padova S.p.A.

In tale contesto, Interporto Padova S.p.A., in collaborazione con il Comune di Padova, ha avviato il rilievo e la mappatura della rete di propria competenza, comprendente le principali dorsali di drenaggio, i manufatti di regolazione e sollevamento, gli attraversamenti e le connessioni con il reticolo superficiale. L'attività è finalizzata alla costruzione di una base conoscitiva completa e aggiornata, necessaria per ricostruire il funzionamento idraulico complessivo dell'area e individuare eventuali criticità della rete.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è costituito da dorsali principali di notevole dimensione, che recapitano prevalentemente nel bacino Idrovia secondo due modalità: mediante scarico diretto nel tratto scavato dell'Idrovia oppure attraverso la cosiddetta "savanella". Quest'ultima è una canaletta realizzata nel sedime del previsto prolungamento occidentale dell'Idrovia, nel tratto in cui lo scavo del canale navigabile non è mai stato completato, e consente il convogliamento delle acque provenienti dalla zona industriale verso il tratto effettivamente realizzato.

Tra le principali dorsali della rete bianca si segnalano i collettori presenti in via Messico, costituiti da una condotta circolare DN1200 e da uno scatolare di dimensioni 3000 × 1500 mm, entrambi recapitanti nella parte iniziale del sistema Idrovia. Sono inoltre presenti collettori principali lungo corso Stati Uniti, via Vigonovese e via Portogallo, nonché impianti di sollevamento e aree di laminazione locali a servizio dei comparti maggiormente urbanizzati. La rete presenta pertanto una configurazione complessa, nella quale interagiscono condotte, canali a cielo aperto, impianti idrovori e manufatti di attraversamento.

All'interno dell'area sono inoltre presenti gli scoli di bonifica Camin e Orsaro, con ruoli diversi rispetto alla rete meteorica dell'Interporto. In particolare, lo scolo Orsaro attraversa il territorio in direzione nord-sud e sottopassa il sistema Idrovia mediante una botte a sifone, proseguendo verso valle con funzione propria all'interno della rete di bonifica. Esso svolge inoltre un ruolo nella distribuzione irrigua dei territori del bacino Sesta Presa. La sua presenza costituisce quindi un elemento di attraversamento e interazione idraulica, ma non un recapito diretto e generalizzato delle acque meteoriche dell'area industriale. Lo scolo Camin, interamente tombinato, raccoglie invece parte delle acque meteoriche della porzione settentrionale dell'Interporto e funge da collettore di scolo; sottopassa lo scolo Orsaro e recapita nell'Idrovia.

Il bacino Idrovia costituisce il principale elemento di accumulo e laminazione delle acque meteoriche provenienti dalla zona industriale. L'invaso presenta un volume dell'ordine di 1.000.000 m³, distribuito su uno specchio d'acqua di circa 30 ha, e svolge una funzione di moderazione delle portate generate da un bacino fortemente urbanizzato. La gestione dei livelli e del recapito finale è assicurata da impianti di sollevamento e sistemi di regolazione, che consentono di governare il deflusso verso il fiume Brenta.

Nel tratto terminale dell'Idrovia è presente l'impianto idrovoro terminale, gestito dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione. L'impianto è dotato di due pompe con portata 3 m³/s, normalmente gestite in modo alternato, ed è inserito in un sistema di automazione e telecontrollo che comprende anche paratoie e manufatti di regolazione.

La rete delle acque nere è invece gestita da AcegasApsAmga S.p.A. e recapita, mediante sollevamento meccanico, al depuratore di Ca' Nordio. Essa risulta funzionalmente distinta dalla rete meteorica, che confluisce prevalentemente nel sistema Idrovia.

2.3.6 Valli di Camin

Il sottobacino Valli di Camin (circa 340 ha di cui 208 ha in Comune di Padova) interessa i territori, ad uso prevalentemente agricolo, a est di via Camin – via Granze e una fascia della Zona Industriale di Padova, senza limiti fisici ben definiti verso sud e verso est, dove confina con il sottobacino Idrovia. Le acque reflue sono inviate all'impianto di depurazione di Ca' Nordio mediante l'impianto di pompaggio ubicato in via Romagna.
Le frequenti criticità idrauliche che caratterizzavano questo bacino sono state superate con il potenziamento dell'idrovora nel 1993 (da 2 a 3 m³/s) e con i recenti risezionamenti degli scoli Manzoni e Valli Diramazione. Pertanto, pur essendo stato oggetto di rilievo delle sezioni trasversali della rete, il bacino non è stato inserito nella modellazione idraulica del presente Piano delle Acque.

2.3.7 Bacino Colli

Il bacino dei Colli Euganei costituisce un sistema idraulico complesso che raccoglie le acque meteoriche provenienti dal settore collinare e pedecollinare sud-occidentale, convogliandole verso la pianura padovana. Nel territorio del Comune di Padova il bacino interessa prevalentemente i quartieri sud e sud-ovest, ricompresi tra il ramo Brentella-Bacchiglione e lo scolo Bolzanello, tra cui Mandria e Paltana, rappresentando un'area di transizione tra il drenaggio naturale collinare e il sistema urbano fortemente antropizzato.
Nel quartiere Mandria la gestione delle acque meteoriche avviene attraverso una rete fognaria prevalentemente mista, sviluppatasi per successive fasi di urbanizzazione. La rete raccoglie le acque di dilavamento urbano e i contributi superficiali provenienti dai settori collinari immediatamente a monte.
I collettori che drenano l'area urbana convergono verso la dorsale di via Ca' Rasi con scarico nello scolo Menona Alta e verso le dorsali lato via Aponense, che, per scarico diretto o con sfioratori, confluiscono nello scolo Menona.
Il sistema risulta fortemente condizionato dalla limitata capacità dei collettori esistenti, dimensionati in epoche in cui l'impermeabilizzazione del territorio era sensibilmente inferiore. In occasione di eventi intensi, le portate in arrivo superano rapidamente la capacità di smaltimento della rete, con fenomeni di sovraccarico dei collettori, rigurgito dai manufatti di ispezione e allagamenti localizzati nelle aree depresse.
Il quartiere Paltana rappresenta uno dei principali punti di recapito delle acque provenienti dal settore collinare sud-occidentale. La rete fognaria è costituita da condotte di piccolo e medio diametro, sviluppate in modo non sempre gerarchizzato e collegamenti spesso indiretti o parziali con le dorsali principali di valle.
Le zone urbanizzate del quartiere scaricano in parte nello scolo Monferrato, percorrendo la dorsale lungo via Madonnina e in parte nello scolo Menona mediante la dorsale principale di via Armistizio.
Il funzionamento del sistema è fortemente influenzato dalle condizioni idrauliche a valle, in quanto il deflusso avviene con pendenze ridotte e in un contesto altimetrico sfavorevole. In tali condizioni, anche eventi non eccezionali possono determinare l'aumento rapido dei livelli idrici in rete e la riduzione dell'efficienza di smaltimento degli stessi, causando l'espansione sul territorio delle aree soggette ad allagamento.
Le aree a completamento del bacino sono per lo più adibite all'agricoltura e quindi solcate da una fitta rete di fossati di scolo che drenano i terreni scaricando le acque direttamente negli scoli consortili principali quali lo scolo Bolzanello, lo scolo Monferrato, il Fosso Voltabrusegana e lo scolo Menona.
Le affossature di scolo delle due infrastrutture principali che attraversano il bacino Colli, la Direttissima per Abano Terme e la ferrovia, risultano pressoché interrate o con sezioni drasticamente ridotte ed impediscono di conseguenza il regolare deflusso delle acque verso il ricettore finale, favorendo l'allagamento delle aree limitrofe.

2.3.8 Bacino Maestro

Il bacino Maestro si estende per 13,32 km² all'interno del territorio comunale, coprendo l'intero settore meridionale ubicato a sud del Canale Scaricatore suddiviso nelle unità urbane di Guizza, Crocefisso, Voltabarozzo e Salboro. Ciascuna di esse è caratterizzata da un collettore principale che mediante una serie di sfioratori, posizionati su più punti della rete, scarica le acque miste nei corsi d'acqua consortili: la zona della Guizza scarica nello scolo Rocchetti nei pressi di via Fogazzaro, la zona del Crocefisso scarica negli scoli Guasti e Amolari in via Venier e via del Cristo e nello scolo Laterale SP3 Nord, la zona di Voltabarozzo ad ovest di via Piovese confluisce in via da Rio con scarico nello scolo Inferiore di Terranegra mentre la zona ad est scarica nello scolo Roncaglia da via Attendolo e da via Norbiato tramite lo scolmatore Roncaglia. La zona di Salboro, infine, è costituita principalmente da terreni agricoli che confluiscono direttamente in affossature collegate agli scoli principali che solcano la porzione meridionale del bacino (Rocchetti, Mandriola, Boracchia, Laterale SP3 Medio e Medio-Sud, Albignasego). Il centro abitato del quartiere scarica mediante reti dedicate negli scoli che lo perimetrano, il Laterale SP3 Nord e il Rocchetti.

Il recapito finale dell'intero bacino è costituito dallo scolo Maestro, da cui prende la denominazione, che trova origine dalla confluenza tra gli scoli Boracchia da nord-ovest e Inferiore di Terranegra da nord all'incrocio tra via Pozzoveggiani e via Boccaccio e scarica nel fiume Bacchiglione subito a nord della discarica di Roncajette mediante uno scarico a gravità dotato di paratoie a vento per la regolazione automatica del livello idrico. In condizioni di rigurgito o di quota idraulica sfavorevole, il recapito è garantito dal sollevamento meccanico tramite l'impianto idrovoro Maestro, dimensionato per assicurare la continuità del drenaggio anche in regime di piena.

Ai fini di una più corretta rappresentazione del funzionamento idraulico di questa fitta rete di canali è stato considerato l'intero bacino idrografico, di estensione pari a 27,43 km², afferente allo scarico finale, comprensivo di porzioni di territorio ricadenti al di fuori dei confini comunali, e considerato come apporto idrologico per la modellazione del sistema di rete tubata e a cielo aperto.

Oltre ai contributi idrologici direttamente generati dagli afflussi sul bacino, il sistema del Maestro, ed in particolare la rete di Voltabarozzo che confluisce nello scolo Inferiore di Terranegra, riceve inoltre un apporto dal bacino di Padova Sud tramite la botte a sifone che sottopassa il Canale Scaricatore.

L'origine delle principali criticità idrauliche del bacino è da ricercare in due principali aspetti: in primo luogo, la rete idraulica è stata progettata per eventi piovosi meno intensi rispetto a quelli attuali e ciò comporta che le sezioni dei canali e dei fossati non riescano a smaltire i volumi d'acqua generati da precipitazioni estreme, causando allagamenti e sovraccarichi; inoltre, la commistione tra acque meteoriche di bonifica e fognarie, soprattutto nella parte sud del bacino, per eventi intensi aumenta il carico idraulico e il rischio di rigurgito delle portate generate verso monte.

Molti fossati a cielo aperto, che ricevono buona parte delle acque urbane, hanno perso la loro geometria originaria a causa di depositi e vegetazione che riducono la sezione utile, oltre alla formazione di contropendenze formatesi nel tempo, che ostacolano il deflusso naturale verso il ricettore finale.

3. MODELLO DELLA RETE URBANA E DELLA RETE DI BONIFICA

3.1 Definizione dei modelli matematici

Per la simulazione numerica della risposta idrologica dei bacini e della propagazione delle piene in rete si sono utilizzati i seguenti moduli del software MIKE+ del Danish Hydraulic Institute (DHI):

- modello idraulico mono-dimensionale della rete di fognatura (CS-Network), in grado di simulare sia la trasformazione afflussi/deflussi sia il funzionamento idraulico a moto vario del sistema di drenaggio urbano;
- modello idrologico (Run-off Model) per la stima della risposta idrologica dei sottobacini tributari dei collettori di acque superficiali;
- modello idraulico mono-dimensionale per la propagazione delle piene nei corsi d'acqua superficiali (River Module).

Per la trattazione tecnica dei diversi moduli si rimanda all'appendice A del presente documento.

3.2 La costruzione del modello

Per la simulazione della rete di progetto è stato implementato all'interno del software MIKE+ del Danish Hydraulic Institute (DHI) un modello mono-dimensionale in grado di simulare sia la trasformazione afflussi/deflussi sia il funzionamento idraulico in moto vario del sistema di drenaggio urbano.

Per l'implementazione della geometria della rete sono stati utilizzati:

- Dati geometrici della rete principale forniti dagli enti;
- Reticolo geografico georeferenziato estratto dal database dei canali disponibile nel sistema informativo territoriale del Consorzio e integrato con rilievi eseguiti sulla rete minore;
- Sezioni dei corsi d'acqua (cross section) e dei manufatti sono state rilevate con topografia classica o estratte dal microrilievo, o in alcuni casi reperite da altri progetti redatti per conto del Consorzio. Sono così stati riprodotti e schematizzati salti di fondo, ponti, tombinamenti, sfioratori laterali, molini e loro by-pass, impianti idrovori, paratoie, etc. I manufatti che non interferiscono con la corrente (ad esempio i ponti "a luce netta") non sono stati inseriti nella schematizzazione della rete perché ininfluenti ai fini del calcolo;
- Monografie dei pozzetti principali rilevati, implementati con rilievi di dettaglio ove necessario;
- Sottobacini principali afferenti alla rete;
- Carta dell'uso del suolo per la definizione dei coefficienti di deflusso dei sottobacini.

Il software nasce per consentire la modellazione numerica integrata di sistemi di drenaggio urbano e di reticoli di bonifica. La sua flessibilità di applicazione consente di rappresentare in modo completo e accurato tutte le situazioni reali anche quando siano presenti complesse interferenze con reticoli fognari e/o di bonifica. All'interno di un'unica interfaccia utente si possono quindi rappresentare sezioni fluviali aperte con approccio monodimensionale e reti di drenaggio chiuse.

3.3 La schematizzazione adottata

Al fine di ottimizzare l'efficienza e la stabilità della modellazione idrodinamica, le reti oggetto di schematizzazione sono state suddivise in sottobacini, idraulicamente indipendenti, coerentemente con la divisione del territorio sopra presentata e condivisa dai Consorzi di bonifica.

Sono stati quindi sviluppati n.7 distinti modelli idraulici, con riferimento ai seguenti sottobacini:

- Fossetta;
- Padova Sud;
- Colli Euganei;
- Maestro;
- Centro Storico (incluso il sottobacino Alicorno);
- Brusegana;
- Idrovia.

Come anticipato, le reti considerate nella schematizzazione modellistica sono costituite dal compendio di:

- scoli consortili, schematizzati come canali a cielo aperto, nei tratti di maggior estensione, o come condotte a sezione chiusa nei tratti tombinati, corrispondenti alle aree più urbanizzate o ai principali attraversamenti sotto strade, ferrovie e autostrade;
- affossature secondarie, con riferimento ai tratti di maggiore dimensione e importanza funzionale nella rete di drenaggio, diffusa nelle aree agricole o comunque non edificate del territorio e nelle pertinenze delle principali infrastrutture viarie e ferroviarie;
- condotte della rete di fognatura mista o meteorica, nei tratti in cui questa è separata dalla fognatura nera, con relativa semplificazione della rete per l'esclusione dei tratti di prima raccolta (dalle caditoie stradali) o di tronchi di importanza trascurabile, per ridotte dimensioni e posizione marginale rispetto al resto della rete.

Le caratteristiche dimensionali delle reti modellate (forma, dimensione e quote delle sezioni trasversali, dal fondo alle sommità spondali, e dimensioni dei principali manufatti di attraversamento o di continuità idraulica) sono state ricavate da:

- sopralluoghi e rilievi topografici specificamente svolti per il presente Piano, in collaborazione con il Consorzio di bonifica Bacchiglione, AcegasApsAmga e Comune di Padova in funzione della relativa competenza sulle reti indagate;
- informazioni già in possesso degli Enti competenti, in particolare per quanto riguarda la consistenza della rete di fognatura gestita da AcegasApsAmga, con l'integrazione di informazioni desumibili da elaborati progettuali o *as-built* nel caso di interventi di più recente esecuzione;
- *Digital Terrain Model* (DTM) ricavato da LiDAR, fornito dal Comune di Padova, da cui è stato possibile verificare con precisione l'effettiva ubicazione e le dimensioni delle reti a cielo aperto, con particolare riferimento alle parti sopra il livello dell'acqua, che ha quindi permesso la definizione delle dimensioni delle affossature secondarie non rilevabili perché ubicate in proprietà privata, non dotate di servitù di passaggio o comunque non raggiungibili.

In particolare, sono state svolte n.30 campagne di sopralluogo e rilievo delle reti, distribuite in tutti i sottobacini oggetto di studio, di cui n.5 sopralluoghi dedicati alle reti tubate dei centri abitati dei sottobacini Maestro, Colli Euganei e Centro Storico, che hanno consentito la definizione di:

- 573 sezioni trasversali in sottobacino Fossetta;
- 343 sezioni trasversali in sottobacino Colli Euganei;
- 367 sezioni trasversali in sottobacino Maestro;
- 227 sezioni trasversali in sottobacino Brusegana;
- 87 sezioni trasversali in sottobacino Valli di Camin (rilevate ma non modellate, in assenza di particolari criticità).

(per un totale di 1597 sezioni trasversali).

3.4 Sottobacini

Oltre ai principali bacini di bonifica afferenti ad ognuno dei principali scoli a cielo aperto che attraversano il territorio comunale, il modello è stato ulteriormente ripartito sulla base dei nodi idraulici della rete e sulla base delle pendenze del territorio.

3.4.1 Usi e tipologie di suolo

Lo studio dell'uso del suolo per ognuno dei bacini afferenti alla rete dei singoli modelli è stato effettuato considerando le diverse tipologie di uso del suolo previste nella Carta della Copertura del Suolo del Veneto-Corine Land Cover in scala 1:10.000 (Regione Veneto). Si veda la tavola P24086-A-72-06.00-TAV-r00 Carta dell'uso del suolo.

Le tipologie di suolo sono state classificate in 6 macro categorie:

- Aree verdi, che comprende parchi urbani, zone agricole, giardini urbani;
- Aree densamente abitate come il centro storico e i quartieri principali;
- Aree scarsamente abitate che comprendono tutte le zone più rurali in cui le abitazioni sono distanziate tra loro;
- Strade;
- Ferrovia;
- Acque in cui sono raggruppati tutti i corsi d'acqua e gli specchi d'acqua a cui è stata attribuita nulla impermeabilità.

Una volta individuati i bacini di riferimento, ad ogni sottobacino è stata attribuita la tipologia di suolo e il coefficiente di deflusso ad esso associato.
Nel seguito si riporta la suddivisione in bacini dei modelli implementati all'interno del territorio comunale, in verde i bacini maggiormente permeabili, in marrone i bacini in cui la permeabilità diminuisce a causa dell'elevata antropizzazione.

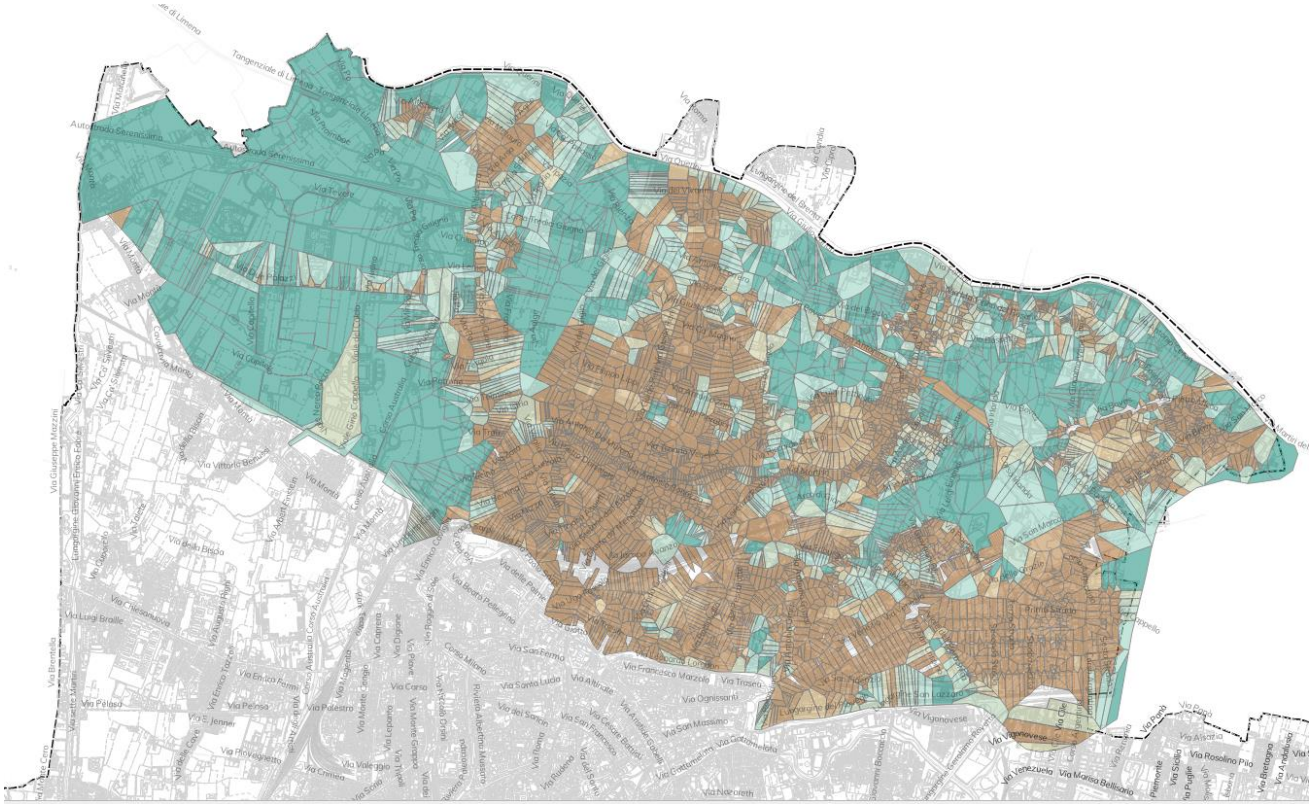


Figura 1- sottobacini idraulici per il modello del bacino Fossetta

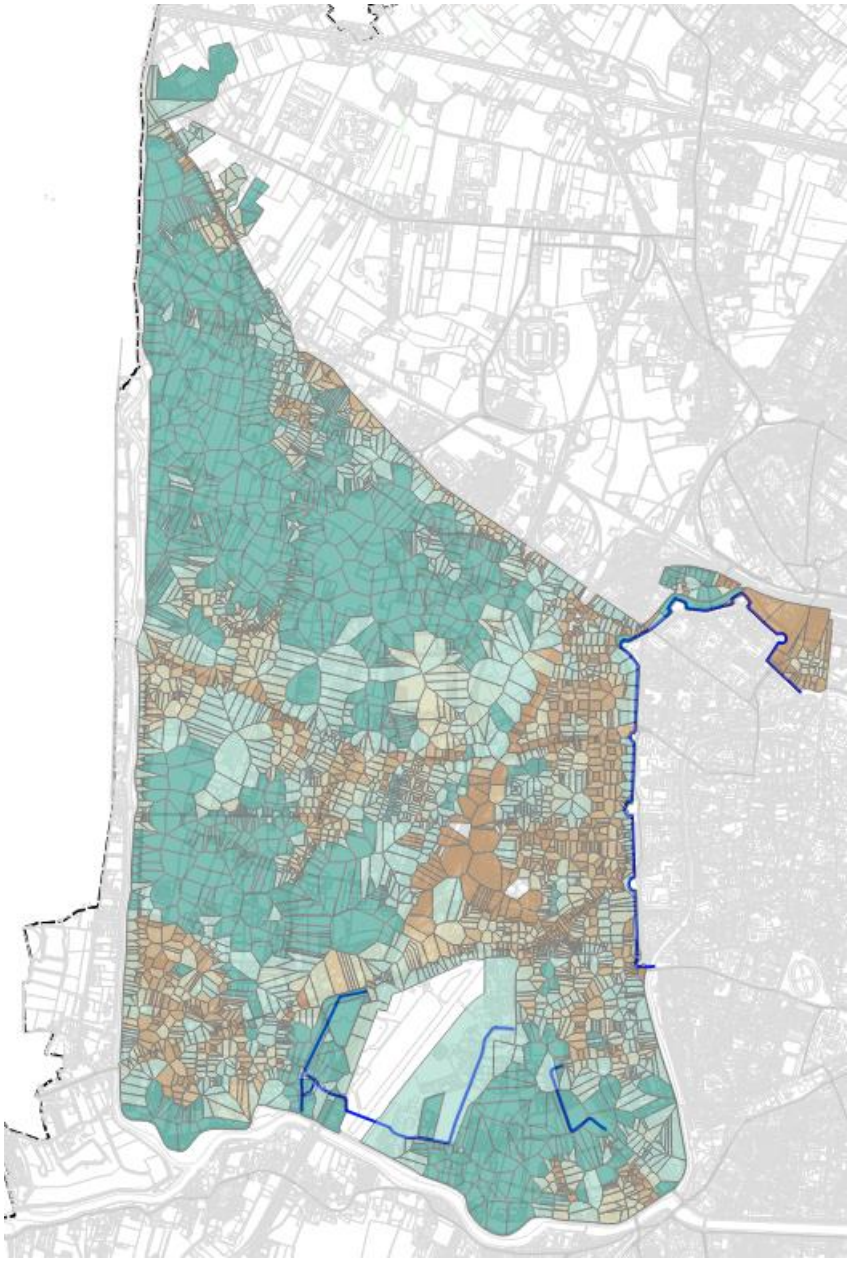


Figura 2- sottobacini idraulici per il modello del bacino Brusegana

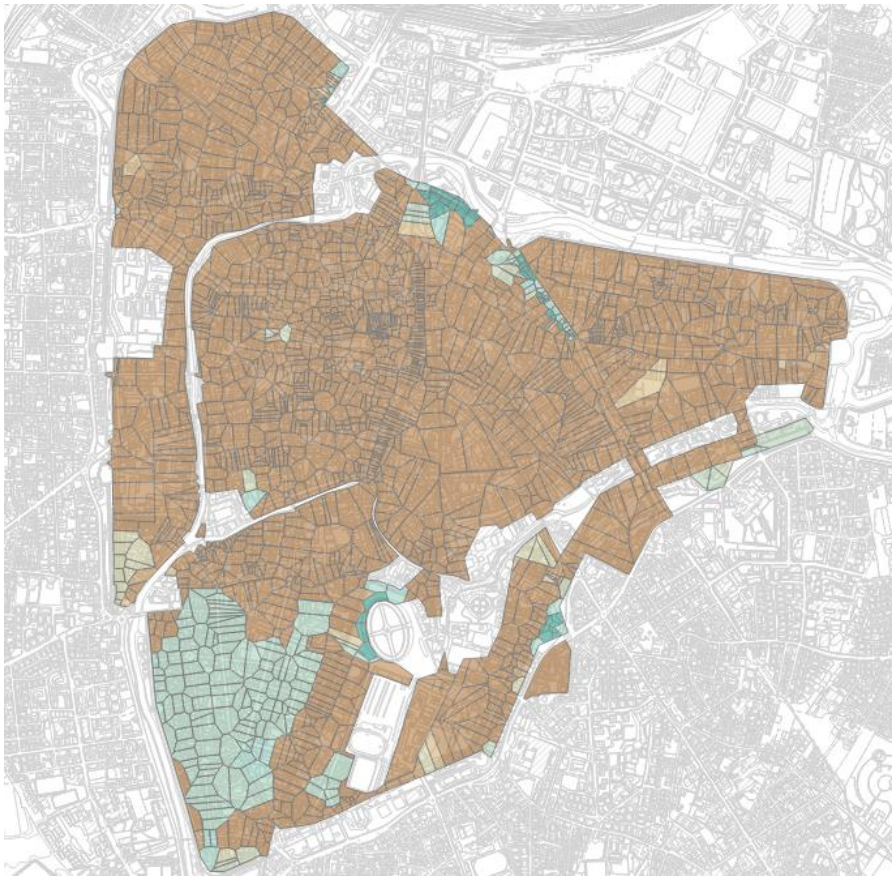


Figura 3-Sottobacini idraulici per il modello del Centro Storico comunale

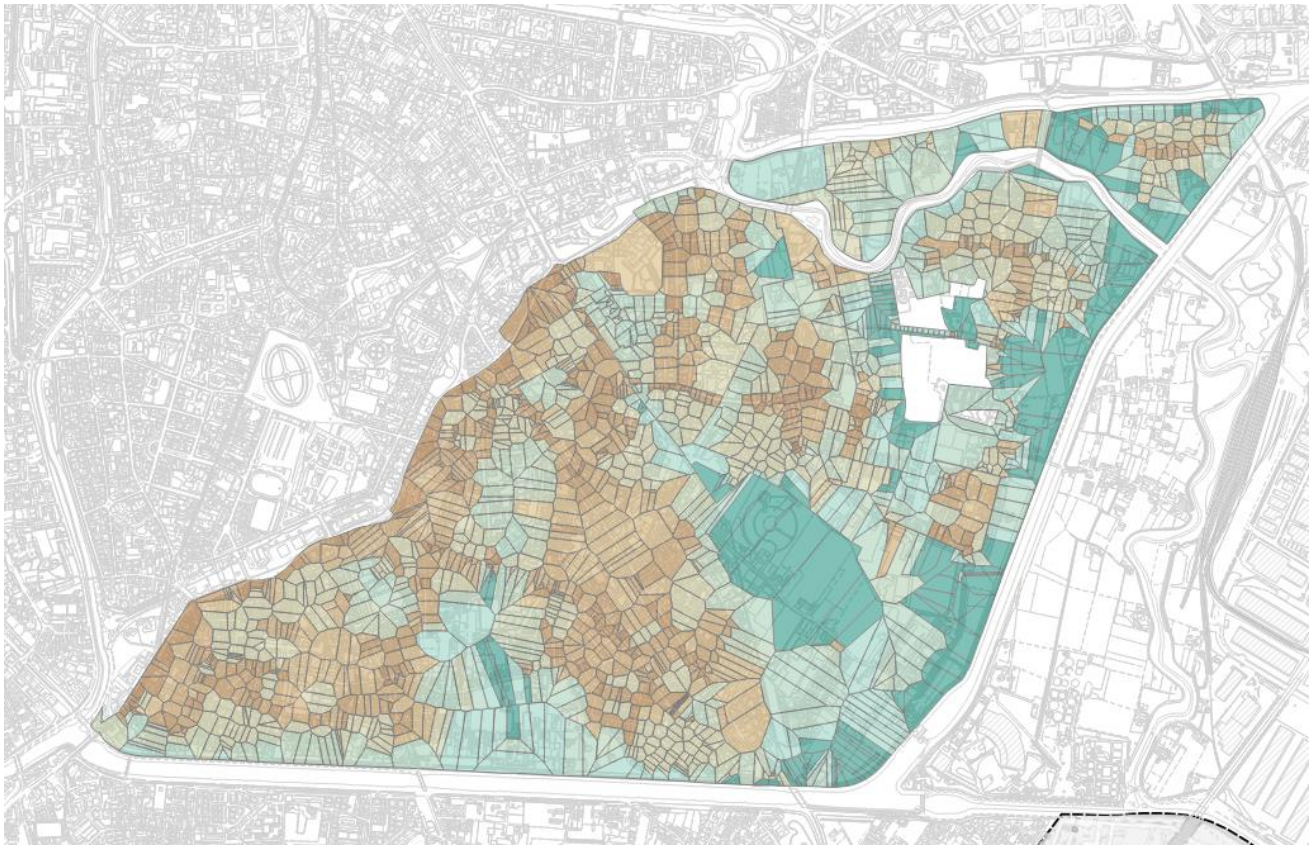


Figura 4- sottobacini idraulici per il modello dei bacini Padova Sud e APS

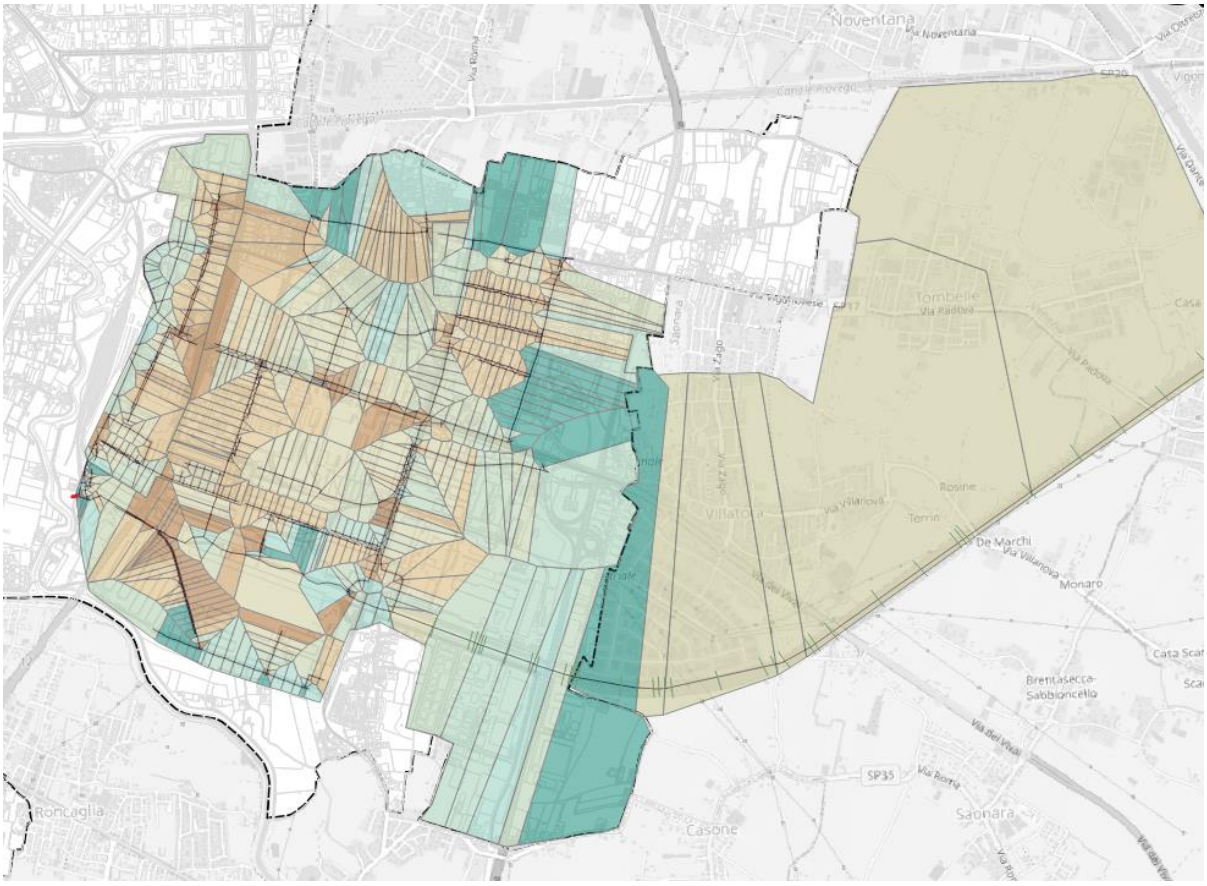


Figura 5-Sottobacini idraulici per il modello del bacino Idrovia

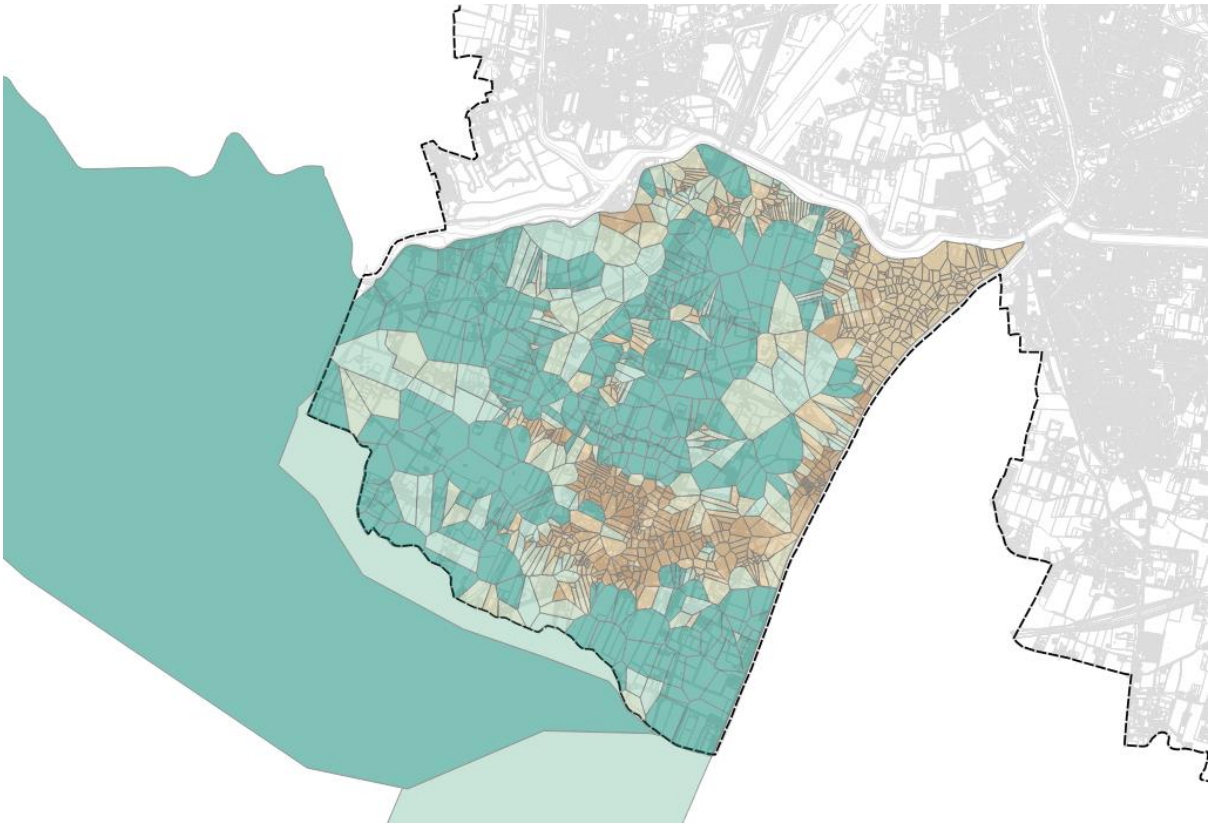


Figura 6-Sottobacini idraulici per il modello del bacino Colli

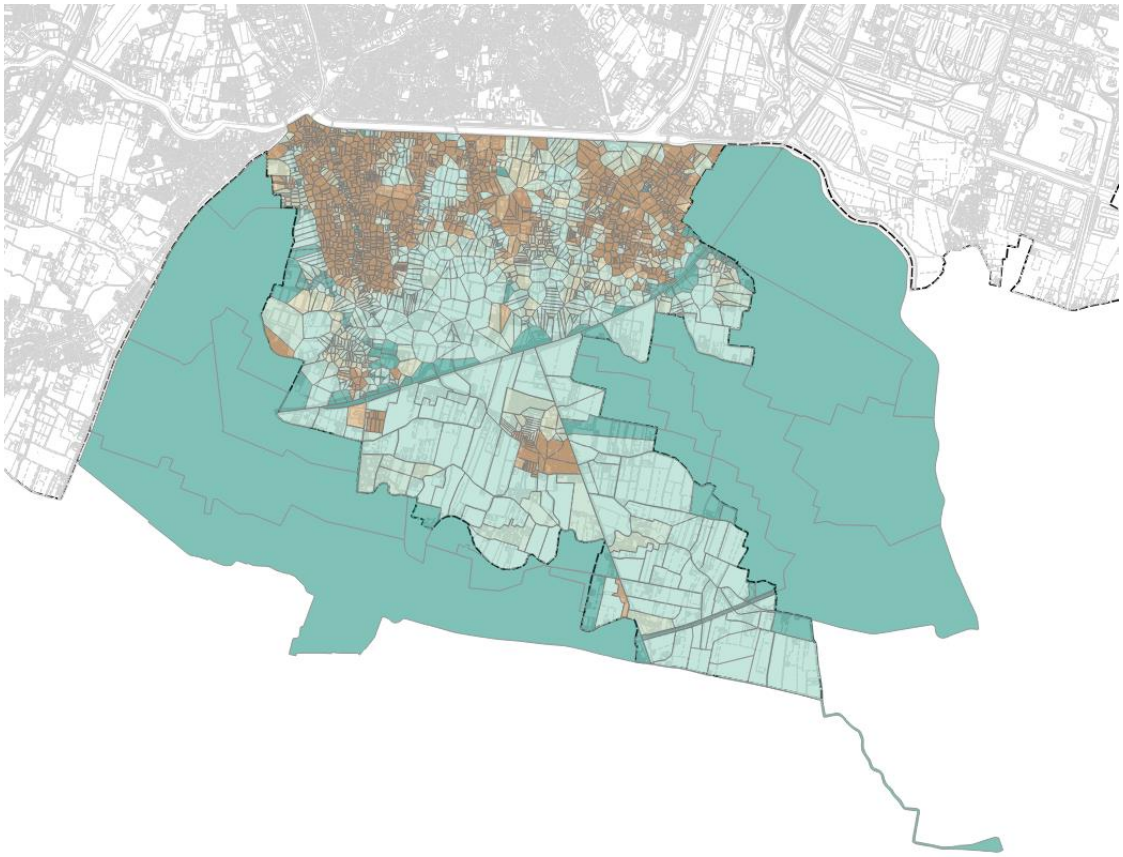


Figura 7- sottobacini idraulici per il modello del bacino Maestro

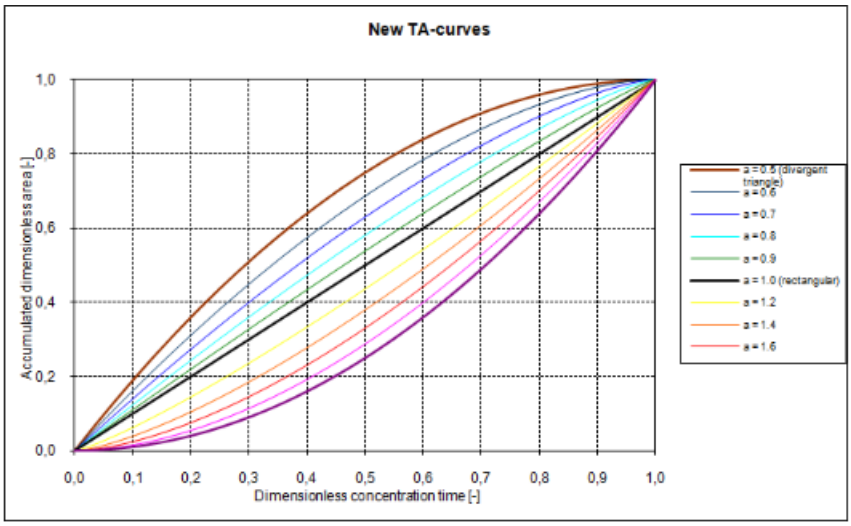
3.4.2 La separazione degli afflussi- Metodo Time-Area

I meccanismi di scorrimento ed infiltrazione dell'acqua nel terreno, la cui conoscenza risulta indispensabile per la comprensione della risposta idrologica di un bacino agli eventi di precipitazione, sono descritti da equazioni di bilancio del contenuto medio dell'acqua nel suolo. Le ipotesi alla base della risoluzione di tali equazioni ed i metodi di calcolo caratterizzano i numerosi modelli di infiltrazione noti in letteratura idrologica e di estrema utilità per la descrizione dei meccanismi di scorrimento ed infiltrazione dell'acqua nel terreno. È noto, infatti, che non tutto il volume piovuto su di un bacino si trasformi in deflusso superficiale: una parte è persa per evapotraspirazione, una parte è intercettata dalle piante, dagli avvallamenti del terreno e dalle pozze, una parte infine si infiltra nel suolo.

Il metodo Time-Area è un procedimento di calcolo idrologico che trasforma un ipotetico stimolo pluviometrico efficace in un idrogramma di deflusso in uscita dal bacino. Il modello è concettualmente basato sulla suddivisione del bacino in sotto-aree che contribuiscono al deflusso in tempi differenti in funzione del loro tempo di percorrenza verso l'uscita. Nel metodo di trasformazione pioggia-deflusso superficiale Time-Area, la quantità di deflusso è controllata dalla perdita iniziale, dall'estensione dell'area contribuente e da una perdita idrologica continua. La forma dell'idrogramma di deflusso è controllata dal tempo di concentrazione e dalla curva tempo-area (T-A). Questi due parametri rappresentano una descrizione concettuale della velocità di risposta del bacino e della forma del bacino.
I parametri iniziali necessari al calcolo del metodo sono:

- Area impermeabile derivante dalla tipologia e uso del suolo;

- Perdita iniziale espressa in metri, definisce la profondità di precipitazione necessaria per l'innesco del deflusso superficiale;
- **Riduzione idrologica:** è un fattore di riduzione del deflusso che tiene conto delle perdite d'acqua dovute, ad esempio, a evapotraspirazione, impermeabilità non perfetta, ecc., sull'area contribuente.
- Curva Tempo/Area: tiene conto della forma del bacino, nella seguente immagine sono riportati alcuni esempi di curve Tempo-Area utilizzate nella modellazione matematica:



- **Coefficiente Time/Area [-]** È utilizzato in una formula introdotta per coprire forme di curva "intermedie" tra le tre standard (e anche esterne a esse). La formula è stata suggerita da **Nittaya Wangwongwiroj** dell'**AIT**.

$$(y = 1 - x)^{\frac{1}{a}} \; for \; 0 < a < 1$$
$$(y = x)^{a} \quad for \quad 1 \le a$$

dove:

y = area adimensionale cumulata

x = tempo di concentrazione adimensionale

a = coefficiente della curva tempo-area

- **Tempo di concentrazione [s] d**efinisce il tempo necessario affinché il flusso d'acqua dalla parte più distante del bacino raggiunga il punto di uscita.

3.4.3 Lo ietogramma netto

I processi idrologici simulati tengono conto di **perdite specifiche**. Il deflusso ha inizio dopo che l'altezza di pioggia ha superato la **perdita iniziale** specificata per il bacino. La precipitazione residua è definita **precipitazione efficace**, ed è in generale espressa come:

$$I_{eff}(t) = \begin{cases} I(t) - I_w(t) & for \; I(t) \ge I_w(t) \\ 0 & for \; I(t) < I_w(t) \end{cases}$$

Dove

- $I_{eff}(t)$ = precipitazione efficace al tempo t
- $I(t)$= precipitazione reale al tempo t
- $I_w(t)$= perdita per imbibizione al tempo t

La **precipitazione reale**, $I(t)$, si assume uniformemente distribuita sui singoli bacini.
La **perdita per imbibizione**, $I_w(t)$, è una perdita **discontinua**, detta anche **perdita iniziale**. Quando ha inizio la precipitazione, una parte della pioggia viene utilizzata per l'imbibizione della superficie se questa è inizialmente asciutta. Quando la superficie è bagnata, la perdita per imbibizione, $I_w(t)$, è posta pari a zero. Questo è riassunto nella seguente espressione:

$$I_w(t) = \begin{cases} I(t) \text{ for } & y(t) < y_w \\ 0 \text{ for } (I(t) = 0) \text{ OR } & (y(t) \geq y_w) \end{cases}$$

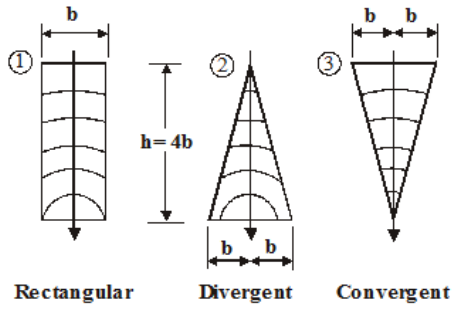
Dove:

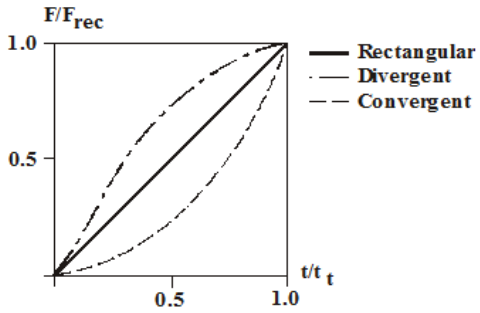
- $I(t)$= precipitazione reale al tempo t
- $I_w(t)$= perdita per imbibizione al tempo t
- $y(t)$= tirante della precipitazione nel tempo

Con queste assunzioni è possibile il calcolo dell'idrogramma di piena per ciascun bacino.

3.4.4 Stima degli idrogrammi di piena

Una **curva tempo-area** caratterizza la forma del bacino, mettendo in relazione il **tempo di deflusso**, ovvero la distanza concentrica dal punto di uscita, e la corrispondente **sotto-area del bacino**.





Il deflusso termina quando l'altezza di pioggia accumulata sull'intera superficie del bacino scende al di sotto della perdita iniziale specificata per il bacino.
Ad ogni passo temporale successivo all'inizio del deflusso, il volume accumulato in una determinata cella viene trasferito in direzione di valle. Pertanto, il volume effettivo nella cella è calcolato come un bilancio di continuità tra l'afflusso dalla cella a monte, la precipitazione corrente (moltiplicata per l'area della cella) e il deflusso verso la cella a valle. Il deflusso proveniente dalla cella più a valle rappresenta l'idrogramma di deflusso superficiale risultante.
Per tenere conto della riduzione idrologica specificata, il deflusso proveniente dalla superficie impermeabile è ridotto mediante il fattore di riduzione idrologica del bacino.

3.5 Condizioni al contorno del modello della rete a cielo aperto

Una volta implementata la geometria sono state inserite tutte le condizioni al contorno per le differenti simulazioni. Le condizioni di monte corrispondono agli idrogrammi di portata calcolati per i diversi sottobacini con tempo di ritorno di 2, 5 e 10 anni. Tali input sono stati inseriti come:

- immissioni puntuali (scarico localizzato di una rete di smaltimento delle acque meteoriche, immissione di un fossato non modellato, contributo idrologico dei bacini di monte fuori dal territorio comunale);
- immissioni distribuite (bacini composti prevalentemente da aree agricole drenate da scoline o fossati recapitanti direttamente nei collettori principali per tratti estesi).

Nei punti di interconnessione con la rete fognaria sono stati inseriti anche gli output degli scarichi simulati con il modulo CS-Network per la rete tubata.
Come condizioni di valle sono stati assegnati i livelli dei corpi idrici ricettori ritenuti cautelativi sulla base di modellazioni effettuate nell'ambito di altri progetti e verifiche e/o registrazioni di livello presso le stazioni di monitoraggio della rete di bonifica.
Infine, per l'implementazione dei dati e la taratura dei modelli sono stati utilizzati i seguenti dati di base:

- dati dei pluviometri presenti sul territorio (stazioni ARPAV, centraline del Consorzio di bonifica);
- dati dei misuratori di livello installati lungo la rete;
- dati di gestione dei manufatti regolabili lungo la rete superficiale;
- segnalazioni pervenute dai cittadini attraverso canali di comunicazione appositamente studiati per il Piano delle Acque o raccolti dagli enti nel corso di eventi passati.

3.6 Parametri della modellazione

In linea generale i principali parametri di simulazione idraulica utilizzati sono i seguenti:

- Scabrezza canali: 0,05 s/m1/3;
- Scabrezza manufatti: 0,013 s/m1/3;
- Scabrezza tratti tombinati e/o sezioni con spallette in cemento: 0,025 s/m1/3;
- Coefficiente di perdita di carico sbocco tombinamenti/condotte: formula di Borda;
- Coefficiente di perdita di carico imbocco tombinamenti/condotte: perdita sbocco/2.

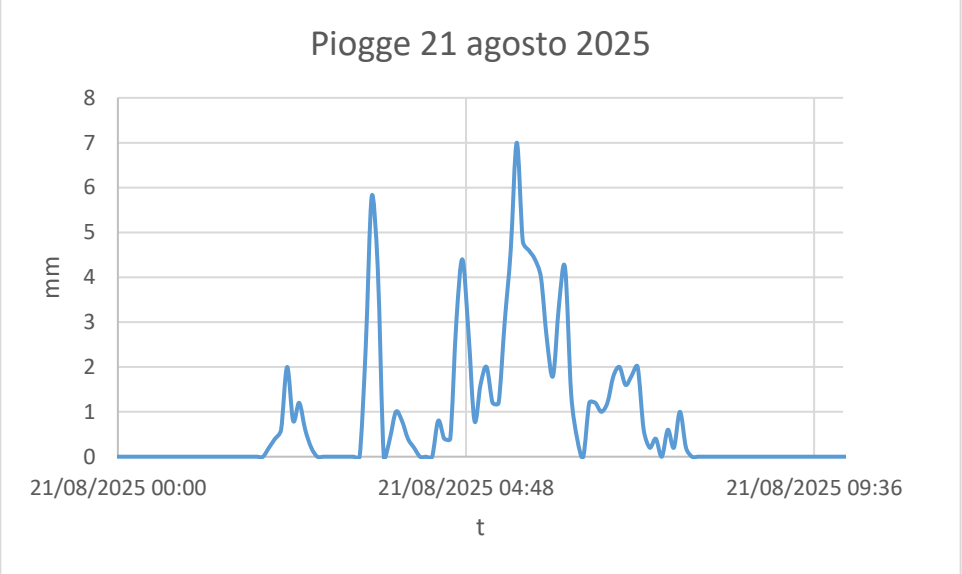
Sono stati inoltre utilizzati diversi coefficienti di scabrezza sulla base del materiale delle condotte modellate.

4. TARATURA

Per la taratura dei modelli si sono utilizzati tutti i dati disponibili, in particolare sono stati utilizzati rilievi di livello e portata forniti dagli Enti ove possibile, alternativamente il modello è stato messo a punto sulla base di eventi noti che hanno avuto un ampio impatto sulla città per i quali sono state raccolte le segnalazioni dei cittadini.

L'evento principale sul quale sono stati "messi a punto" i modelli è quello del 21 agosto 2025, evento con tempo di ritorno stimato pari a 30-50 anni nel territorio comunale che ha generato diversi allagamenti nell'intera città. Mediante le segnalazioni che sono state raccolte a valle dell'evento è stato possibile ricostruire le zone maggiormente colpite e verificare i modelli sulla base di tali informazioni.

Nella seguente immagine si riporta lo ietogramma di precipitazione rilevato dalla stazione pluviometrica dell'Orto Botanico di Padova per l'evento del 21 agosto 2025.



Nel seguito per ognuno dei modelli implementati si riporterà un sunto del lavoro di calibrazione.

4.1 Modello del bacino Fossetta

Per il bacino Fossetta il modello implementato comprende una rete di circa 211 km di condotte, 6000 nodi, 20 strutture (pompe, sfioratori) e circa 23 km di canali a cielo aperto modellati come river.

Per la taratura l'ente ha fornito i dati disponibili da due diverse campagne di misurazione di portata e livello con cui sono state calibrate le parti ovest e est del modello. Gli eventi di riferimento per le due piogge sono il 13 dicembre 2023 e l'8 dicembre 2024. Le piogge utilizzate per la calibrazione sono piogge considerate non critiche in quanto non provocano allagamenti nel territorio ma che tuttavia sollecitano la rete dando un'indicazione delle portate e dei livelli che si verificano anche per piogge ordinarie aventi bassa intensità ma lunga durata.

Le piogge utilizzate sono riportate nei seguenti grafici.

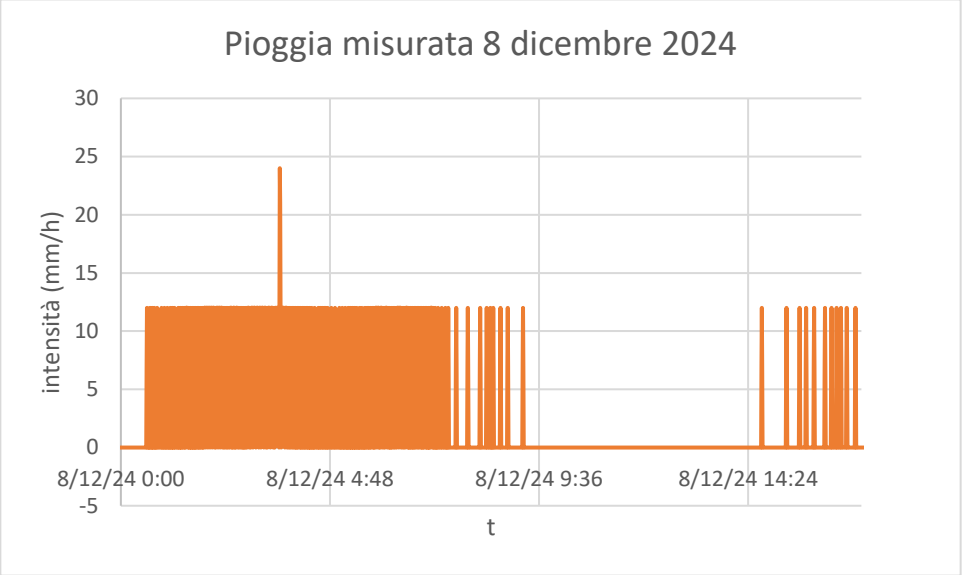


Figura 8- Pioggia misurata dal pluviometro il giorno 8 dicembre 2024

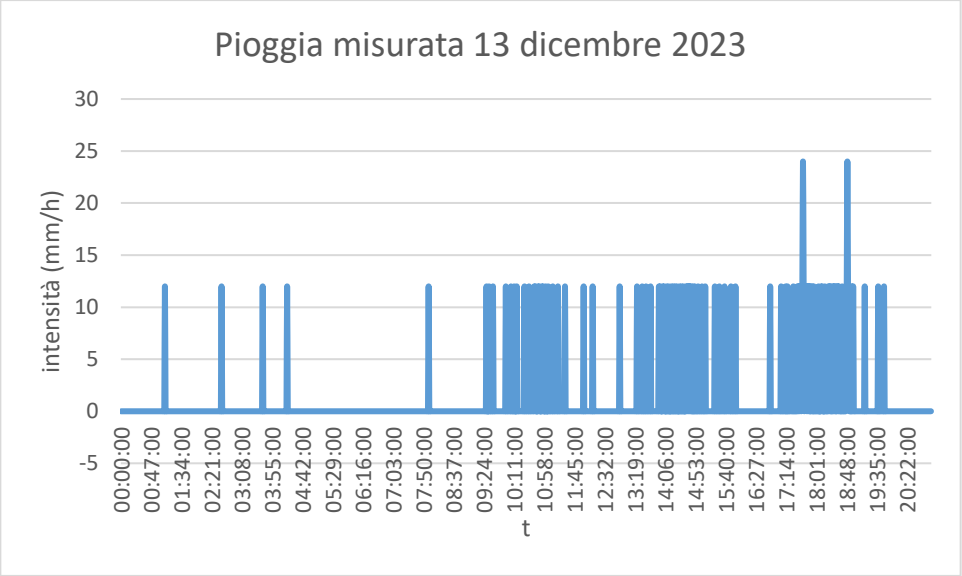


Figura 9- Pioggia misurata dal pluviometro il giorno 13 dicembre 2023

I misuratori di portata e livello sono stati posizionati come indicato nell'immagine di seguito riportata:



Figura 10-posizione dei misuratori di livello e portata posizionati nel bacino Fossetta e utilizzati per la calibrazione

La dipendenza idraulica tra i punti di misura eseguiti nella campagna di monitoraggio è schematizzata mediante il diagramma di flusso di seguito riportato, in rosso sono riportati i misuratori posizionati durante la campagna di rilievi del 2024, in grigio la campagna del 2023.

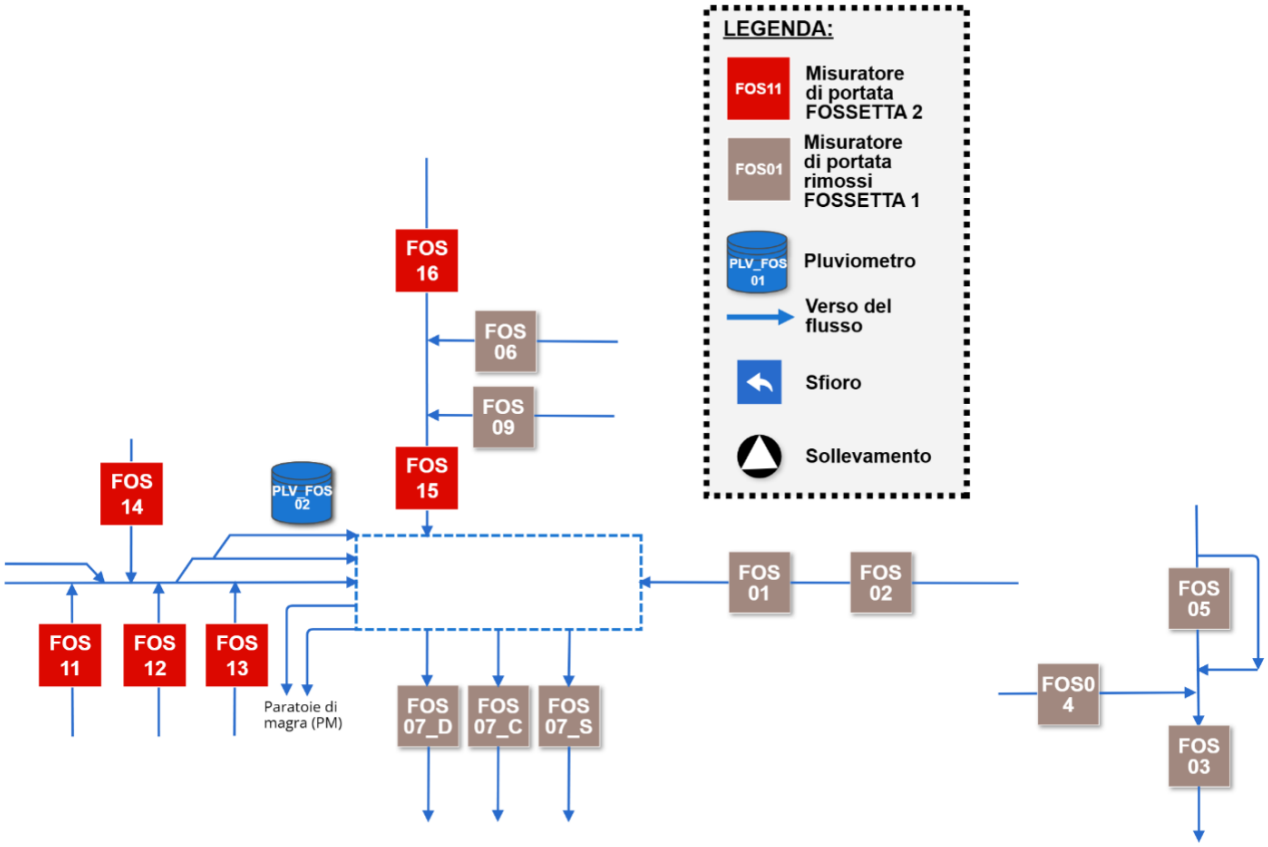


Figura 11-diagramma di flusso che mostra il collegamento tra i bacini afferenti ai misuratori di portata utilizzati per la calibrazione del modello del Fossetta (fonte: SERVIZIO DI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DELLE PORTATE ALL'INTERNO DELLE RETI FOGNARIE DEL COMUNE DI PADOVA (PD) – ZONA DI PADOVA NORD – FOSSETTA 2 redatta da Almaviva Bluebit per conto di Acegas Aps Amga)

Nel seguito si riportano alcuni confronti tra i dati misurati e quelli modellati per alcuni punti di misura esemplificativi.

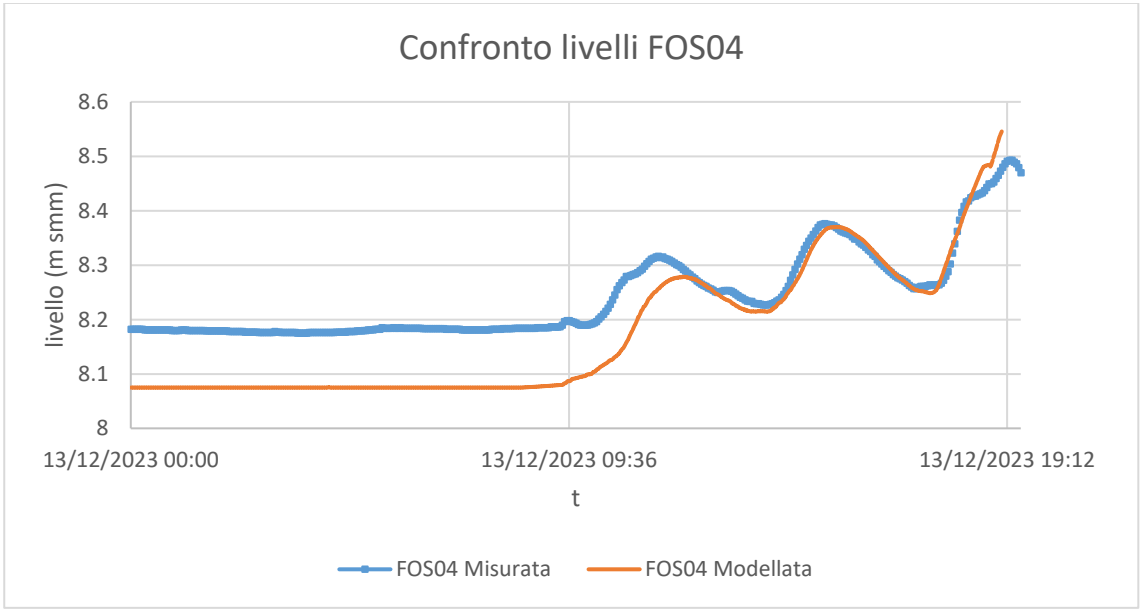


Figura 12- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS04

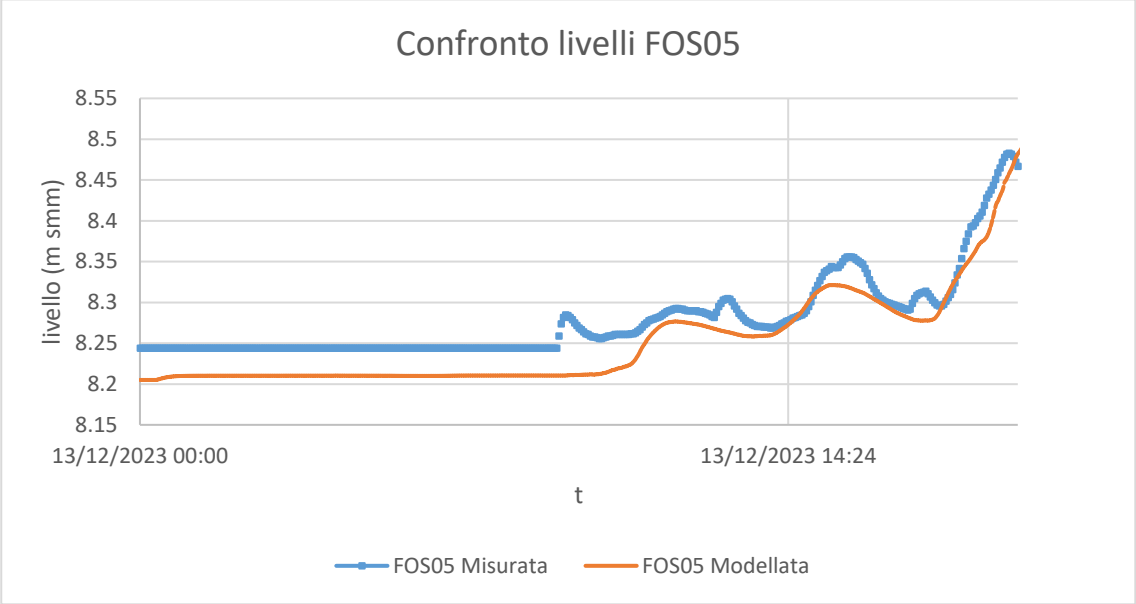


Figura 13- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS05

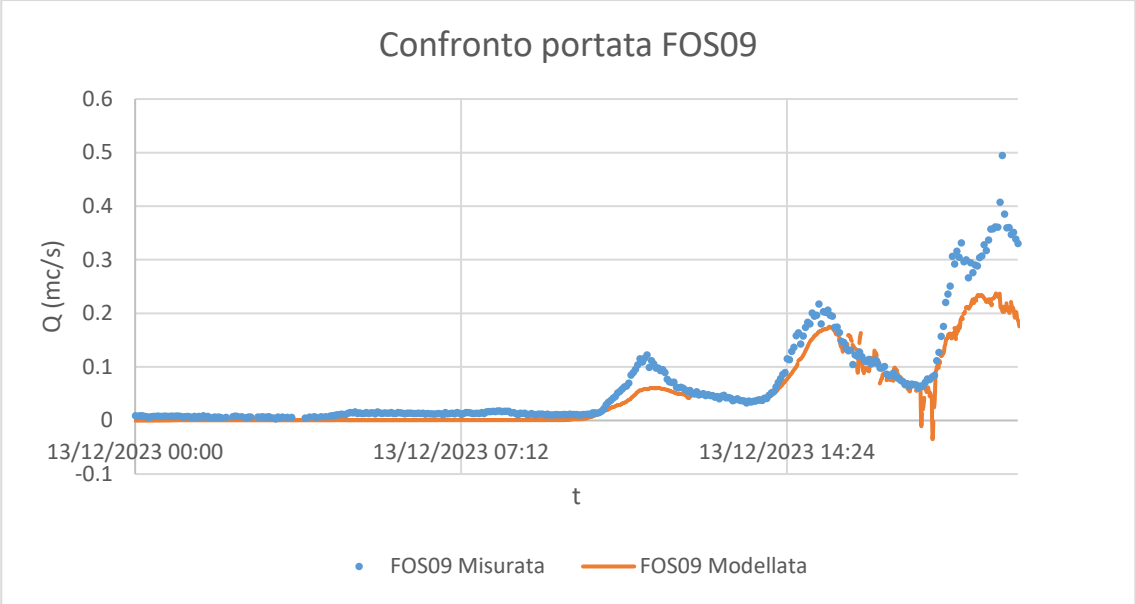


Figura 14- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS09

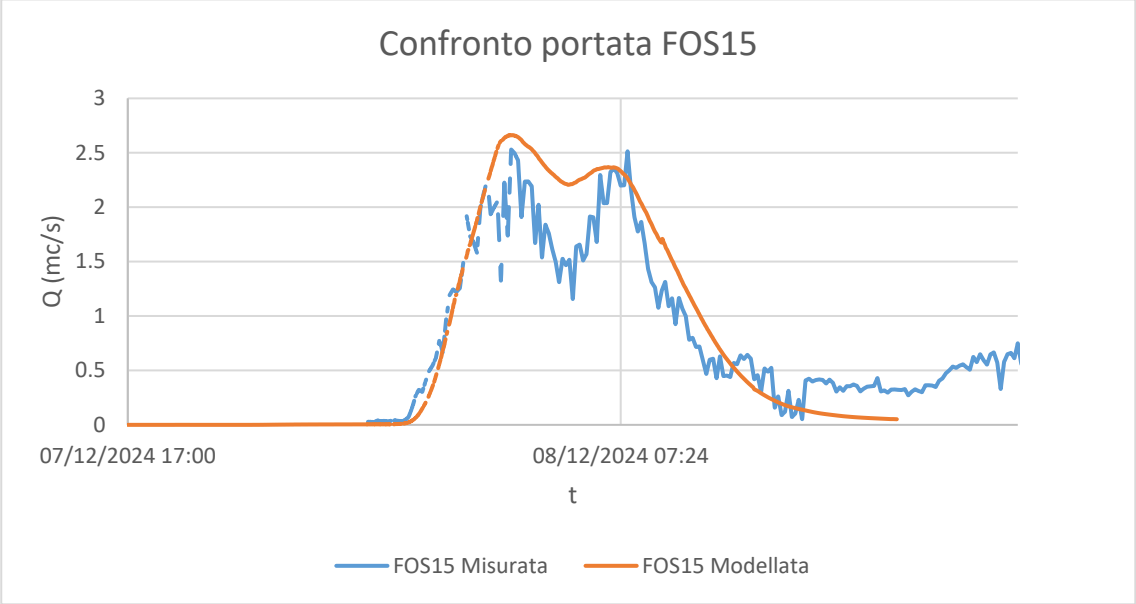


Figura 15- Confronto tra livelli misurati dal misuratore (in blu) e i livelli ottenuti dalla modellazione (arancio) nel misuratore denominato FOS15

Infine, ai fini della calibrazione complessiva, è stato simulato l'evento particolarmente critico del 21 agosto 2025; nel seguito si riporta il confronto tra i risultati forniti dal modello e le segnalazioni raccolte in occasione di tale evento.
Si osserva come l'area dell'Arcella, per la quale le segnalazioni risultano diffuse, presenti un quadro di criticità coerente con quanto restituito dalla modellazione idraulica, analogamente a quanto emerso per la zona di via del Giglio e via Padre Ramin.
In altri ambiti del territorio comunale, invece, le criticità evidenziate dal modello non trovano una piena corrispondenza nelle segnalazioni pervenute durante l'evento. Tale discrepanza può essere ragionevolmente attribuita a interventi e modifiche recenti del sistema di drenaggio che potrebbero aver localmente alterato le modalità di deflusso delle acque, producendo effetti migliorativi non completamente rappresentati nello stato attuale della modellazione.

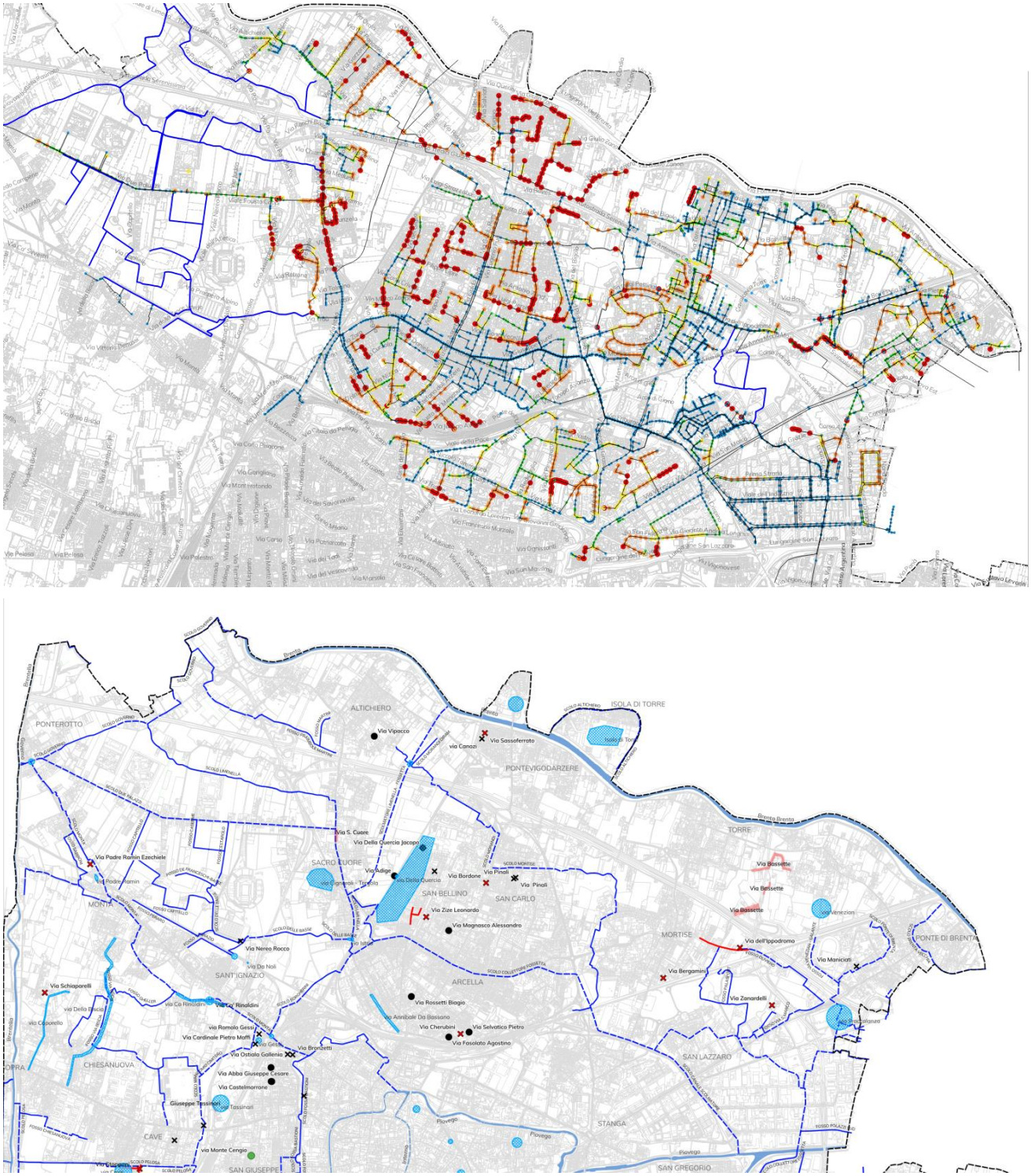


Figura 16- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Fossetta per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale

4.2 Modello Brusegana

Per il bacino Montà-Brusegana è stato implementato un sistema costituito da 3798 nodi, 3947 condotte e una decina di strutture per un totale di circa 178 km di rete modellata.

Per la taratura del modello sono stati utilizzati i dati forniti dai misuratori posati durante la campagna avvenuta tra dicembre 2025 e gennaio 2026.

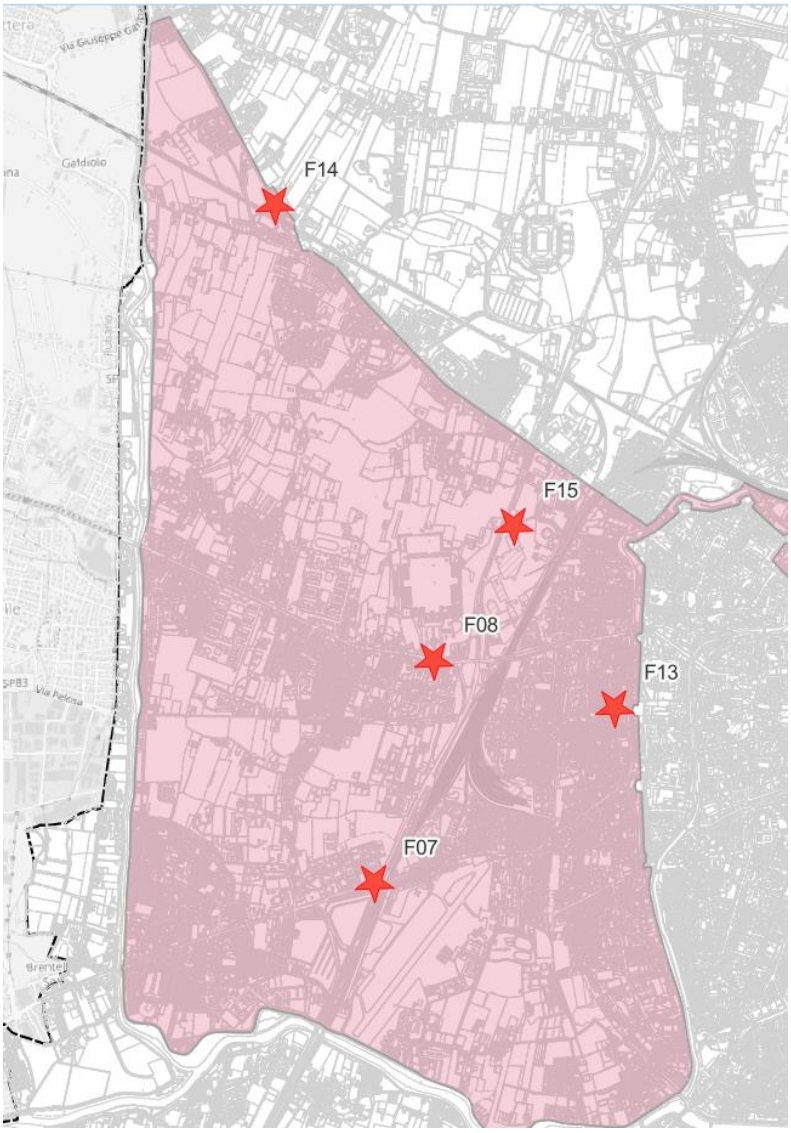
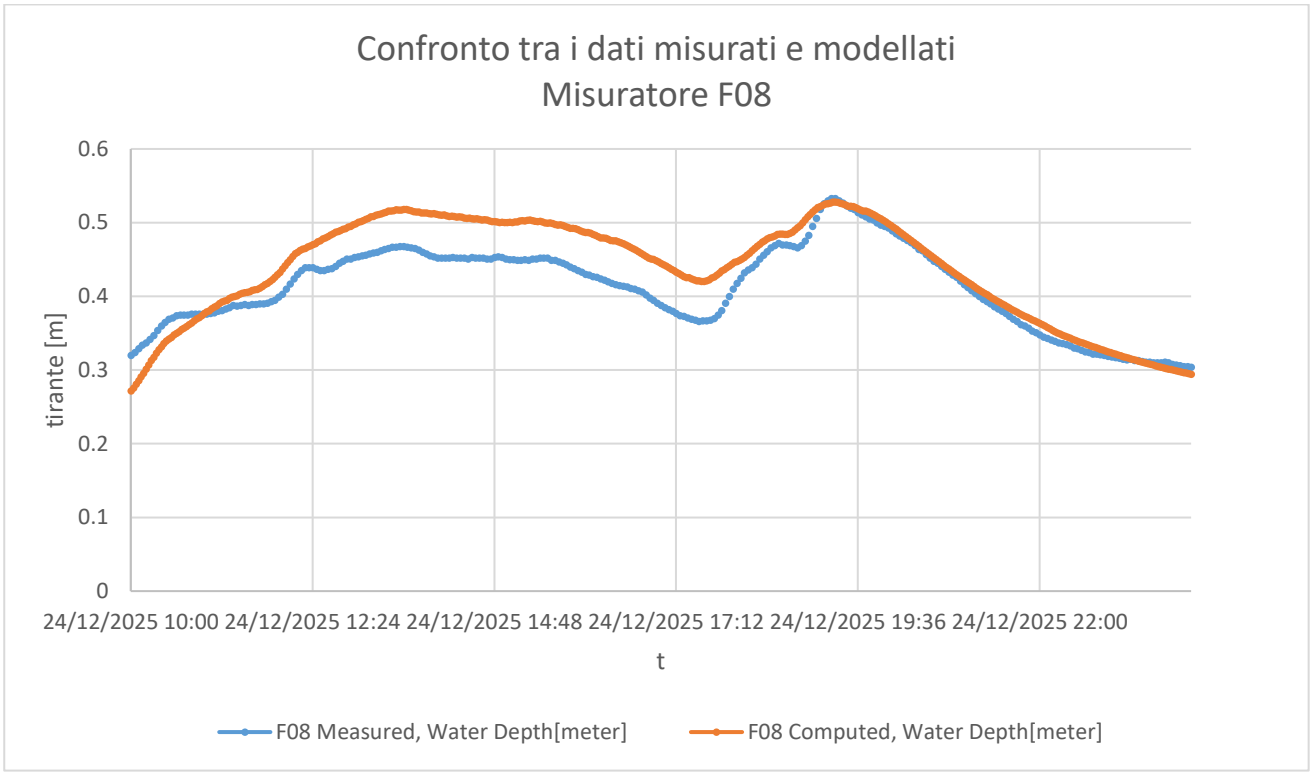
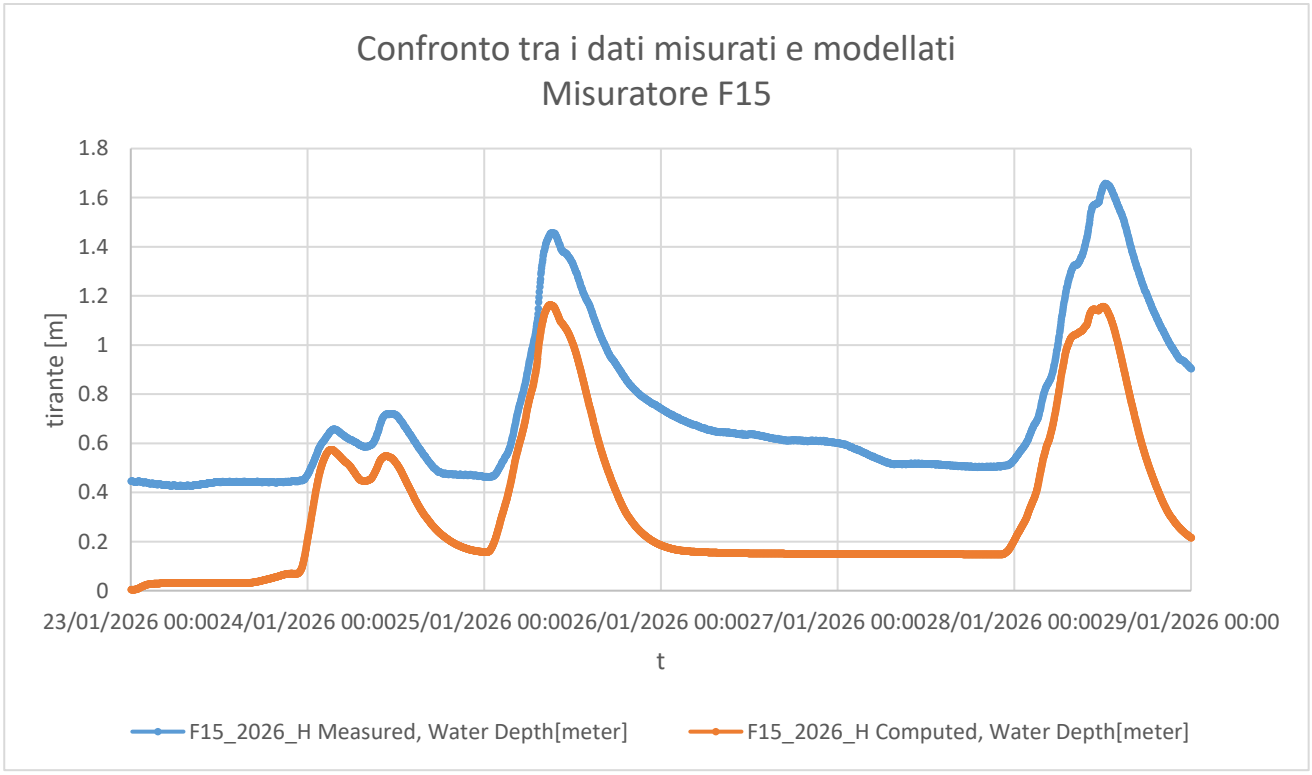
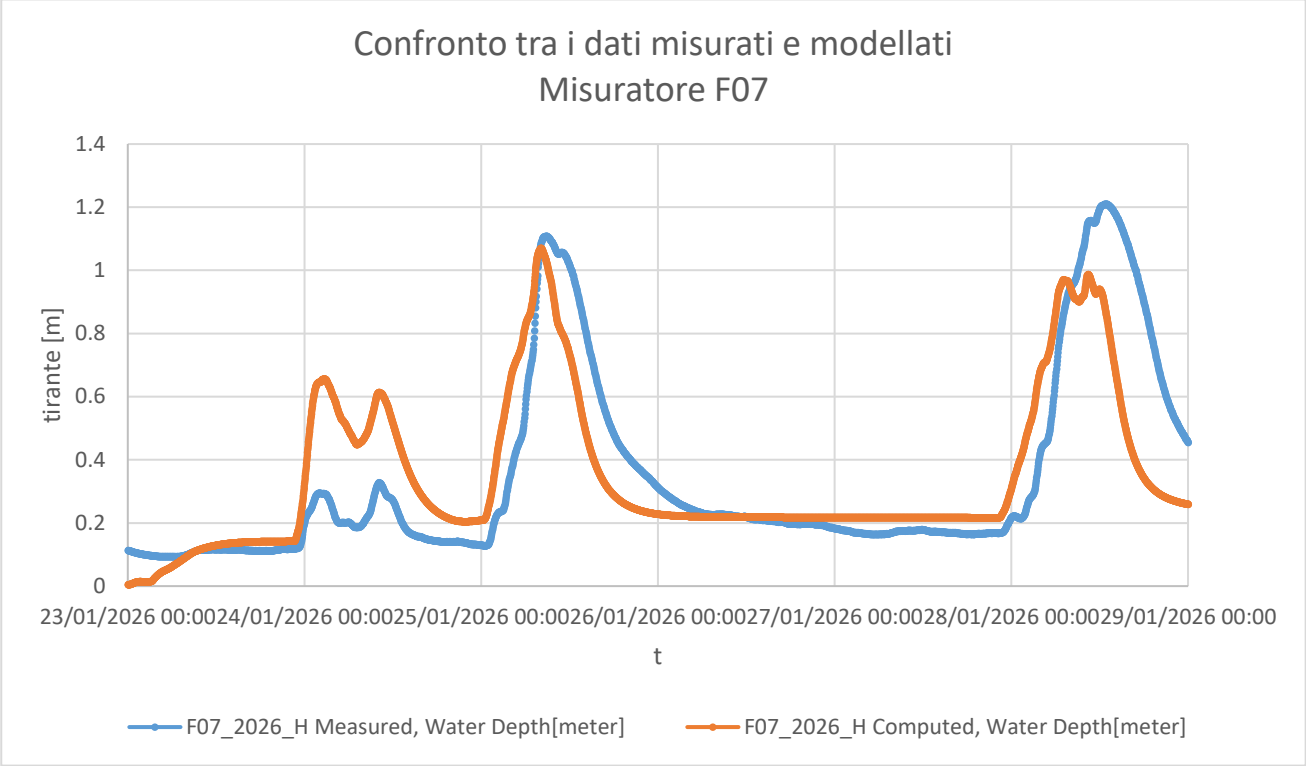


Figura 17- Posizione dei misuratori di portata e livello posati durante la campagna di misure del 2025/2026 nel bacino Brusegana

Nelle seguenti immagini si riportano i principali risultati ottenuti a seguito del processo di taratura.


Confronto tra i dati misurati e modellati
Misuratore F08
tirante [m]
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
24/12/2025 10:00 24/12/2025 12:24 24/12/2025 14:48 24/12/2025 17:12 24/12/2025 19:36 24/12/2025 22:00
t
F08 Measured, Water Depth[meter]
F08 Computed, Water Depth[meter]


Confronto tra i dati misurati e modellati
Misuratore F15
tirante [m]
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
23/01/2026 00:0024/01/2026 00:0025/01/2026 00:0026/01/2026 00:0027/01/2026 00:0028/01/2026 00:0029/01/2026 00:00
t
F15_2026_H Measured, Water Depth[meter]
F15_2026_H Computed, Water Depth[meter]



Il confronto tra i dati modellati e quelli misurati evidenzia, nel complesso, una buona corrispondenza, pur con alcune difformità localizzate che non compromettono la rappresentazione dell'andamento generale dei livelli.

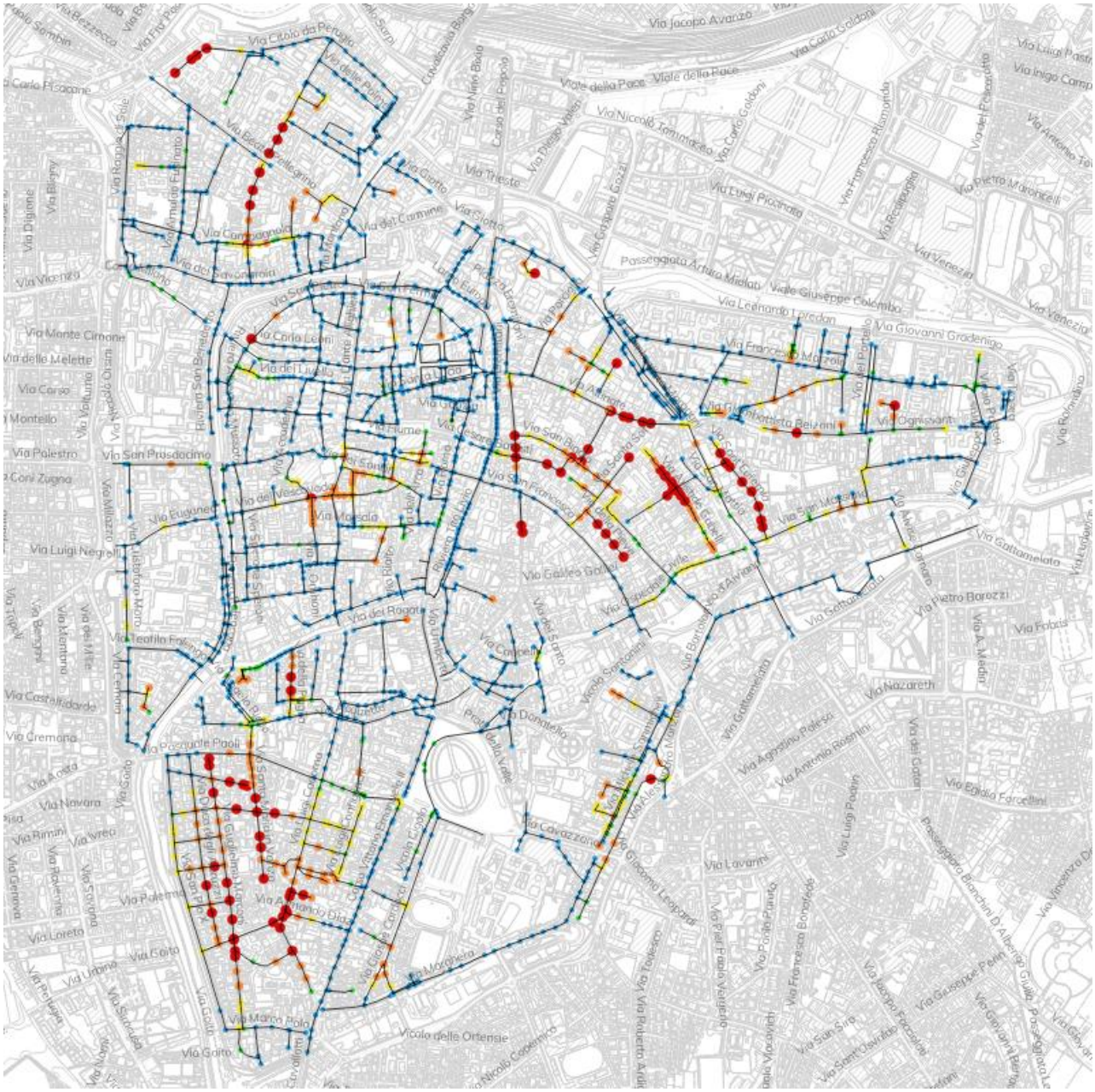
Il bacino Brusegana è caratterizzato da una rete di drenaggio particolarmente fitta e complessa, realizzata in epoche diverse e potenzialmente interessata da criticità non ancora completamente rilevate nelle campagne conoscitive svolte. Le differenze riscontrate tra modello e misure possono pertanto essere in parte ricondotte alla complessità e alla conformazione della rete esistente.
Eventuali successivi aggiornamenti del Piano potranno consentire ulteriori approfondimenti, finalizzati a migliorare la conoscenza del sistema e ad affinare la rappresentazione modellistica delle criticità locali.

4.3 Modello del Centro Storico

Per il bacino del Centro Storico è stato implementato un sistema costituito da 1980 nodi, 2020 condotte e una decina di strutture per un totale di circa 65 km di rete modellata.

Per la taratura del modello implementato nel centro storico le segnalazioni disponibili sono risultate limitate, in quanto l'evento del 21 agosto non ha prodotto danni significativi nell'area in esame. La calibrazione del modello è stata pertanto condotta sulla base delle informazioni fornite dagli enti competenti, che hanno consentito di individuare i punti della rete storicamente più critici dal punto di vista idraulico.

Nel seguito sono riportati i principali risultati delle analisi effettuate.


Via Jacopo Avanzo
Viale della Pace
Via Luigi Piacenza
Via Venezia
Via Monte Cimone
Via Corso
Via Palestro
Via San Prosdocimo
Via Luigi Negrelli
Via Cremona
Via Gattamelata
Via Pietro Borozzi
Via Nazareth
Via Loreto
Via Goito
Via Marco Polo
Vicolo delle Ortensie
Via Lavarini

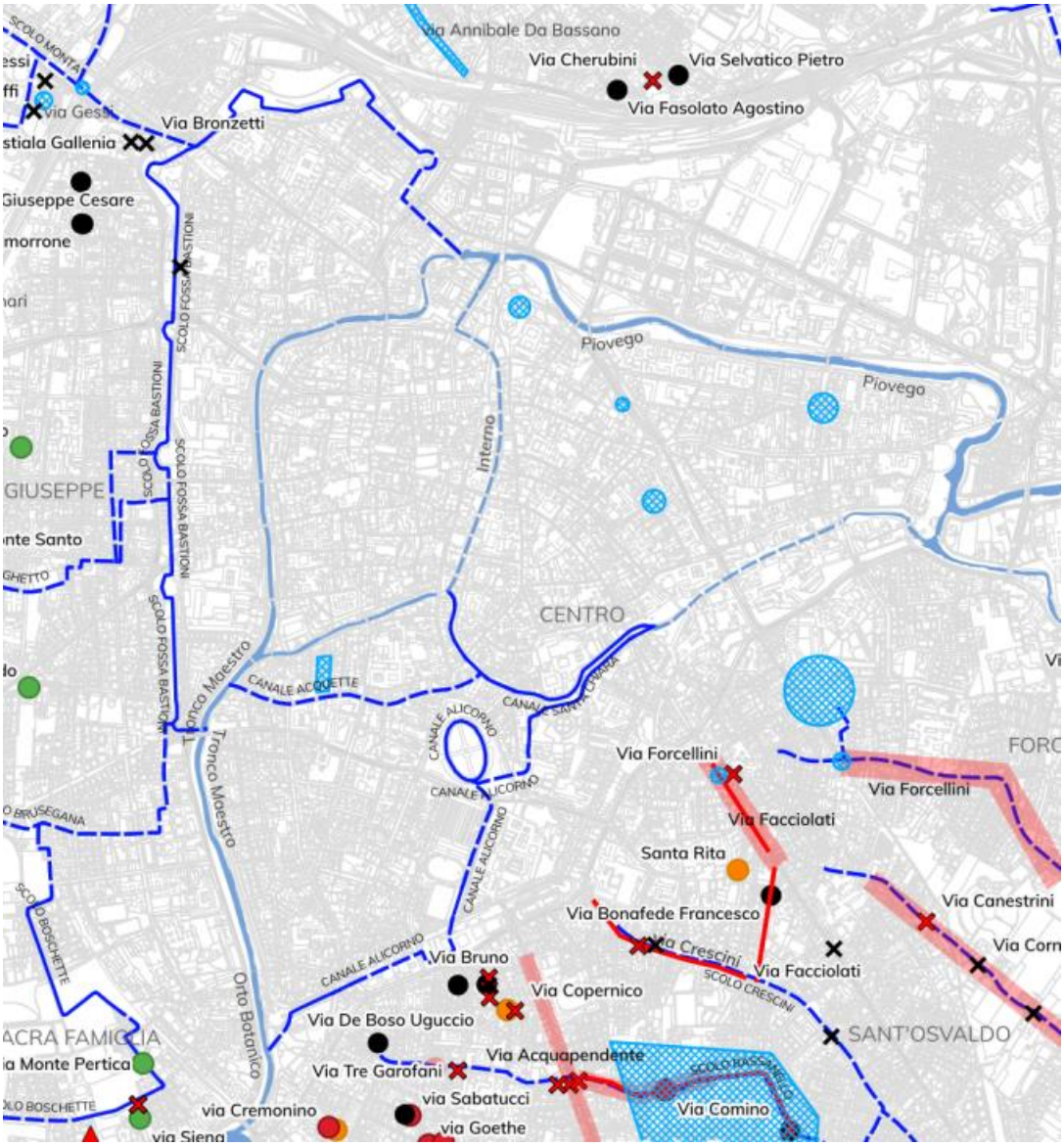


Figura 18- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel centro storico per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dagli enti derivanti da criticità note

Dal confronto effettuato emerge che, nelle aree segnalate dagli enti, il modello conferma il superamento del piano campagna, evidenziando inoltre alcune ulteriori possibili zone critiche. In particolare, nel quartiere Città Giardino la rete sembra andare in sofferenza a causa dell'altimetria più depressa del piano campagna; mentre nell'area di Santa Sofia e degli ospedali le criticità appaiono legate a un certo grado di incertezza residuo sui collegamenti della rete, non rilevabili in questa fase.

4.4 Modello Padova Sud (o bacino Forcellini)

Il bacino di Padova Sud è stato implementato inserendo circa 73 km di condotte, circa 2000 nodi e 20 manufatti tra sfiori, stazioni di sollevamento e bocche tarate.

La calibrazione del modello è stata effettuata utilizzando:

- per il quartiere Forcellini i dati resi disponibili da Acegas Aps Amga raccolti durante una campagna di misurazione temporanea effettuata nel 2018, utilizzando come evento di riferimento quello del 2 febbraio 2018 di cui si riportano le piogge misurate:

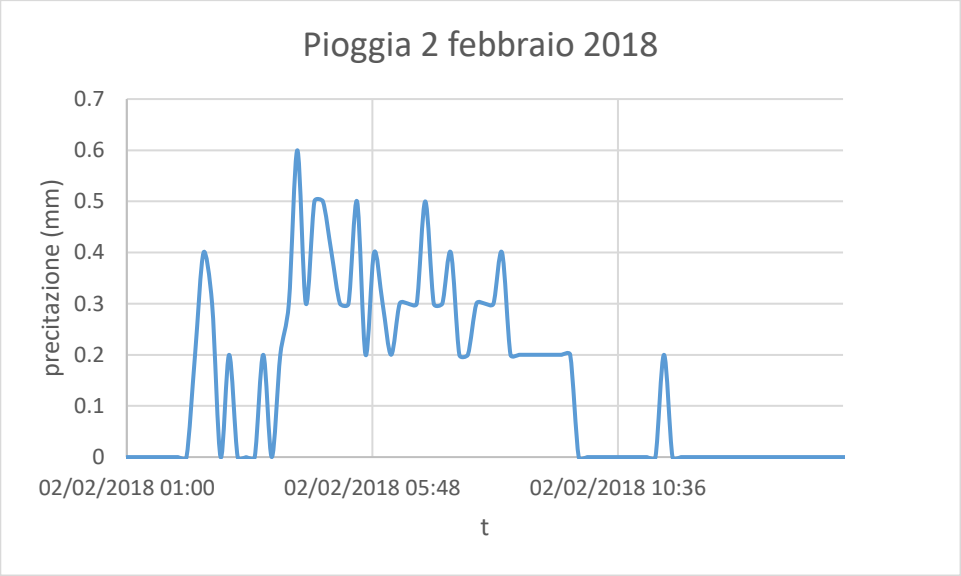


Figura 19-dati pluviometrici registrati per il 2 febbraio 2018

- per la parte ovest del bacino sono stati utilizzati i misuratori posati durante la campagna di misurazione di dicembre 2025/gennaio 2026;
- per la restante area del modello invece si è preso come riferimento l'evento del 21 agosto 2025 utilizzando come confronto le segnalazioni pervenute dai cittadini e dagli enti sull'area di interesse.

Nel seguito sono riportati i risultati dell'analisi condotta.

4.4.1 Calibrazione quartiere Forcellini

La campagna di misurazione effettuata da Acegas Aps Amga nel 2018 si è concentrata nel quartiere Forcellini, i misuratori sono stati distribuiti lungo la dorsale principale in via Forcellini. Nella seguente immagine si riporta la posizione indicativa dei misuratori di portata e livello utilizzati per la calibrazione.

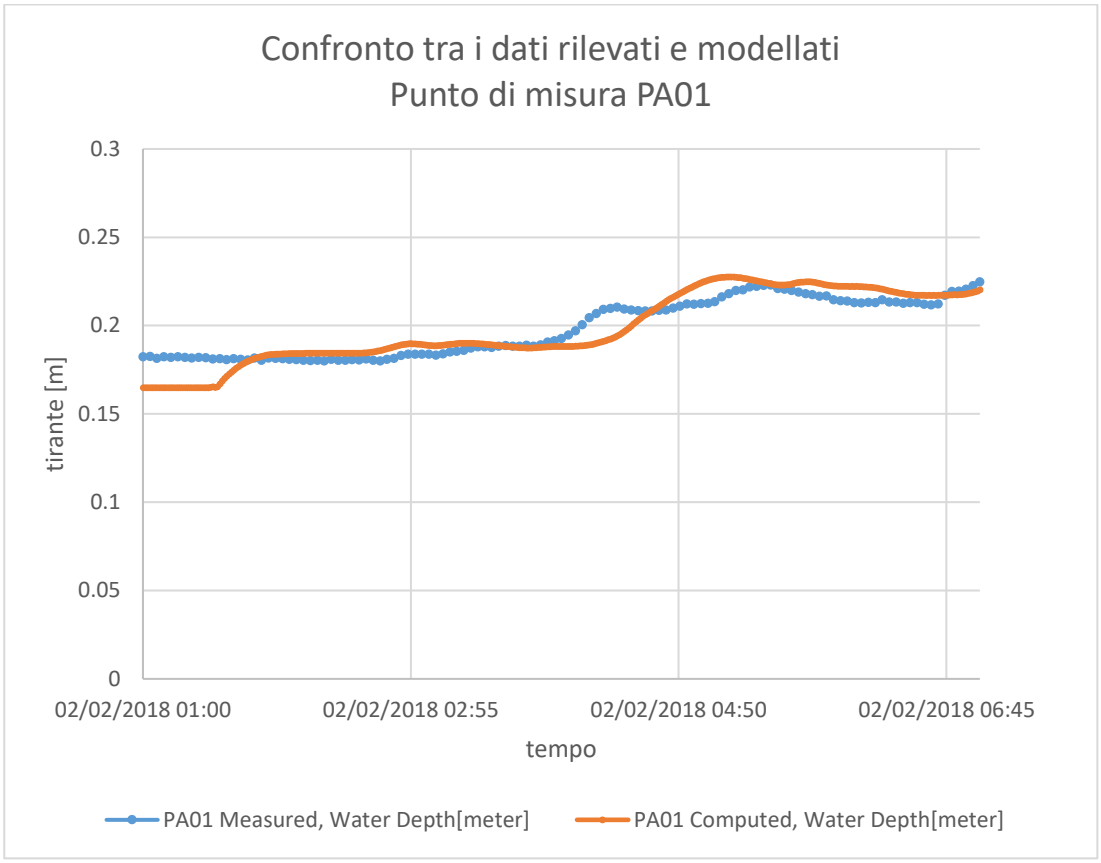
Punti di misura			
ID punto	**Collettore**	**Sezione**	**Bacini affluenti**
PA01	Forcellini	SCAT 1,1x1,1	1
PA02	Forcellini	SCAT 1,4x1,4	1+2
PA03	Prosdocimi	OVO 0,6x0,9	3
PA04	Forcellini	SCAT 1,45x1,4	1+2+3+4

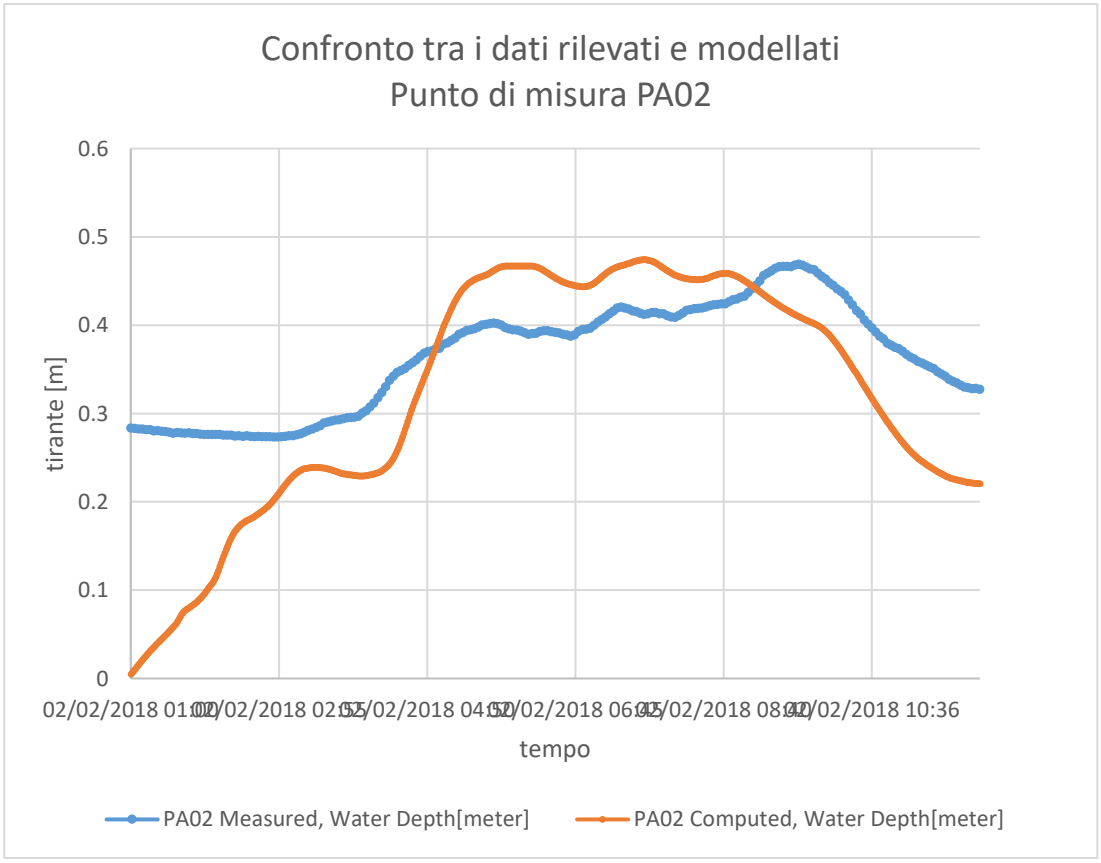


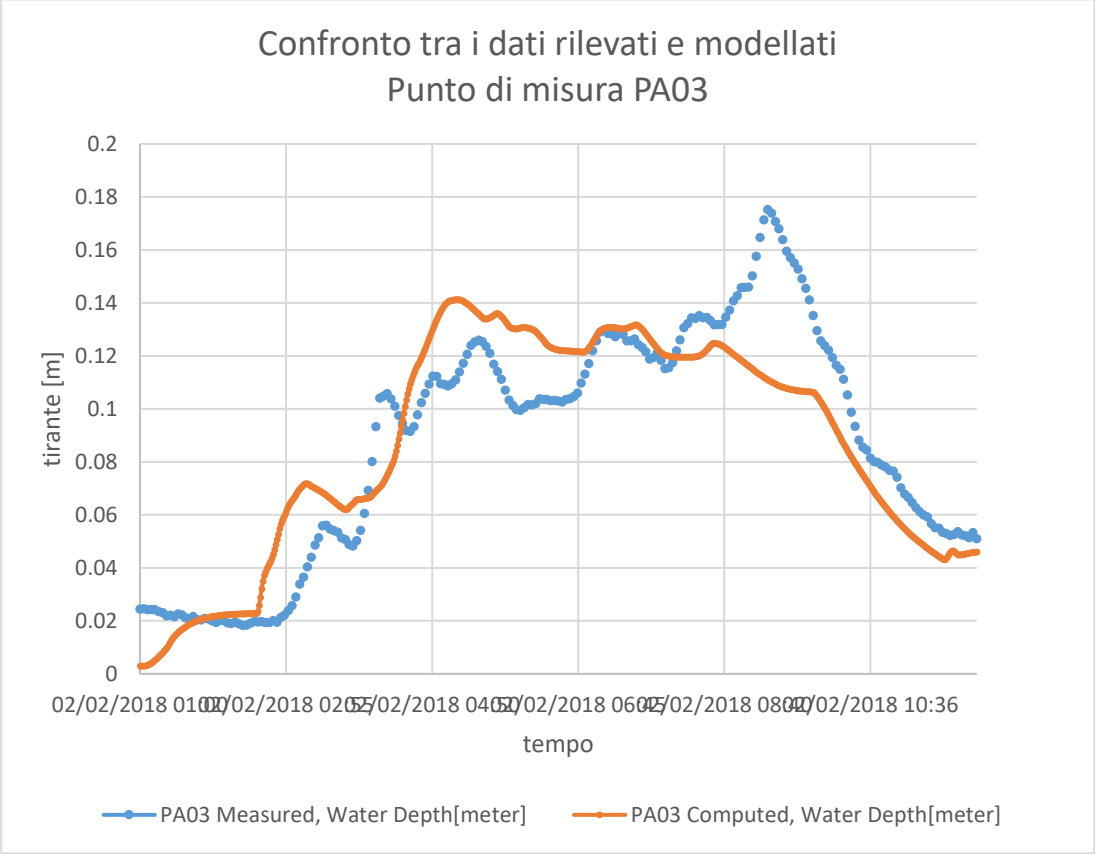
Figura 20- Punti di rilevazione del livello lungo la dorsale di via Forcellini

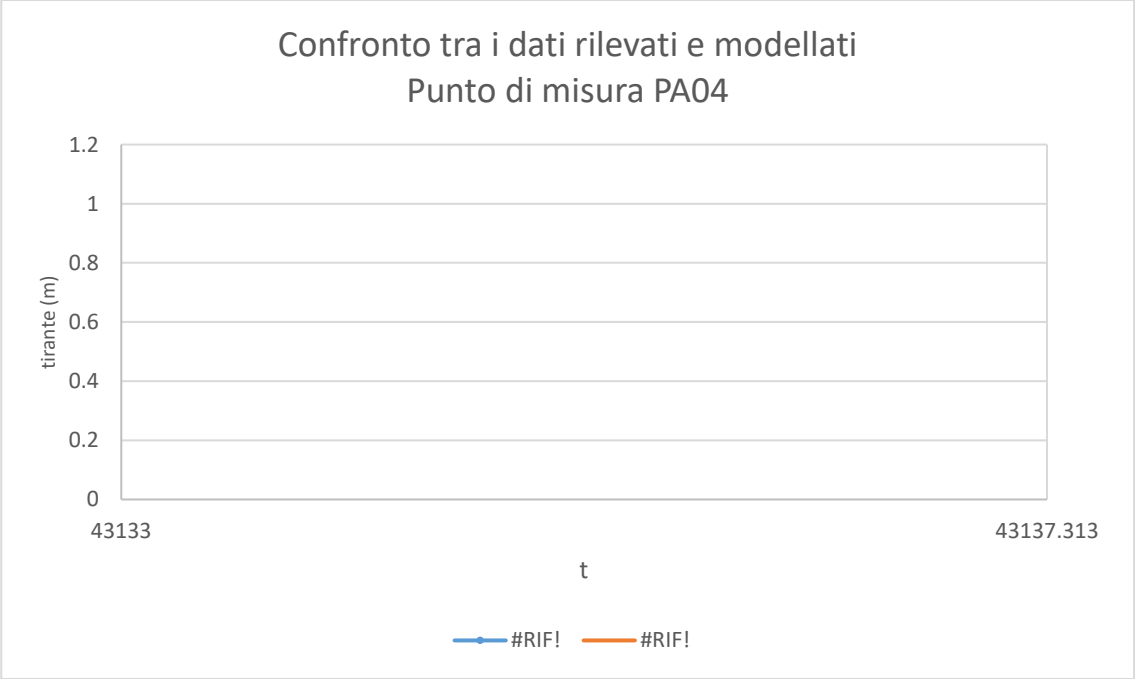
I dati misurati nel 2018 sono validi per la configurazione della rete in quel preciso momento storico, per la taratura si è dunque agito sul modello in modo da renderlo il più possibile fedele allo stato di fatto dell'epoca. In particolare non sono state considerate alcune opere realizzate post-2018 come lo scarico della porzione nord del bacino Forcellini situato nella zona nord di via Gattamelata e altre modifiche che hanno comportato una variazione nella modalità di scarico della rete.

La calibrazione del modello è stata effettuata modificando i valori di permeabilità del terreno e di scabrezza delle condotte, si riportano nel seguito alcuni confronti tra livelli misurati e modellati.


Confronto tra i dati rilevati e modellati
Punto di misura PA01
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
tirante [m]
02/02/2018 01:00
02/02/2018 02:55
02/02/2018 04:50
02/02/2018 06:45
tempo
PA01 Measured, Water Depth[meter]
PA01 Computed, Water Depth[meter]


Confronto tra i dati rilevati e modellati
Punto di misura PA02
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
tirante [m]
tempo
PA02 Measured, Water Depth[meter]
PA02 Computed, Water Depth[meter]





Il processo di calibrazione mira ad ottenere risultati quanto più simili lungo tutta la dorsale ai valori di riferimento. Come mostrato dai grafici, nel caso in esame vi sono delle somiglianze nell'andamento, tuttavia non sono rappresentati in modo totalmente analogo gli andamenti dei livelli, in particolare nei misuratori PA02 e PA03 è evidente come il picco

di livello modellato sia “ritardato” rispetto a quello misurato. Tale discrepanza deriva probabilmente dalle difformità tra la rete modellata e l’andamento originario della rete nel 2018 difficilmente ricostruibile a posteriori.

4.4.2 Calibrazione parte ovest del bacino

Per la valutazione della calibrazione nella parte ovest del bacino si è fatto riferimento alla campagna di rilievi effettuata tra dicembre 2025 e gennaio 2026.
Nel bacino Forcellini è presente un solo punto di misura derivante da questa campagna di rilievo ed è posizionato in via Tre Garofani come mostrato dalla seguente immagine.



Figura 21- posizionamento dei punti di misura nella campagna di misurazione del 2025/2026 di Acegas

La modellazione dell’evento piovoso poco intenso avvenuto il 25 gennaio 2026 porta al seguente risultato:

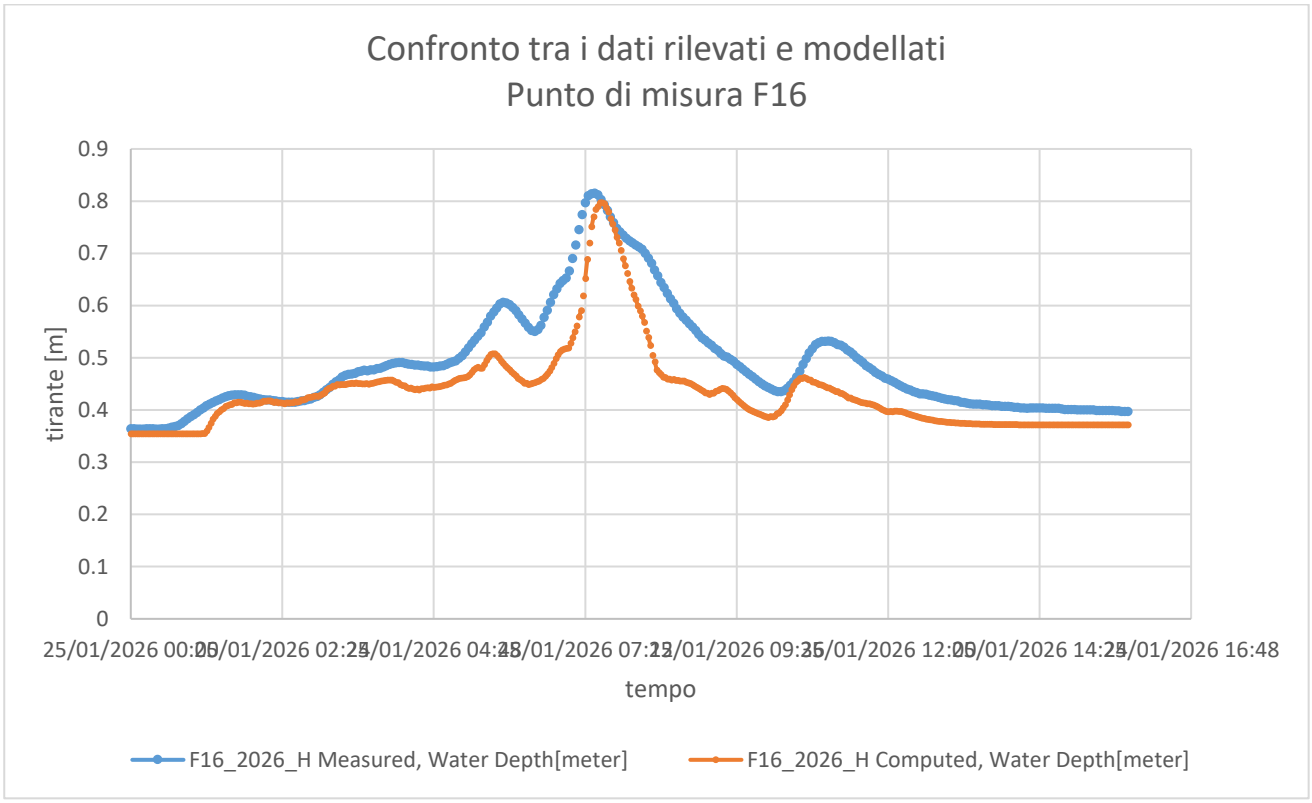


Figura 22- Confronto tra i dati di livello misurati (in azzurro) e modellati (in arancio) nel misuratore F16

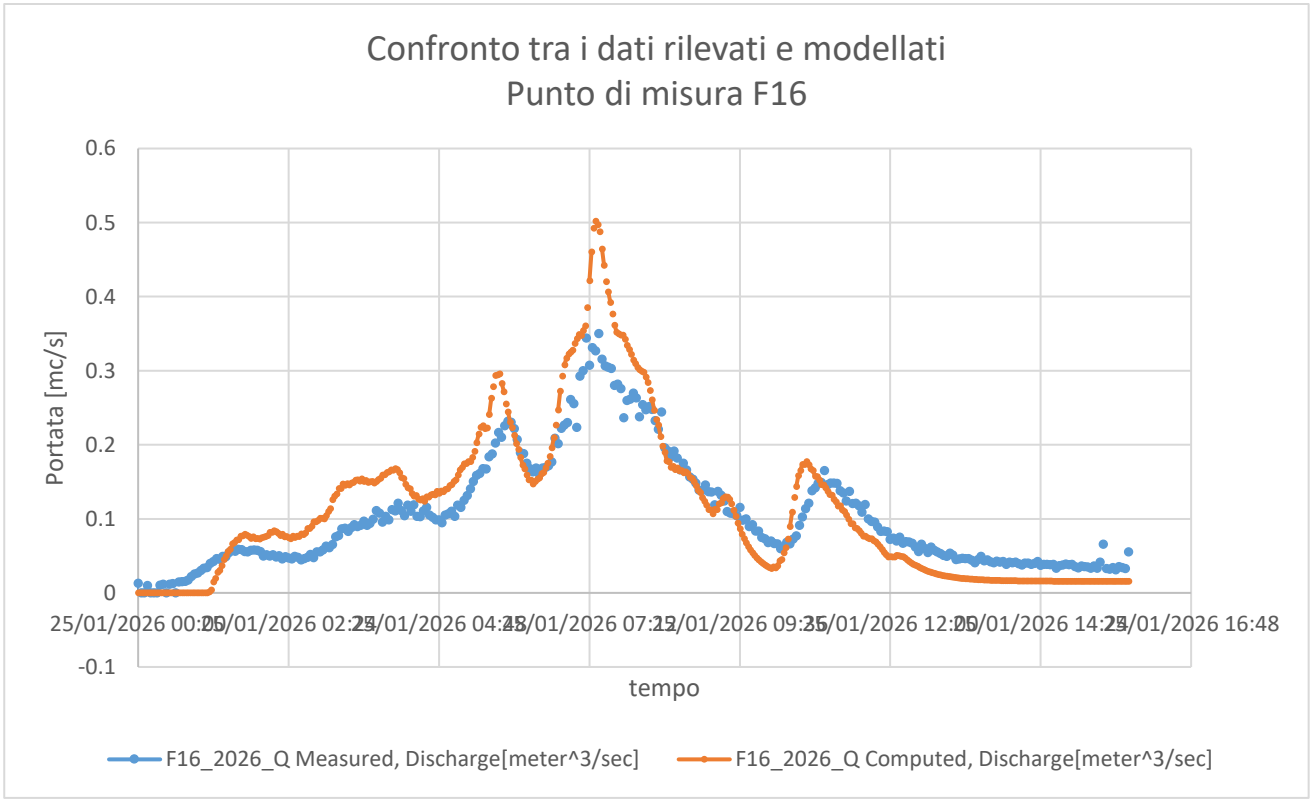


Figura 23- Confronto tra i dati di portata misurati (in azzurro) e modellati (in arancio) nel misuratore F16

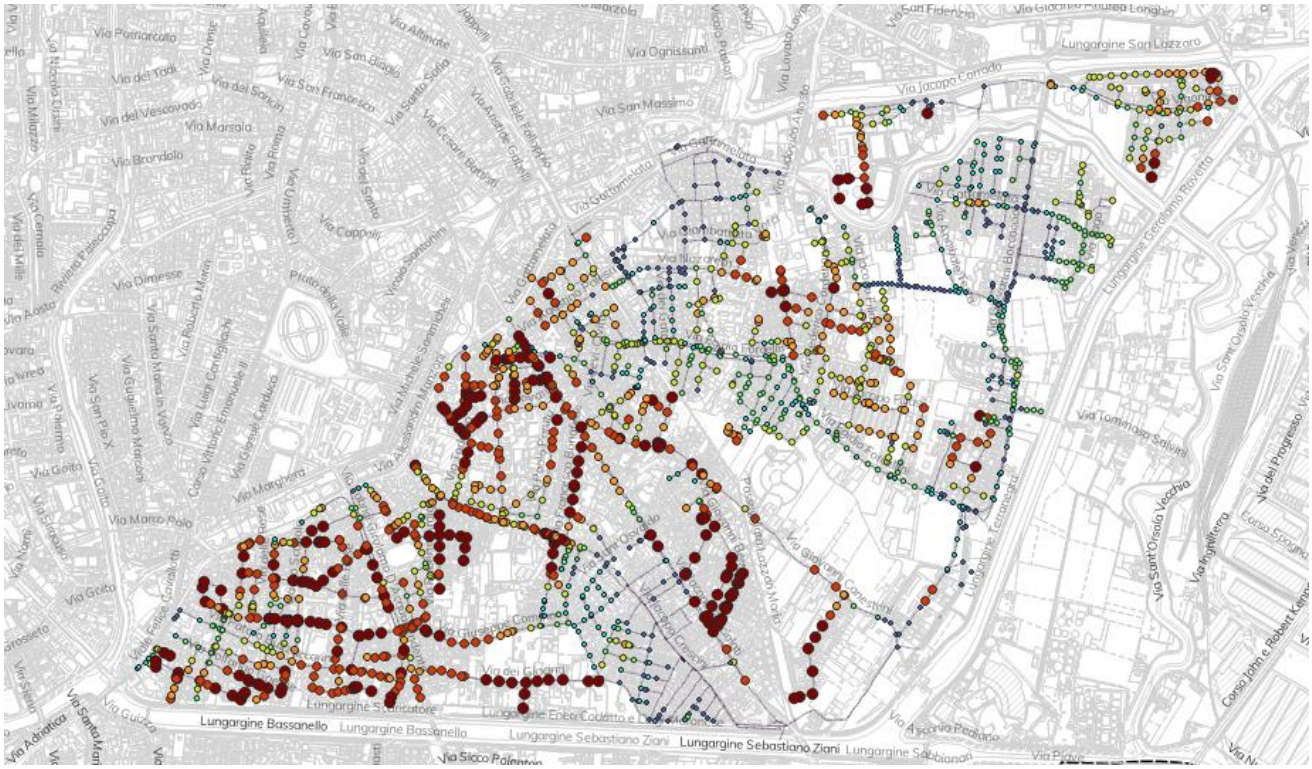
Dai grafici mostrati si evince una buona rispondenza nei livelli modellati, mentre nelle portate il modello simula un picco leggermente maggiore rispetto ai dati misurati. Questo effetto di smorzamento osservato nella realtà potrebbe essere

riconducibile a una diminuzione della velocità in rete, dovuta a percorsi tortuosi o contropendenze che non sono state modellate accuratamente. Nonostante queste leggere differenze tuttavia il modello riproduce i dati misurati in modo piuttosto accurato, soprattutto in termini di livello.

4.4.3 Zone non coperte da misuratori

Per valutare la bontà del modello nelle zone in cui non sono disponibili misurazioni in campo per la taratura è stato utilizzato l'evento del 21 agosto 2025 confrontando i risultati ottenuti con i dati raccolti sul territorio in termini di estensione degli allagamenti.

Nella seguente immagine sono mostrati in rosso i nodi in cui il livello dell'acqua risulta superiore al piano campagna sovrapposti con le segnalazioni pervenute (maggiormente visibili nella tavola 09.00-Criticità idrauliche e allagamenti segnalati).



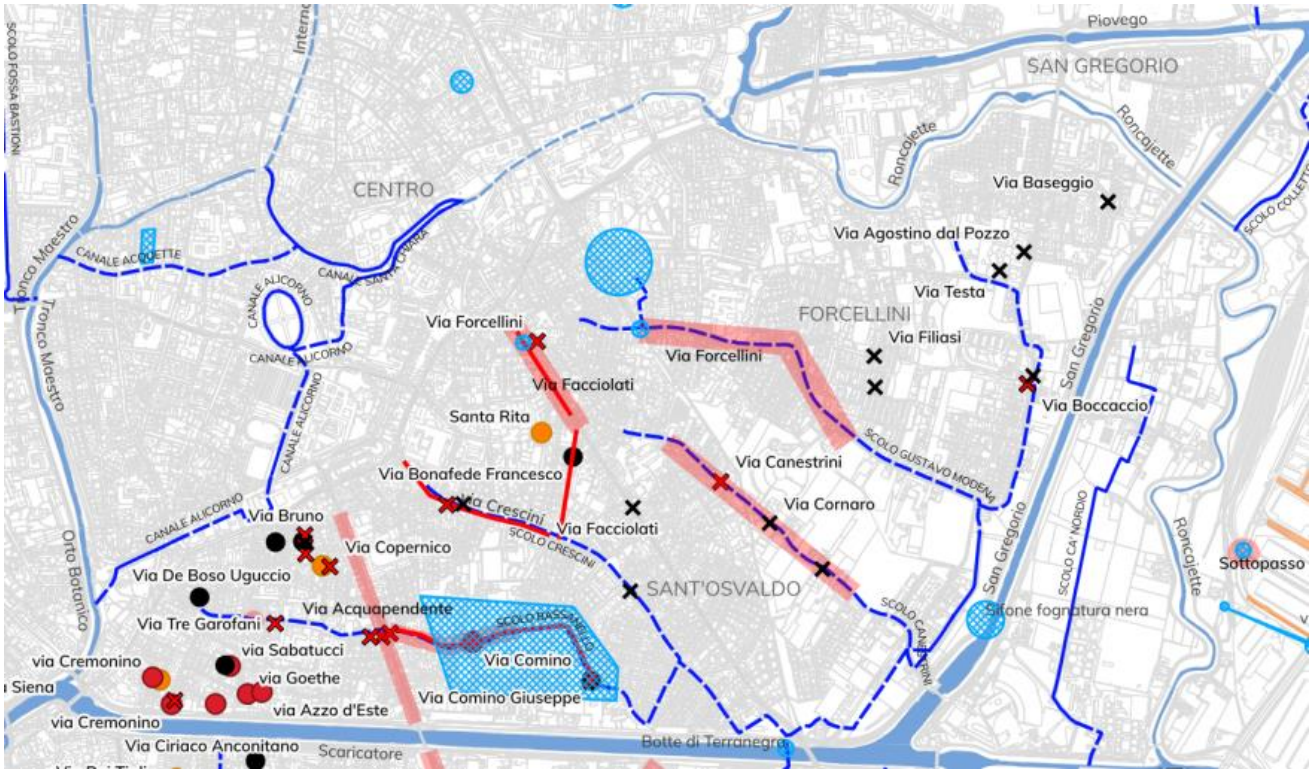


Figura 24- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Forcellini per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale

Si osservi che l'area maggiormente critica è quella di Madonna Pellegrina e via Crescini, in cui gli allagamenti avvenuti durante l'evento del 21 agosto 2025 hanno generato diversi disagi per i residenti.

Gli allagamenti segnalati lungo via Forcellini, nonostante la buona risposta del modello in fase di calibrazione, non sono presenti nella modellazione, è dunque probabile che tali circostanze siano dovute a delle problematiche di manutenzione o di locale intasamento delle caditoie.

Oltre ad una messa a punto speditiva del modello è stato confrontato il livello modellato a monte dell'immissione della rete nel bacino di Terranegra con quanto registrato dal misuratore di Acegas Aps Amga in quel punto.

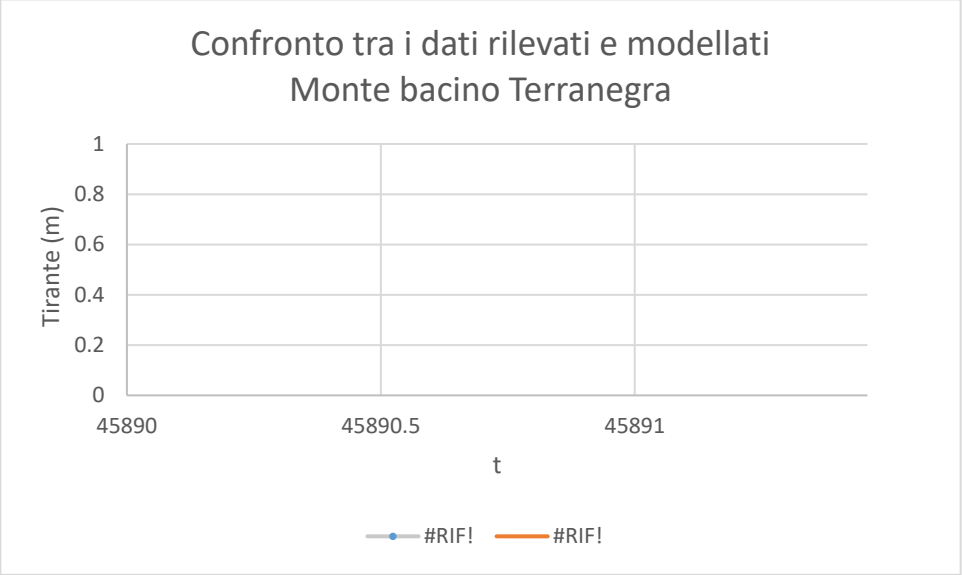


Figura 25- Confronto tra il livello misurato a monte dello sfioro del bacino Terranegra e modellato nella stessa zona

I dati rilevati e modellati risultano concordi seppur con un leggero sfasamento temporale.

4.5 Modello Idrovia

Il modello implementato per il bacino Idrovia è stato strutturato sulla base di un rilievo realizzato ad hoc e promosso da Interporto Padova S.p.A. nell'ambito delle attività di analisi della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Il modello si compone di circa 32 km di condotte, 630 nodi e 3 sistemi di pompaggio.

La modellazione è stata sviluppata mediante un approccio accoppiato 1D-2D, nel quale la rete di drenaggio è rappresentata mediante il modello monodimensionale, mentre la propagazione superficiale delle acque fuoriuscite dalla rete è simulata nel dominio bidimensionale. Per la definizione altimetrica di quest'ultimo è stato utilizzato il DTM derivato dal rilievo LiDAR del Comune di Padova del 2023.

Per la taratura sono stati utilizzati i dati forniti da 3 misuratori di livello posti nella rete a cui è stato associato un evento piovoso di lieve entità utile a capire l'andamento dell'onda di piena della rete.

Al fine di caratterizzare il comportamento idraulico della rete di drenaggio nell'area in esame, è stata condotta una campagna di misura mediante l'installazione e il ripristino di misuratori di livello in punti strategici del bacino. In particolare, come illustrato nella figura seguente, sono stati individuati tre punti di misura:

- Misuratore a) – Via Inghilterra: strumento ripristinato, posizionato in corrispondenza dello Scolo Progresso, con l'obiettivo di monitorare i livelli transitanti nel collettore principale dell'area nord del bacino;
- Misuratore b) – Idrovora Roncajette o Via Sant'Orsola: strumento ripristinato, posizionato in corrispondenza della vasca dell'idrovora, al fine di rilevare i livelli idrici all'impianto di sollevamento;
- Misuratore c) – Riviera Francia: nuovo misuratore installato ex novo in corrispondenza del corso d'acqua superficiale, per il monitoraggio dei livelli nella porzione meridionale del bacino.

I misuratori indicati come a) e b) sono stati ripristinati, mentre la postazione c) costituisce una nuova installazione.



Figura 26- Modello bacino Idrovia -posizione dei misuratori di livello.

I dati acquisiti dalla campagna di misura hanno consentito di ricostruire il regime idrologico del bacino e di calibrare il modello idraulico utilizzato per le successive verifiche. Sono stati inoltre richiesti e resi disponibili dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione i dati di livello misurati in corrispondenza dell'idrovora di Vigonovo, detta "Idrovora Terminale".
Per tarare i modelli è stata usata la condizione di pioggia dell'11-13 maggio 2026 fornita da ARPAV.
Nel seguente grafico sono mostrati i dati utilizzati nella taratura.

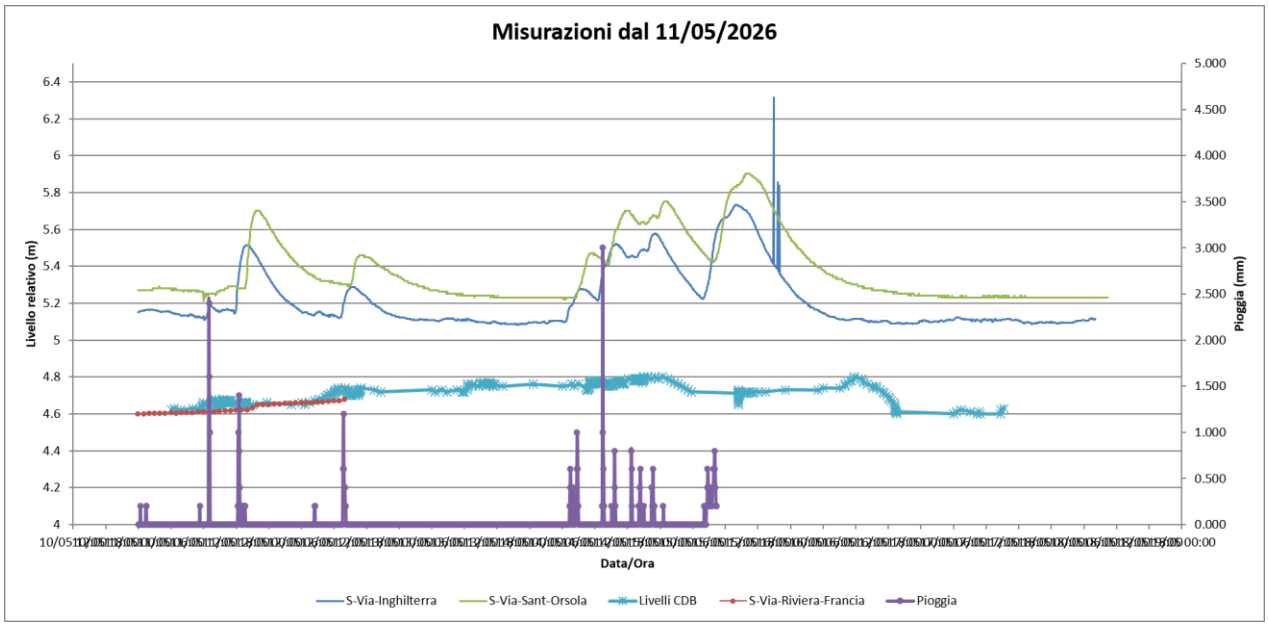


Figura 27- modello Idrovia dati misurati per l'evento pluviometrico di riferimento 11-13 maggio 2026

Si riporta a titolo esemplificativo il confronto tra il dato misurato e modellato all'idrometro posto in via Sant'Orsola, la rispondenza è buona e i due dati si mostrano abbastanza coerenti tra loro.

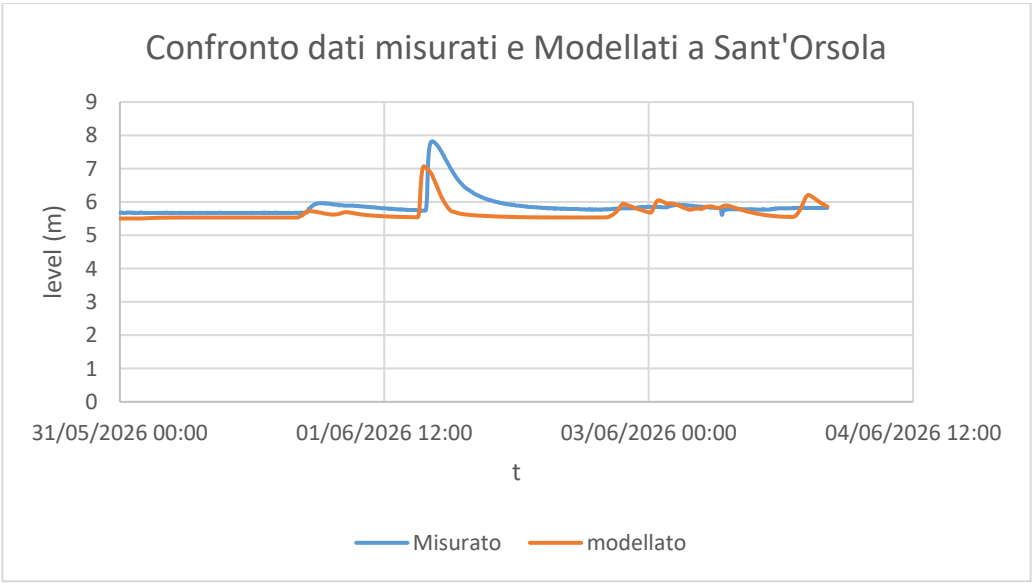
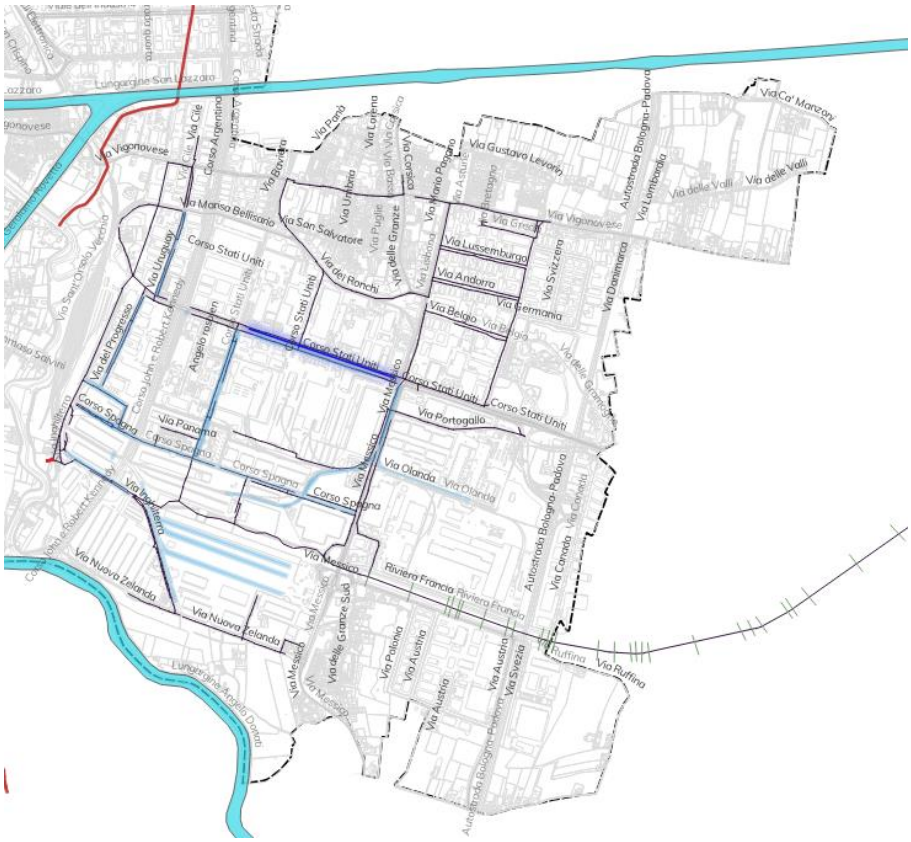


Figura 28- Confronto tra i dati misurati e i dati modellati nell'idrometro posizionato in via Sant'Orsola

La taratura mostra una buona rispondenza tra i dati rilevati e quelli modellati con delle incertezze legate al funzionamento del sistema che è governato dall'andamento dell'idrovia e dell'idrovora terminale.

Gli allagamenti registrati durante l'evento del 21 agosto risultano concentrati soprattutto lungo Corso Stati Uniti e nelle aree adiacenti, con ulteriori episodi lungo via Messico, Corso Spagna e nella porzione settentrionale verso via Vigonovese. Tale distribuzione risulta complessivamente coerente con le principali aree di sofferenza individuate dalla modellazione, che evidenzia condizioni di sovraccarico della rete e fuoriuscite superficiali nei medesimi settori.



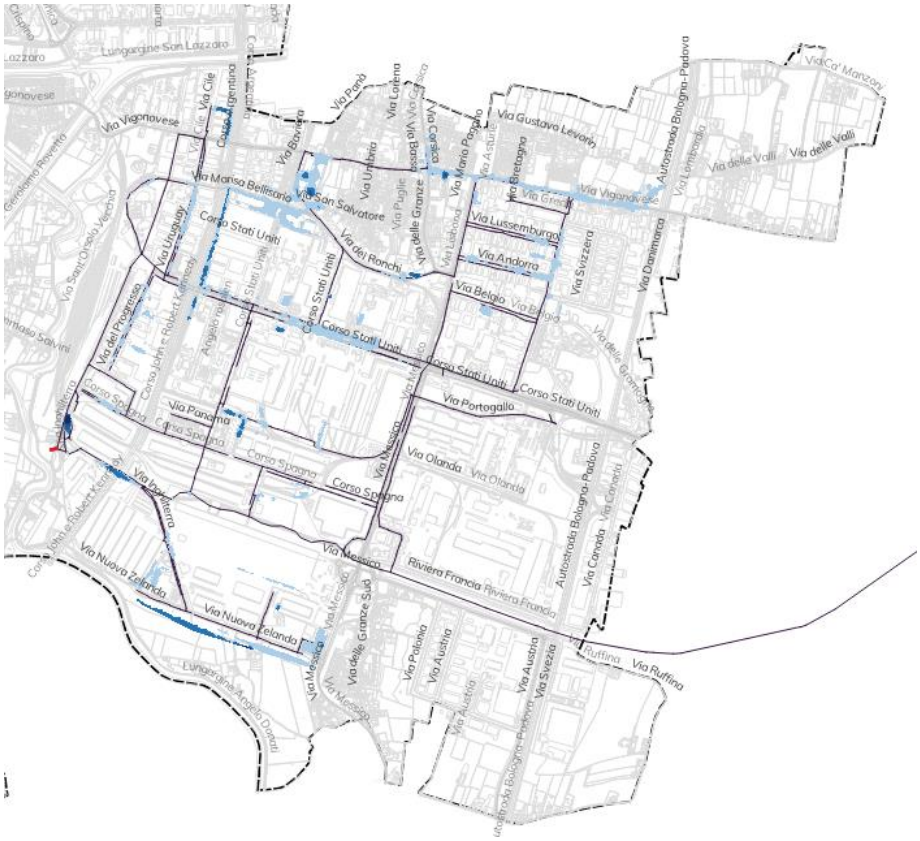
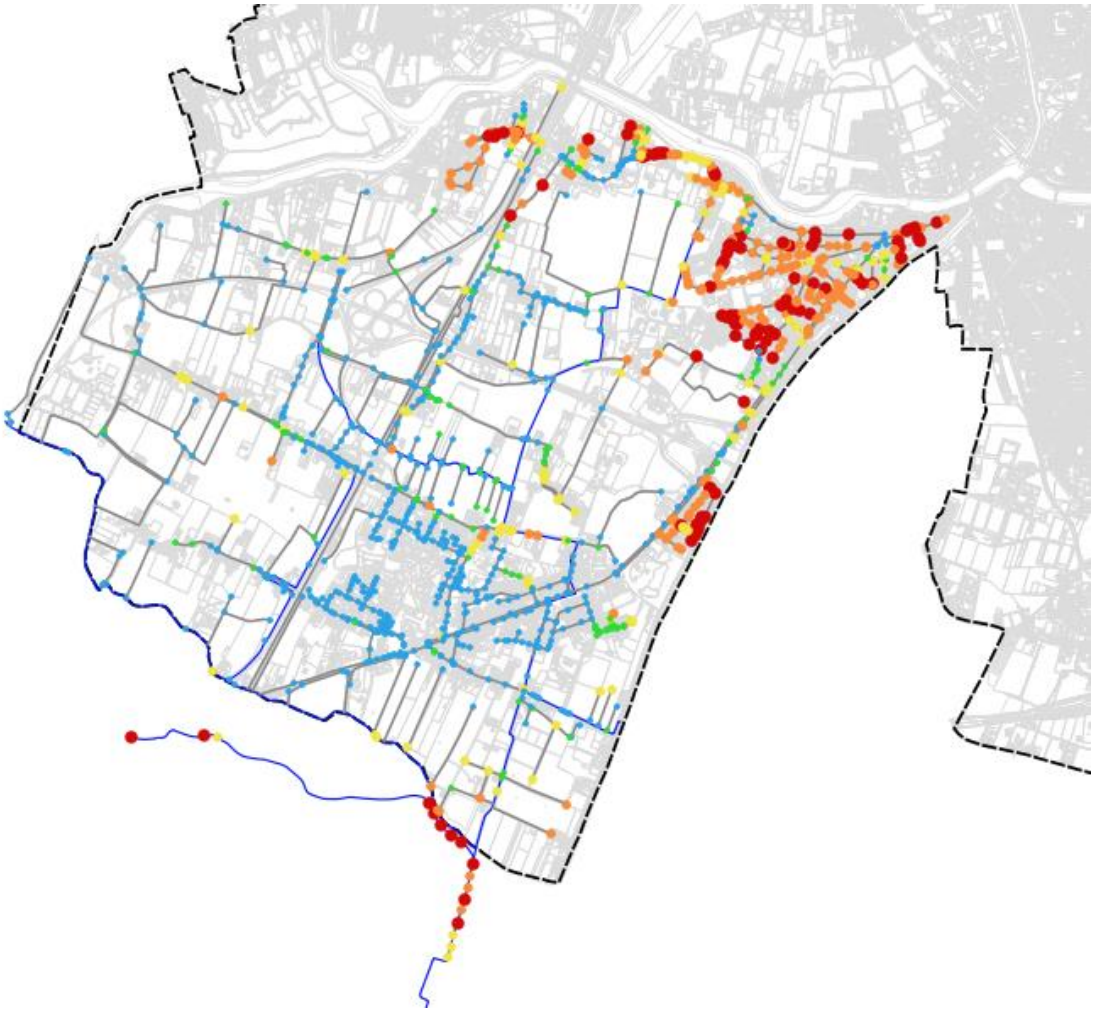


Figura 29- confronto tra le segnalazioni e gli allagamenti effettivamente riscontrati nel bacino idrovia e quanto modellato per l'evento del 21 agosto 2025

4.6 Modello Colli Euganei

Il modello implementato per il bacino Colli comprende una rete di circa 70 km tra condotte e affossature, 1200 nodi, 7 strutture (pompe, sfioratori) e circa 17 km di canali a cielo aperto modellati come river con 23 strutture a schematizzazione degli attraversamenti.

Per la taratura qualitativa del modello dei Colli è stato utilizzato l'evento del 21 agosto 2025 facendo riferimento alle segnalazioni pervenute dalla cittadinanza. Di seguito si riporta il confronto grafico con i dati modellati.



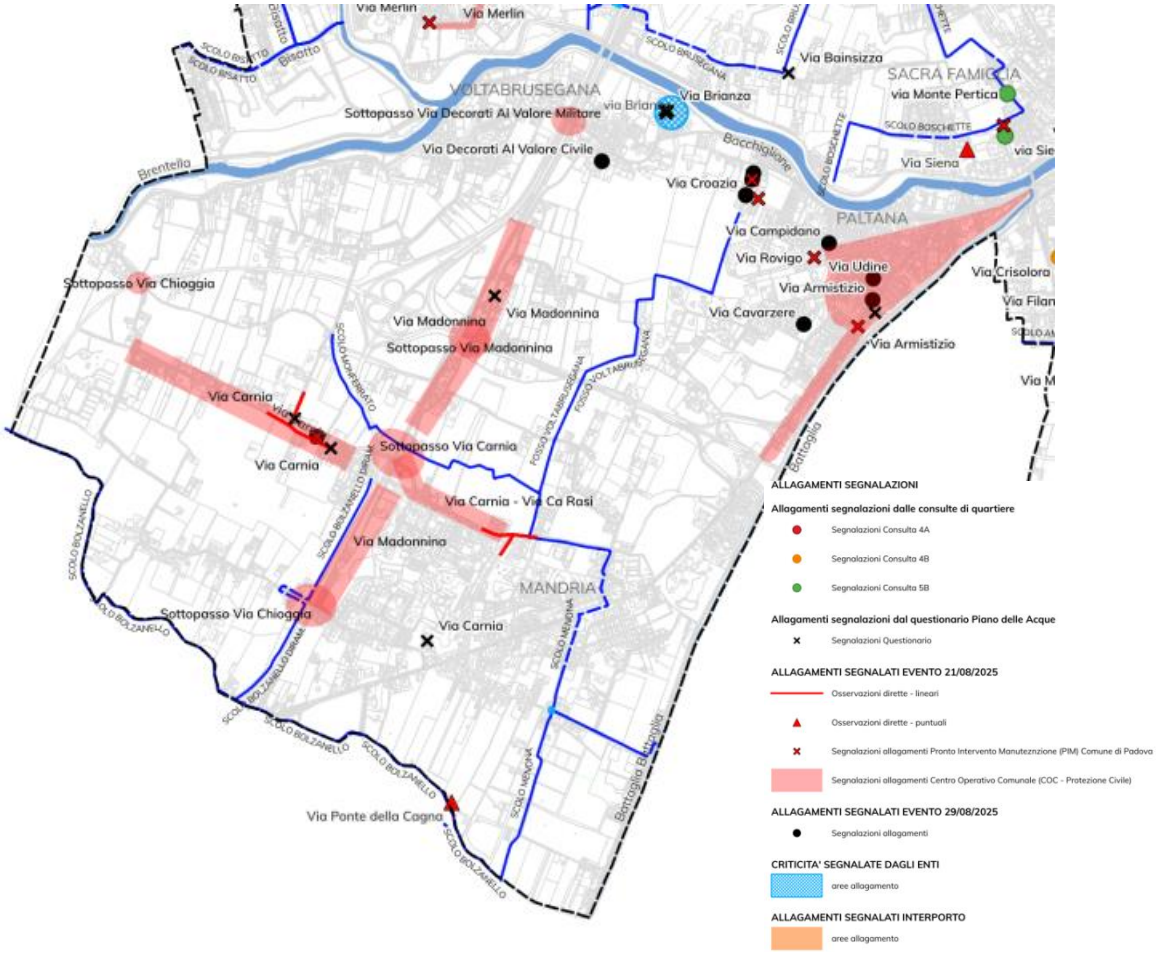


Figura 30- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Colli per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale

Si osserva che le aree risultate maggiormente critiche dal modello sono pressoché le medesime oggetto di segnalazione per l'evento simulato. In particolare, si riscontrano superamenti del piano campagna:

- nel quartiere Paltana lungo sia le dorsali principali di via Rovigo, viale San Giovanni Bosco e via Armistizio sia lungo le dorsali secondarie;
- nel quartiere Voltabrusegana lungo via Decorati al Valore Civile e secondarie;
- nel quartiere Mandria lungo via Ca' Rasi e via Carnia.

La taratura è stata inoltre affinata simulando i due eventi di pioggia di dicembre 2025 e gennaio 2026 e confrontando i risultati ottenuti con i dati forniti dai misuratori temporanei posati nello stesso periodo. Nella seguente immagine si riporta l'ubicazione degli strumenti posati all'interno del bacino Colli.

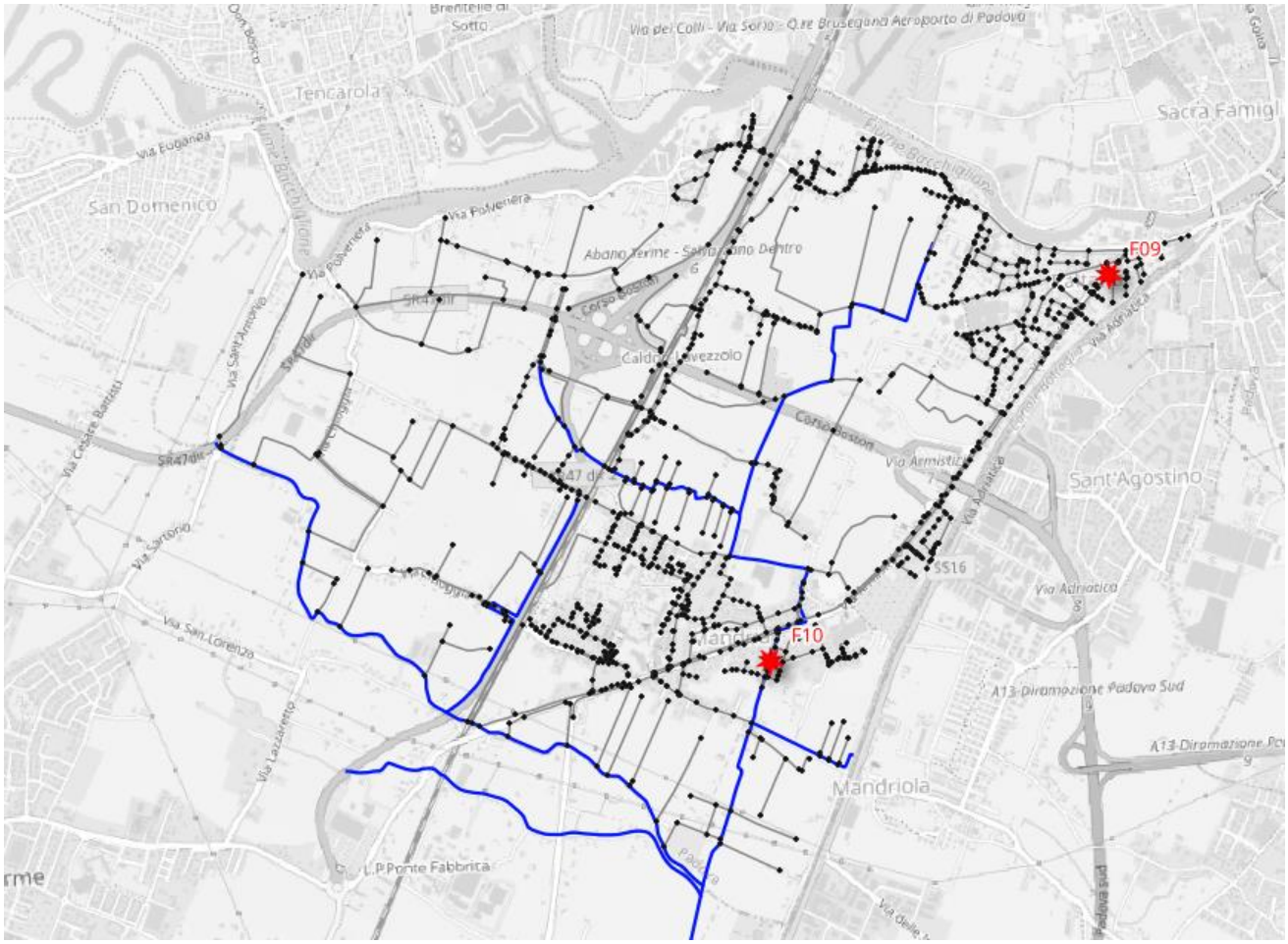


Figura 31- posizionamento dei punti di misura nel bacino Colli nella campagna di misurazione del 2025/2026 di Acegas

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalla modellazione a confronto con i dati misurati dalla strumentazione in rete.

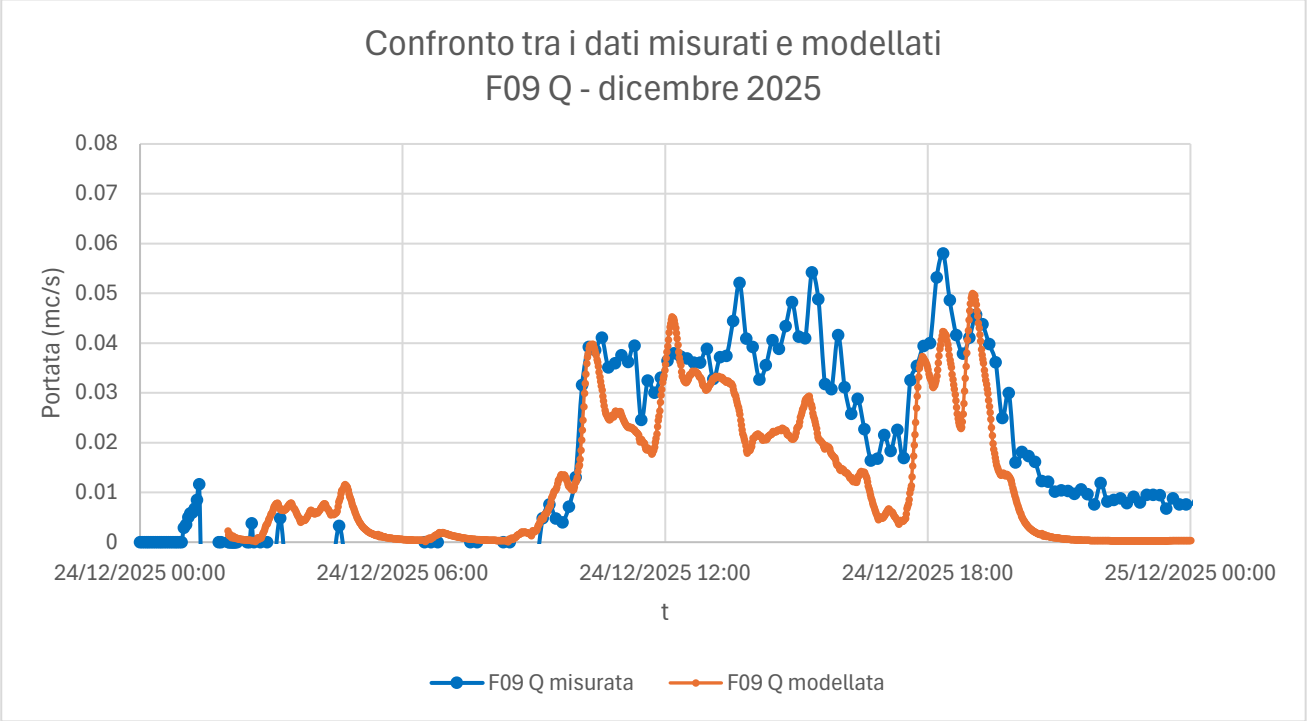


Figura 32- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F09 – dicembre 2025

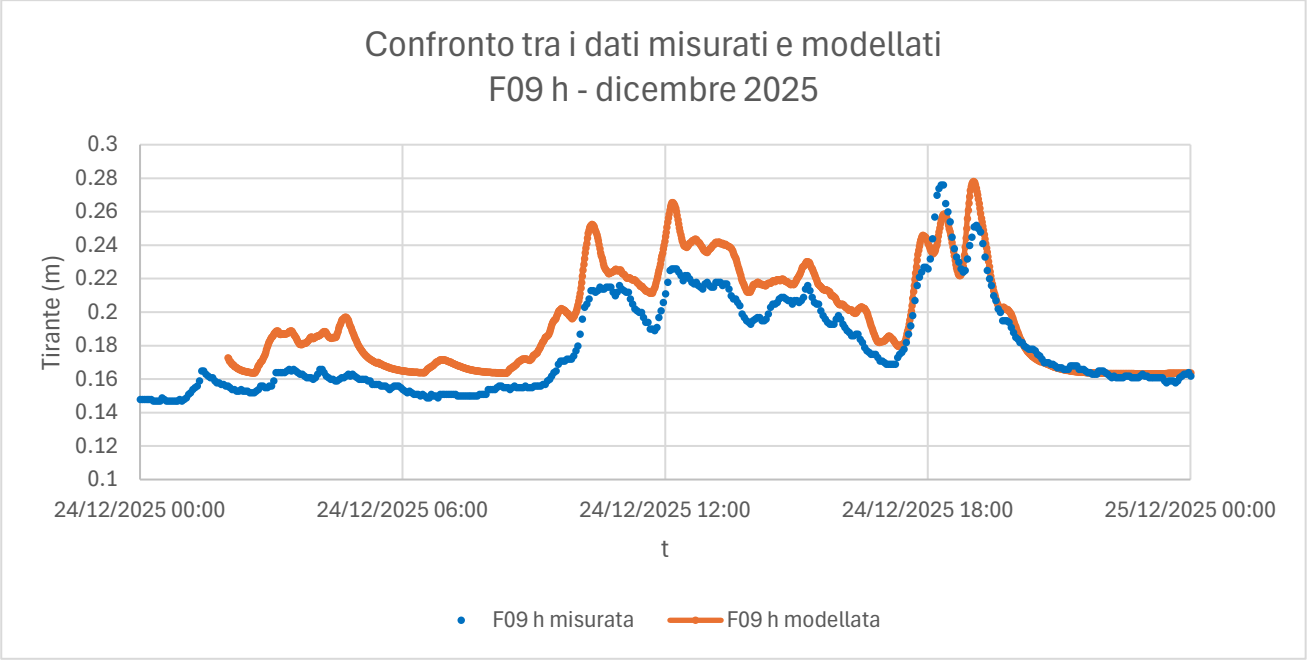


Figura 33- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F09 – dicembre 2025

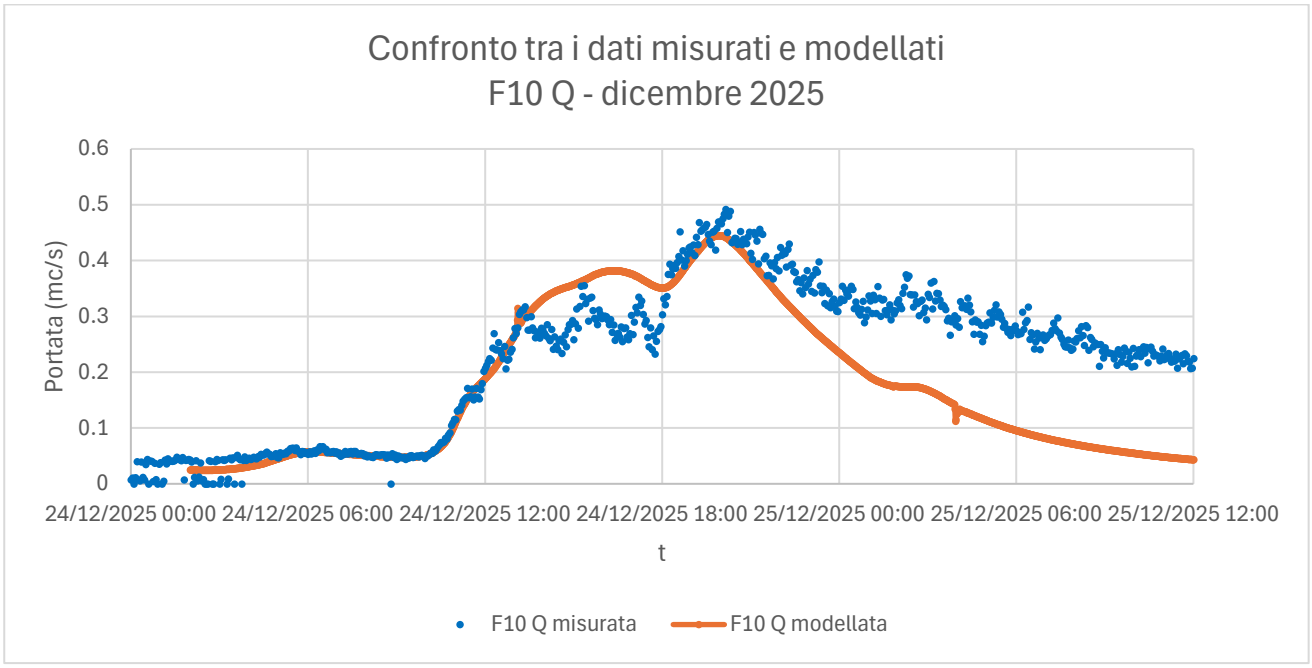


Figura 34- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F10 – dicembre 2025

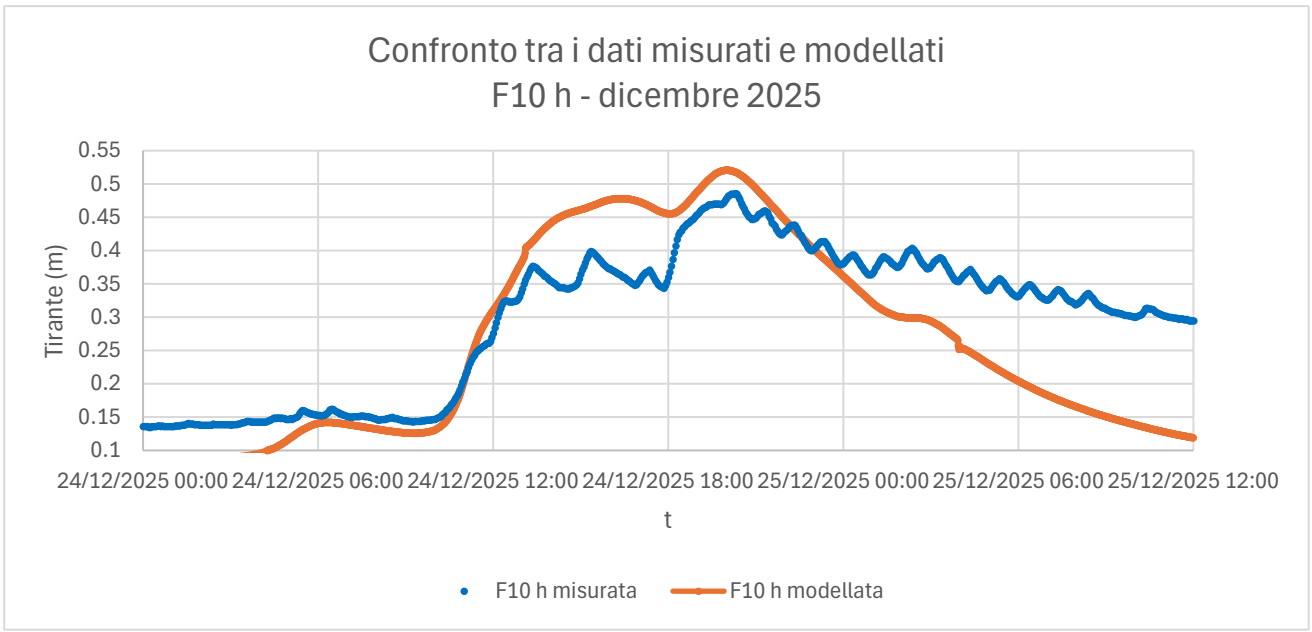


Figura 35- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F10 – dicembre 2025

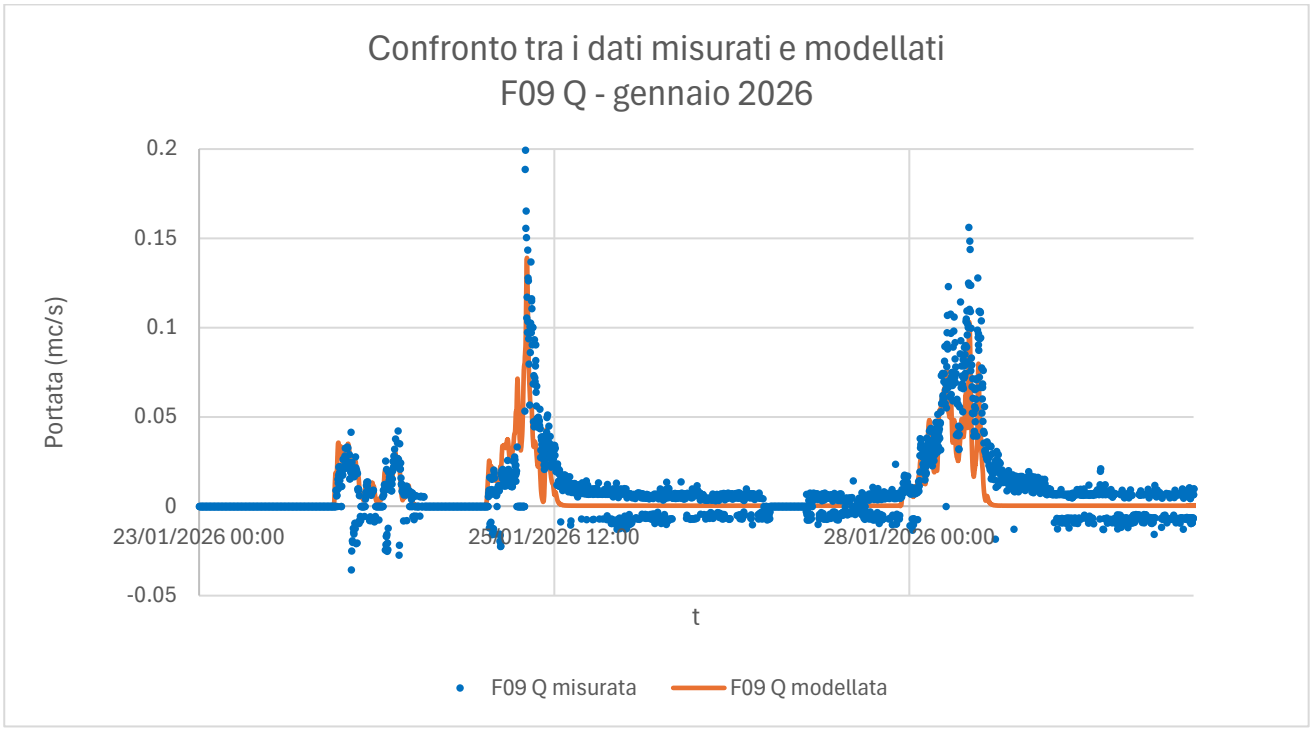


Figura 36- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F09 – gennaio 2026

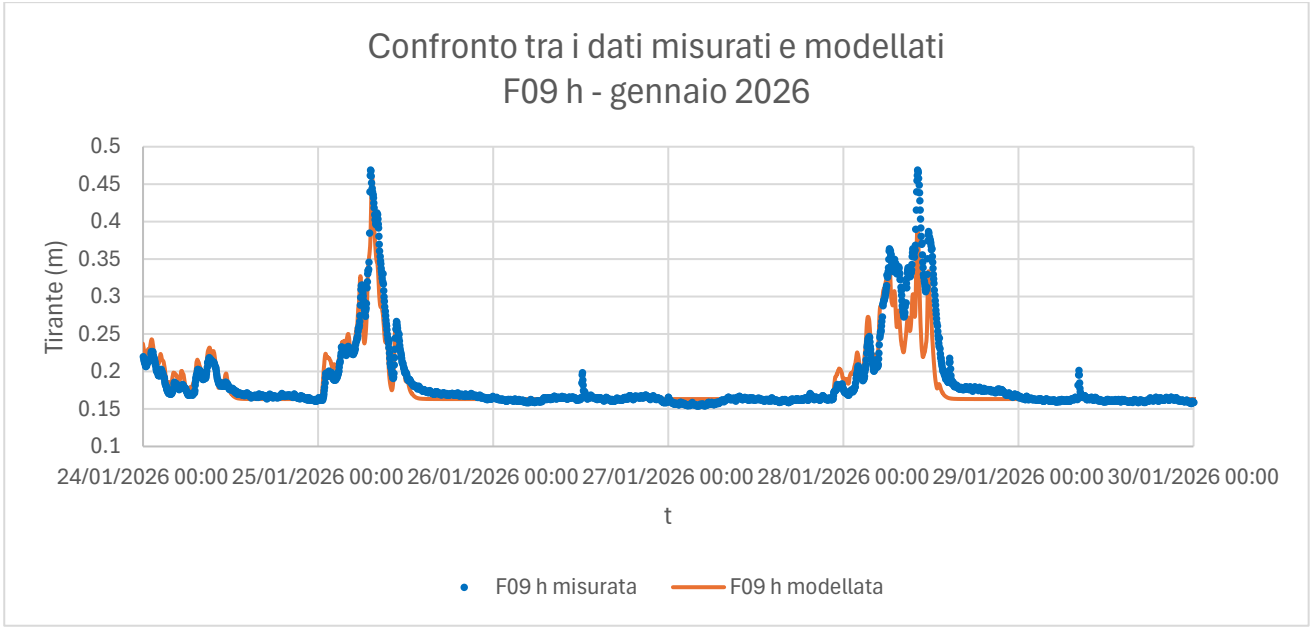


Figura 37- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F09 – gennaio 2026

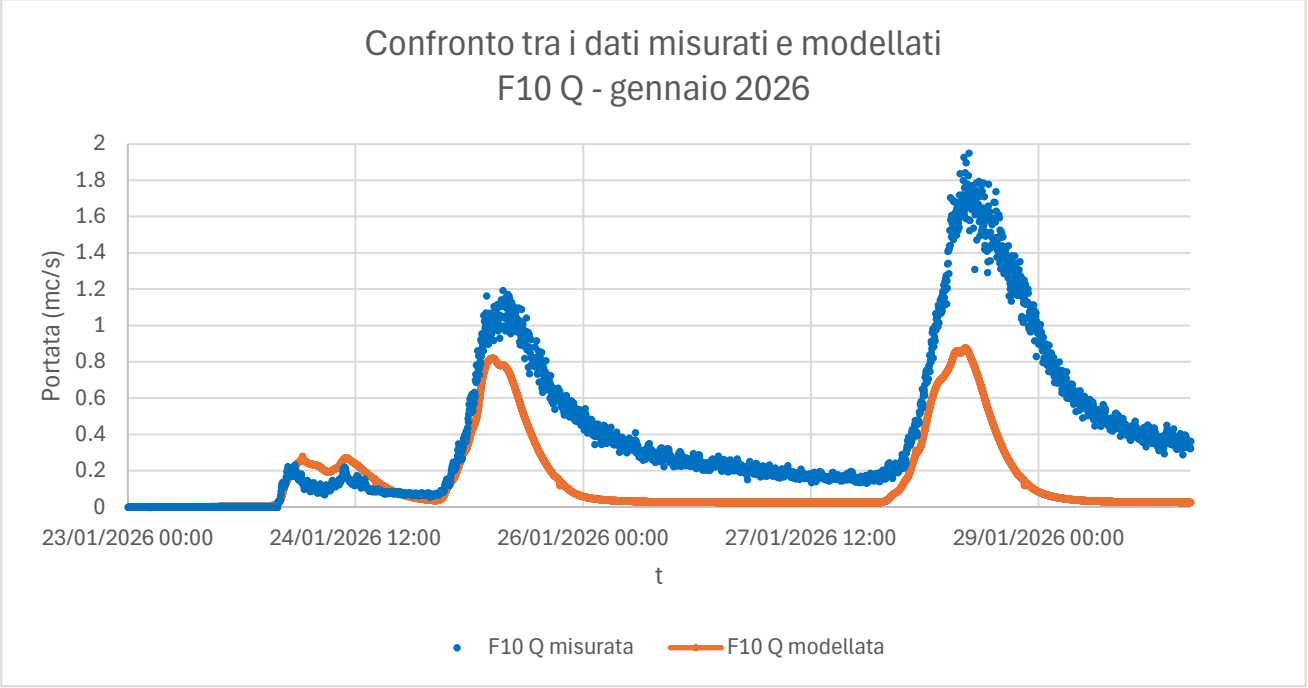


Figura 38- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F10 – gennaio 2026

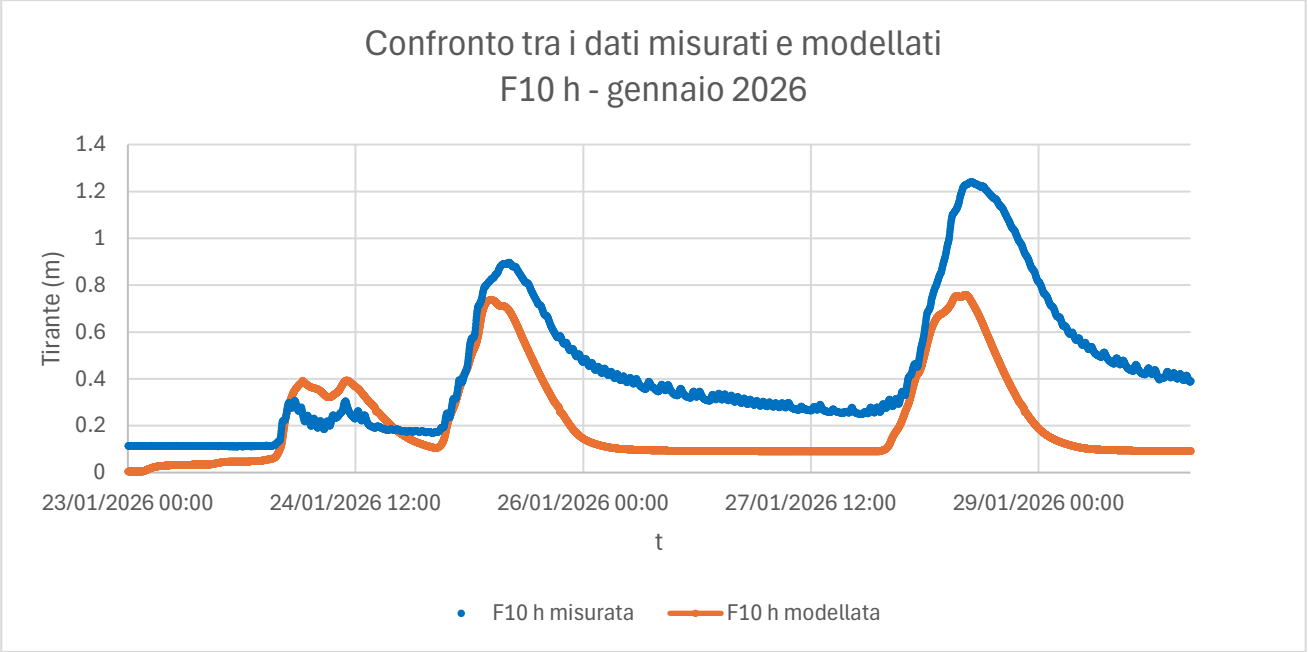


Figura 39- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F10 – gennaio 2026

L'analisi congiunta dei misuratori F09 e F10 evidenzia come il modello fornisca una buona rappresentazione dell'andamento di portata e livello nella sezione di monte (F09) per eventi di diversa intensità. In particolare, per l'evento di dicembre si osserva un buon accordo tra dati misurati e modellati, così come per gennaio le discrepanze restano contenute. In corrispondenza del misuratore F10 più a valle emergono invece difformità più marcate. Per l'evento di dicembre il modello mantiene una buona capacità di riprodurre i valori di picco, ma evidenzia una fase di svuotamento della rete

piuttosto rapida. Tali discrepanze diventano molto più rilevanti nell'evento di gennaio, dove si osserva una più significativa sottostima dei picchi e un analogo svuotamento troppo rapido della rete.

Il confronto tra le diverse sezioni suggerisce che le cause di tali difformità non sono attribuibili alla risposta idrologica dei sottobacini di monte, bensì ai contributi distribuiti lungo la rete e alla loro rappresentazione nel modello. In particolare, le possibili incertezze legate alla rappresentazione geometrica e strutturale del sistema fognario così come la presenza di soglie non censite o discontinuità idrauliche all'interno dei collettori di valle, possono alterare in modo significativo la propagazione dell'onda di piena e la relativa fase calante.

In sintesi, il modello risulta adeguato nella rappresentazione dei processi locali, ma necessita di un affinamento nella schematizzazione della rete fognaria, con particolare riferimento alla verifica della coerenza geometrica e funzionale del sistema, al fine di migliorare la riproduzione delle condizioni idrauliche nelle sezioni di valle.

4.7 Modello Maestro

Il modello implementato per il bacino Maestro comprende una rete di circa 127 km tra condotte e affossature, 2500 nodi, 18 strutture (pompe, sfioratori) e circa 35 km di canali a cielo aperto modellati come river con 57 strutture a schematizzazione degli attraversamenti.

Per la taratura del modello del Maestro è stato utilizzato l'evento del 21 agosto 2025 facendo riferimento sia alle segnalazioni pervenute dalla cittadinanza e dagli enti sia ai dati di livello misurati dagli idrometri del Consorzio di Bonifica Bacchiglione in corrispondenza di 5 manufatti: lo scolmatore Roncaglia, il sostegno Rocchetti, il sostegno di Ponte dea Guerra, il bypass Boracchia-Maestro e l'idrovora Maestro. Nella seguente immagine si riporta l'ubicazione degli idrometri considerati.

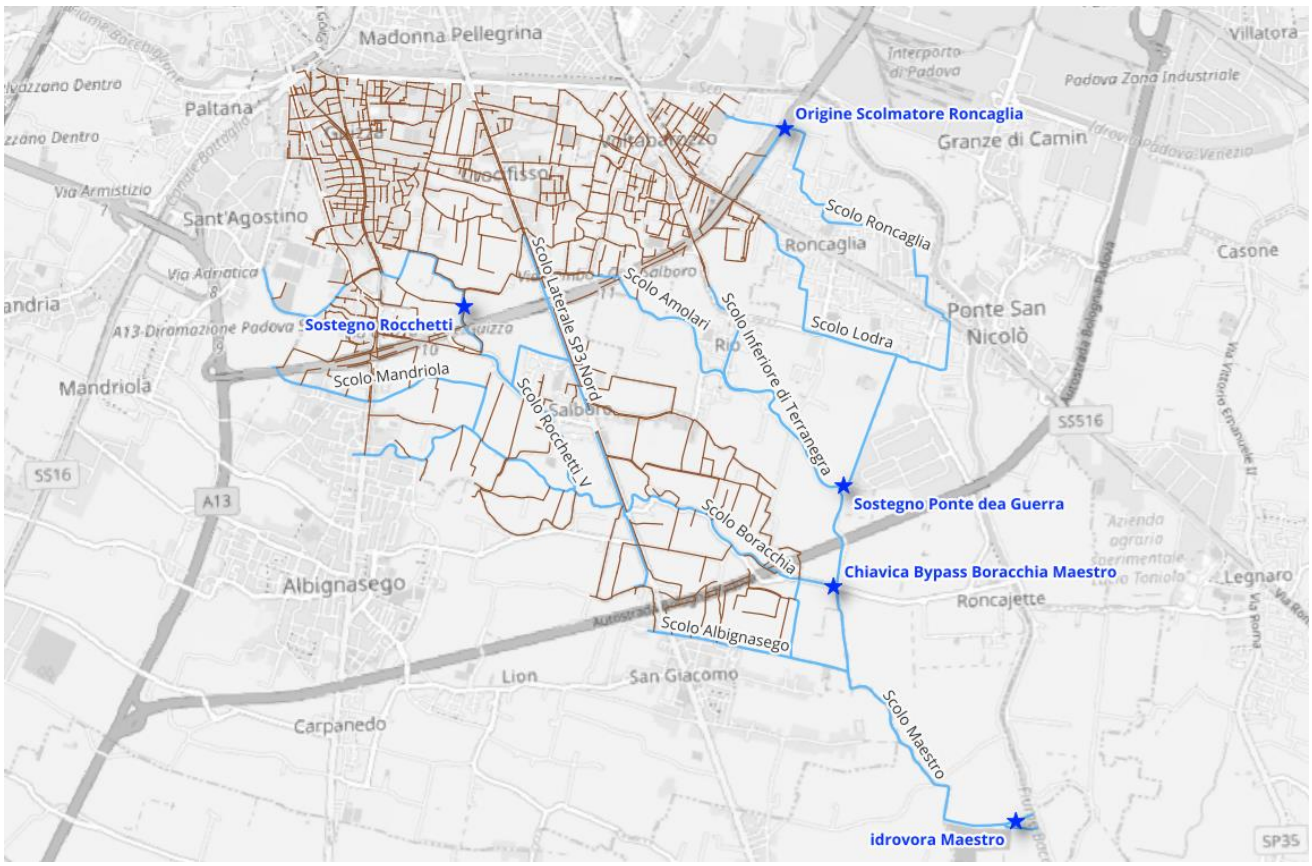
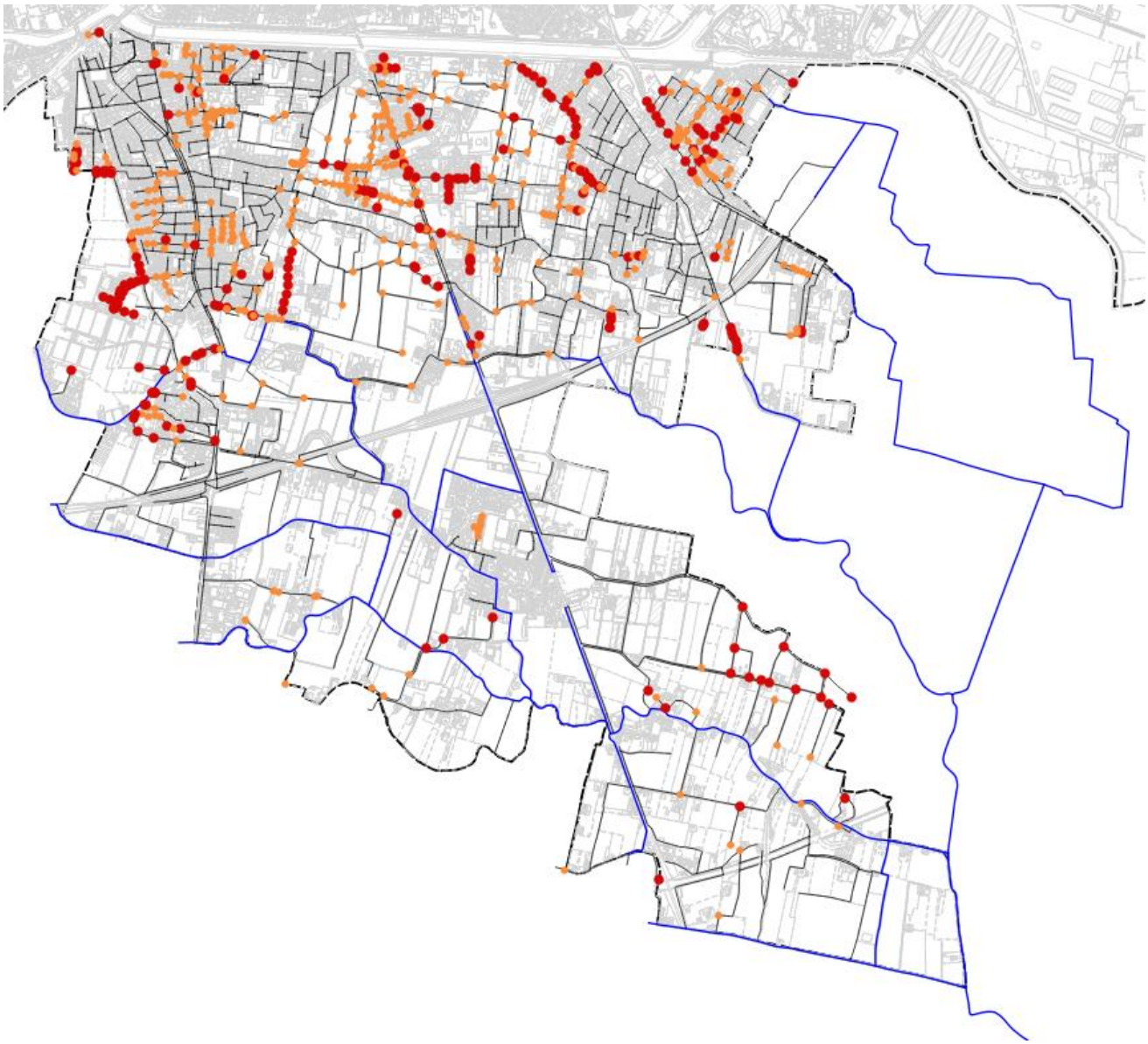


Figura 40-posizione dei misuratori di livello posizionati nel bacino Maestro e utilizzati per la calibrazione

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalla taratura del modello, graficati come esondazione dai nodi e confrontati con le segnalazioni ricevute.



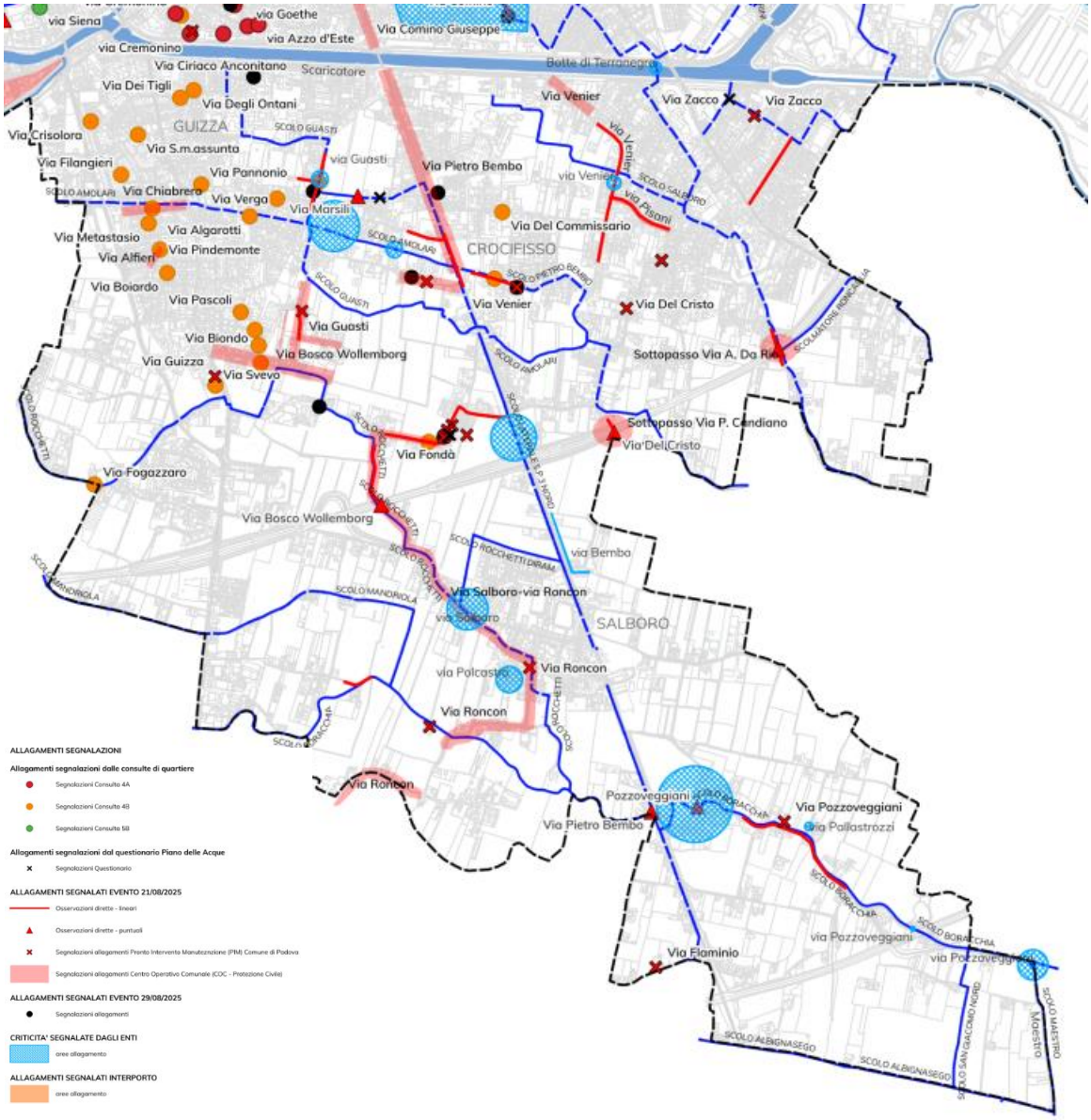


Figura 41- Confronto tra risultati del modello implementato e le segnalazioni ricevute nel bacino Maestro (nord) per l'evento del 21 agosto 2025, in blu sono indicate le zone segnalate dal COC Comunale e dalle ricognizioni, in azzurro le zone segnalate dagli enti per criticità note, i simboli verdi indicano le segnalazioni pervenute dai cittadini mediante il questionario del piano delle acque e il PIM comunale

Si osserva che le aree risultate maggiormente critiche dal modello sono pressoché le medesime oggetto di segnalazione per l'evento simulato. In particolare, si riscontrano superamenti del piano campagna:

- nel quartiere Voltabarozzo in via Giardinetto e limitrofe, nonché lungo tutta la dorsale di via Venier e via Pisani;
- nel quartiere Crocefisso lungo la dorsale di via Bembo, via del Commissario, via Gonzaga e via Pontedera;
- nel quartiere Guizza lungo le dorsali di via Wollemborg e via Guasti, proseguendo lungo la tratta dello scolo Rocchetti fino all'abitato di Salboro;
- nella zona di Pozzoveggiani per saturazione della capacità di invaso delle affossature.

Gli allagamenti modellati appaiono in generale più diffusi di quanto segnalato, in quanto un innalzamento del livello simulato fino a 50 cm sopra il piano campagna nella realtà tende a propagarsi sul territorio circostante e può manifestarsi come un velo idrico meno evidente sulla pavimentazione. Inoltre, è importante considerare le limitazioni della modellazione matematica, la quale schematizza il territorio attribuendo i contributi idrologici alla rete fognaria in modo verosimile ma talvolta sovraccaricando alcune tratte a discapito di altre.

Per la taratura speditiva del modello sono stati inoltre confrontati i dati misurati dagli idrometri a disposizione con i livelli simulati. Si riportano di seguito i risultati ottenuti, i quali evidenziano una buona corrispondenza dei valori di picco dei livelli, con una sottostima dei volumi in rete presumibilmente attribuibile alla presenza non rilevata di sedimenti sul fondo dei collettori di valle con conseguente rallentamento delle velocità di deflusso, maggiore accumulo di volume nelle tratte di monte e una fase di svuotamento più graduale.

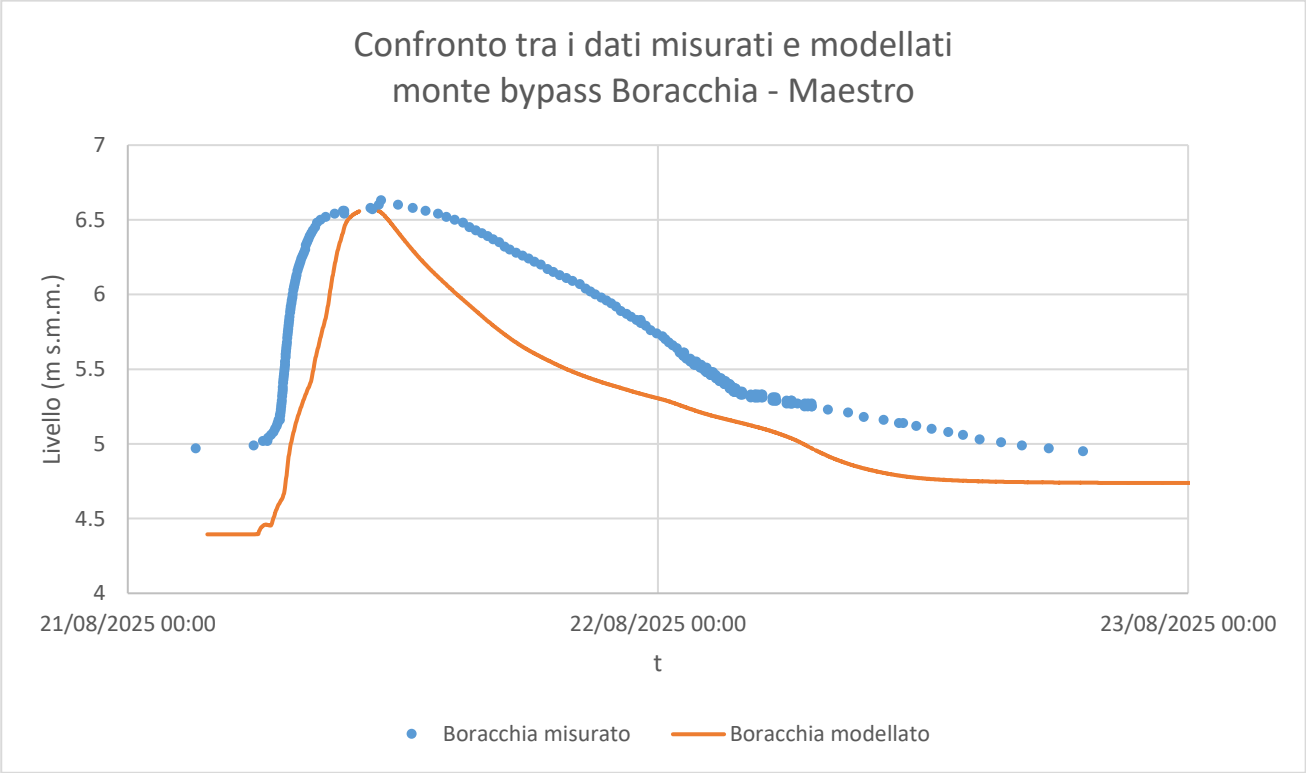


Figura 42- Confronto tra il livello misurato a monte del bypass Boracchia-Maestro e quelli modellati nella stessa zona

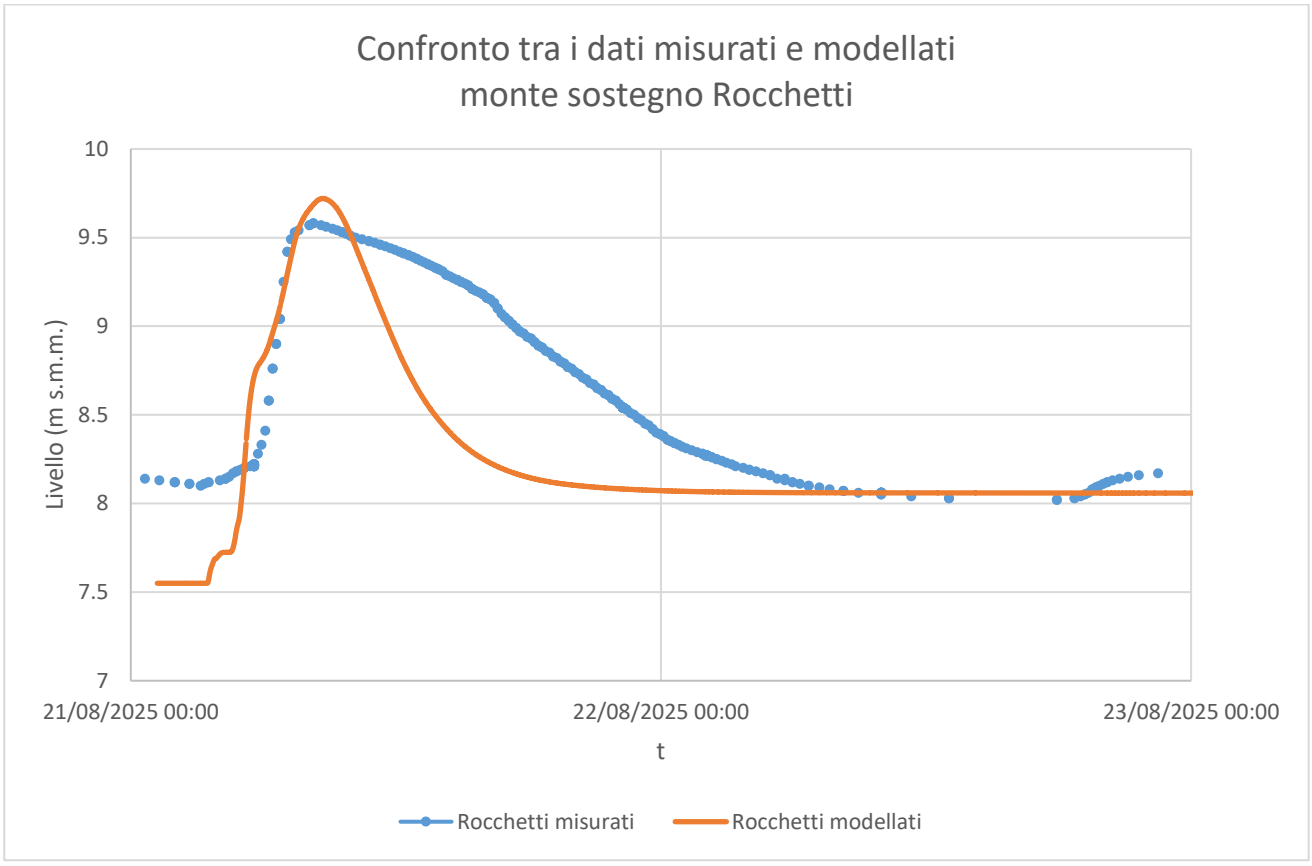


Figura 43- Confronto tra il livello misurato a monte del sostegno Rocchetti e quelli modellati nella stessa zona

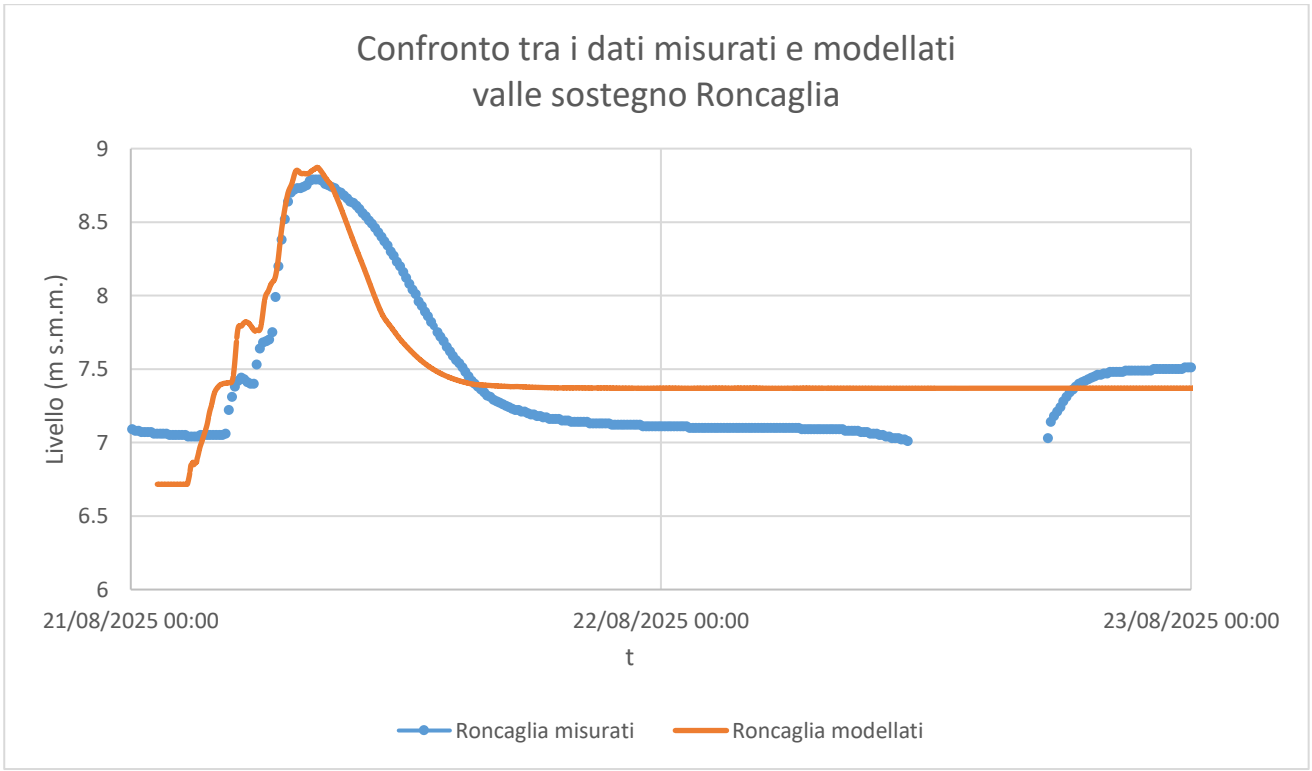


Figura 44- Confronto tra il livello misurato a valle del sostegno Roncaglia e quelli modellati nella stessa zona

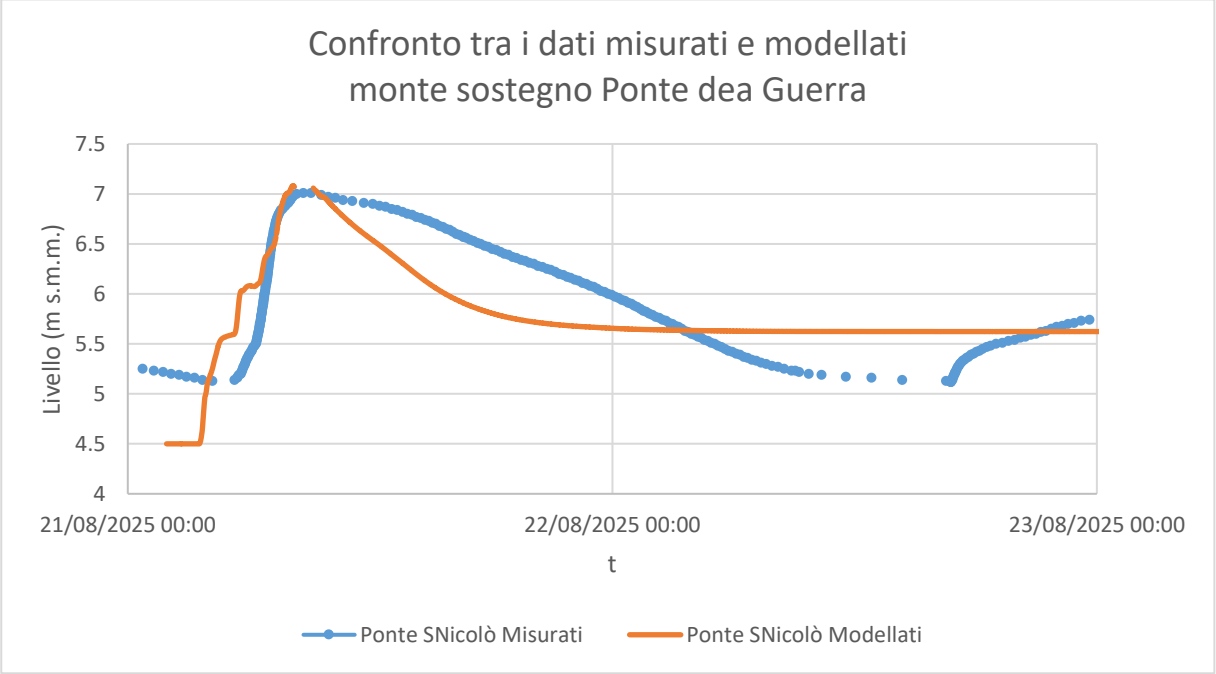


Figura 45- Confronto tra il livello misurato a valle del sostegno Ponte dea Guerra e quelli modellati nella stessa zona

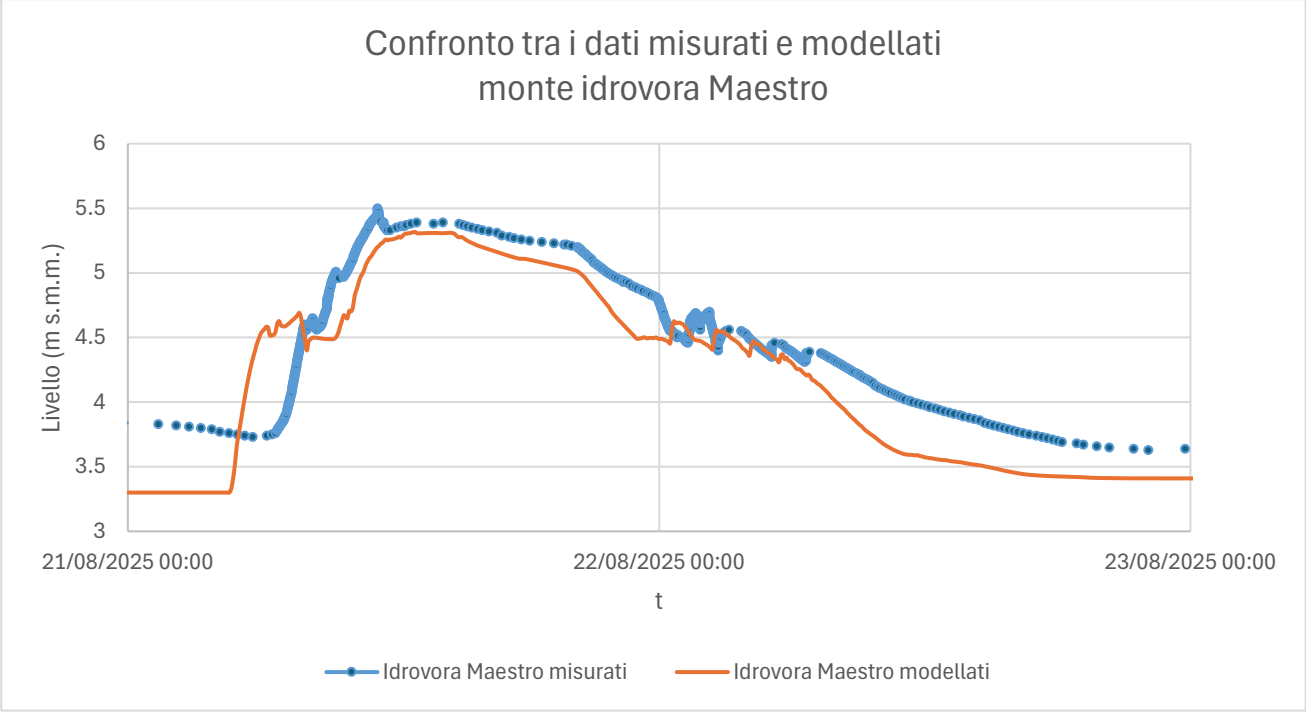


Figura 46- Confronto tra il livello misurato a monte dell'idrovora Maestro e quelli modellati nella stessa zona

La taratura è stata poi affinata a seguito della campagna di rilievi effettuata tra dicembre 2025 e gennaio 2026, che ha previsto il posizionamento di una serie di misuratori temporanei di portata e livello in punti strategici della rete tubata. Nel bacino Maestro sono stati collocati tre punti di misura: in via Vecchia, in via Da Rio e in via Guizza, come mostrato dalla seguente immagine.



Figura 47- posizionamento dei punti di misura nel bacino Maestro nella campagna di misurazione del 2025/2026 di Acegas

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalla modellazione per l'evento di pioggia considerato (gennaio 2026) a confronto con i dati misurati dalla strumentazione in rete.

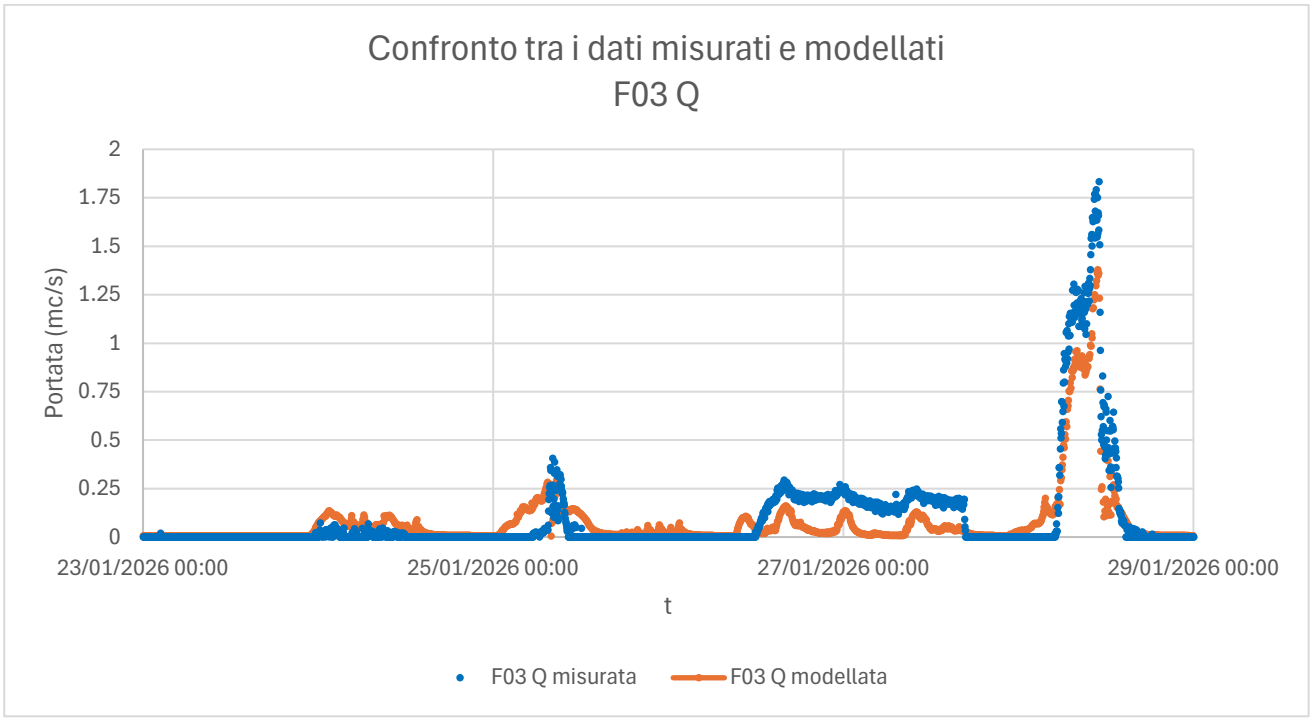


Figura 48- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F03 – gennaio 2026

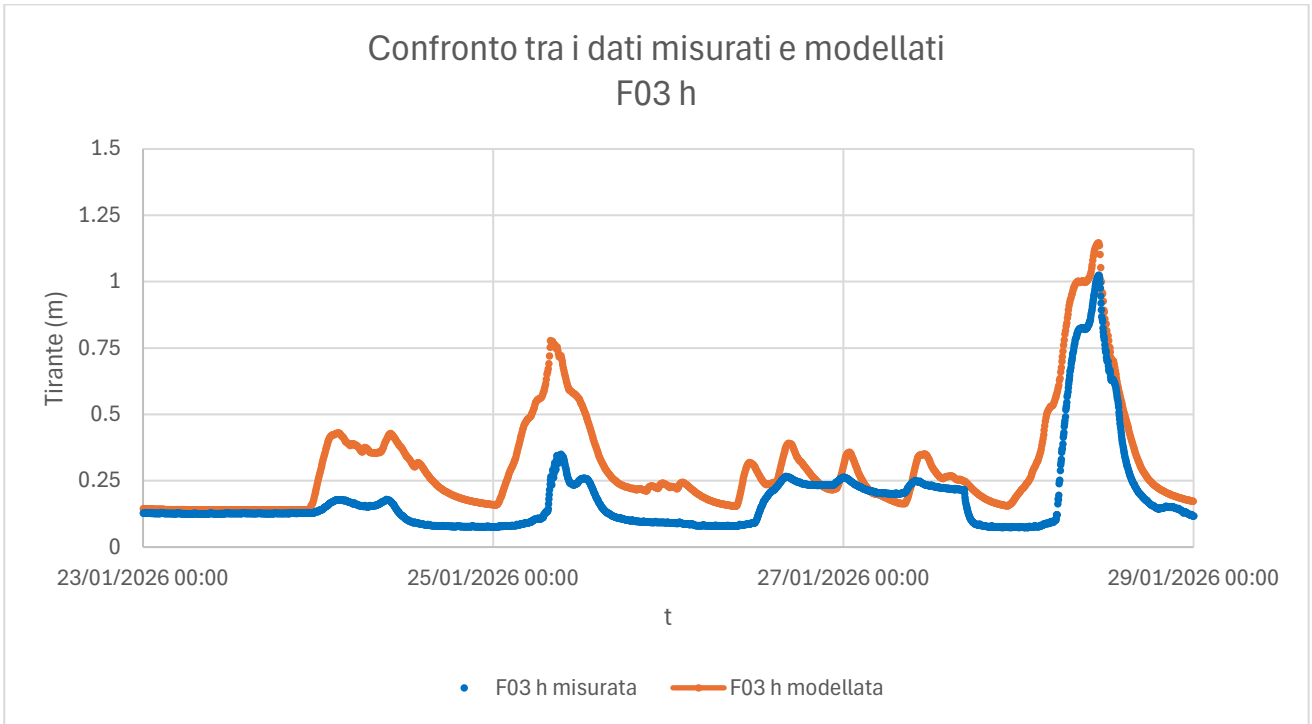


Figura 49- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F03 – gennaio 2026

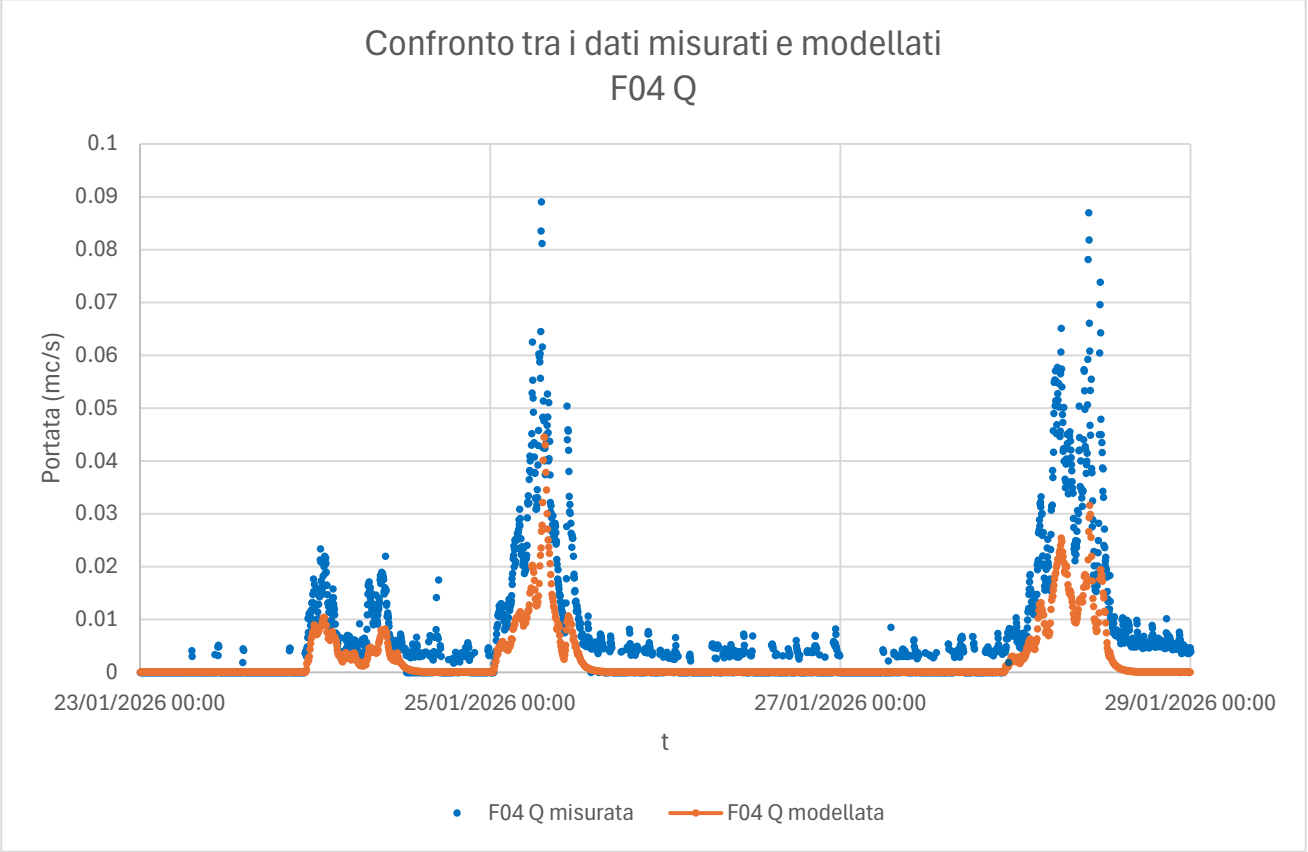


Figura 50- Confronto tra la portata misurata e modellata in corrispondenza del misuratore F04 – gennaio 2026

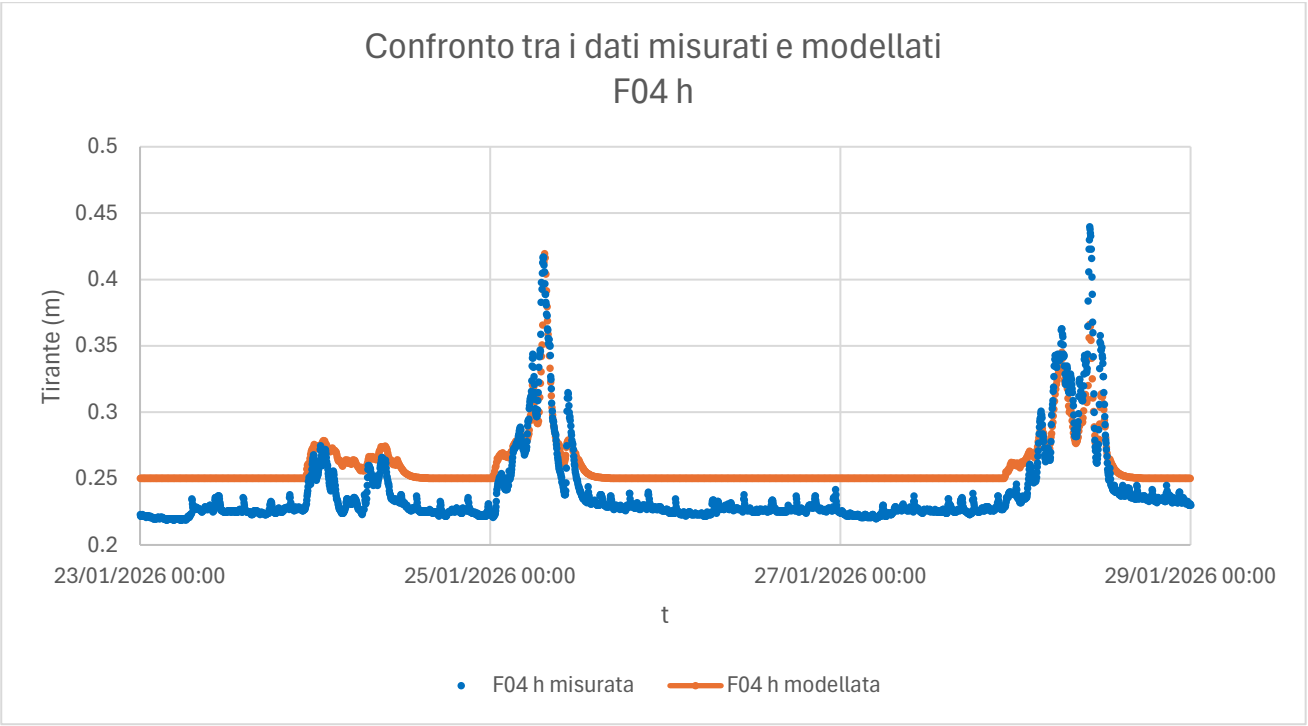


Figura 51- Confronto tra i tiranti misurati e modellati in corrispondenza del misuratore F04 – gennaio 2026

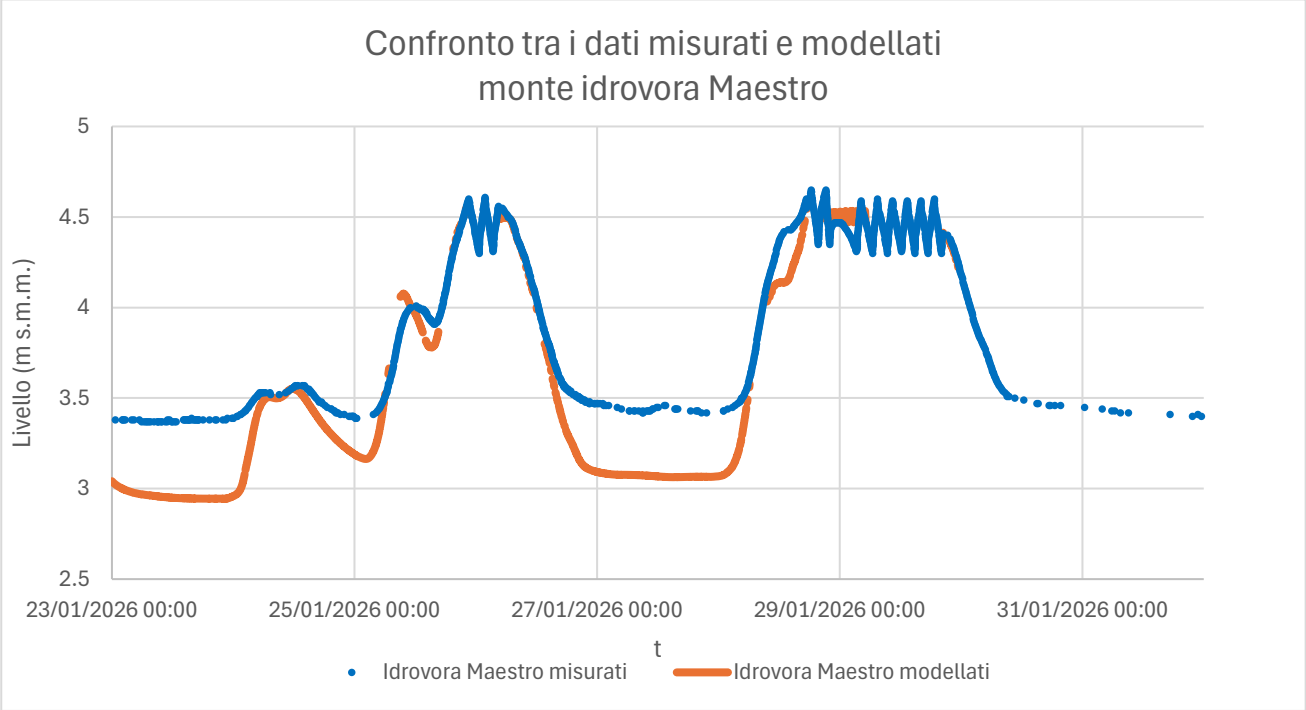


Figura 52- Confronto tra il livello misurato a monte dell'idrovora Maestro e quelli modellati nella stessa zona – gennaio 2026

Dai risultati ottenuti dalla modellazione dell'evento di gennaio 2026 in corrispondenza dei due misuratori F03 e F04 si osservano valori di portata lievemente sottostimati, compatibilmente con gli apporti di nera non simulati, a fronte di una buona riproduzione dell'andamento dei picchi. I livelli corrispondenti risultano sovrastimati in F03 con buona riproduzione del picco maggiore, ottima corrispondenza invece in F04.

Nella sezione a monte dell'idrovora Maestro si osserva una buona riproduzione sia dei valori sia dell'andamento dei picchi. Permane tuttavia una sottostima dei livelli in condizioni di magra, presumibilmente attribuibile alla presenza non rilevata di sedimenti sul fondo del canale. Tale condizione potrebbe comportare, nella realtà, un incremento della resistenza al deflusso, con conseguente rallentamento delle velocità, maggiore accumulo di volume nelle tratte di monte e una fase di svuotamento più graduale.

5. DEFINIZIONE DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI DI PROGETTO

5.1 Curve di possibilità pluviometrica

Per l'individuazione delle piogge di riferimento per lo stato di fatto più appropriate per l'area in esame si è fatto riferimento alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica estratte dalla piattaforma "**Sistema di Calcolo e Visualizzazione dei Tempi di Ritorno delle Precipitazioni Intense Regionalizzate sul Veneto - SECURE"** sviluppata in collaborazione con l'Università di Padova (si rimanda alla pagina web per ogni approfondimento necessario).

Le curve sono state estratte per ognuno dei principali bacini di bonifica modellati, vista l'esigua differenza in termini di precipitazione è stato scelto un punto baricentrico nel territorio comunale di cui sono state estratte le curve di possibilità pluviometrica stimate con il metodo SMEV, ritenuto maggiormente cautelativo.

Si riportano di seguito le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica utilizzate nel presente piano per simulare gli ietogrammi di calcolo.

Parametri della curva segnalatrice:

$$h = a\,t^n$$

Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica stimate con il metodo SMEV.

Tabella 1- Parametri della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica

LSPP									
Durata	**a**								**n**
	Tempo di ritorno (anni)								
	2	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**	**200**	**300**	
< 60 min	4,5	6,0	7,0	8,0	9,3	10,3	11,3	11,9	0,529
1-24 h	39,5	52,1	60,9	69,5	80,9	89,7	98,6	103,9	0,138
> 1 gg	61,1	80,8	94,4	107,7	125,4	139,0	152,8	161,0	0,367

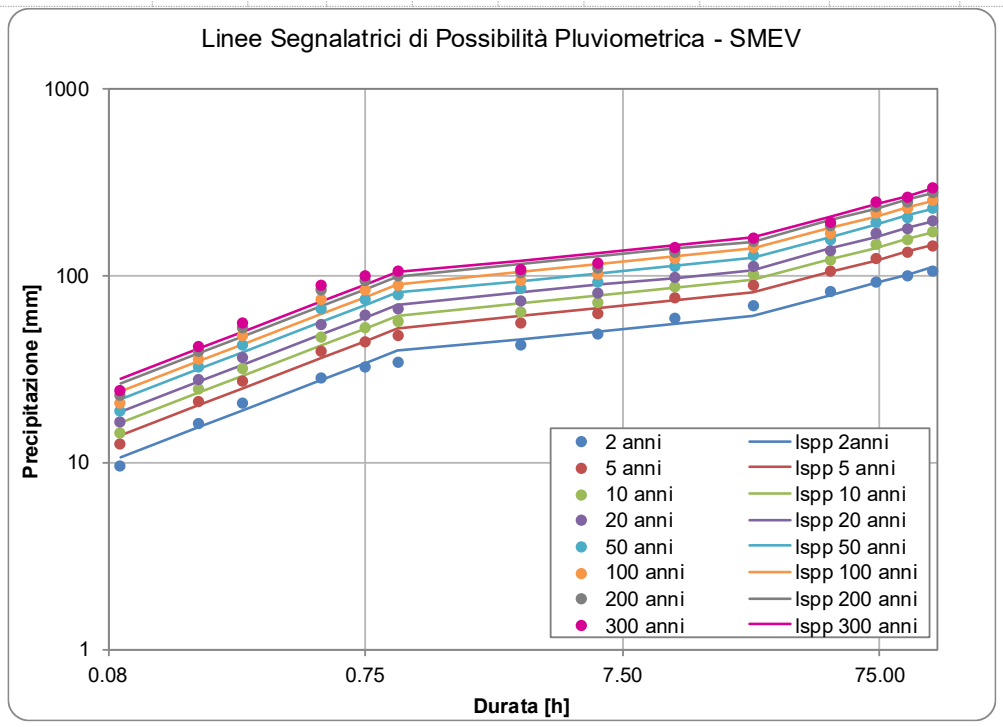


Figura 53- Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per il comune di Padova nel sottobacino idraulico del Fossetta estratte con il metodo SMEV

5.2 Scelta degli eventi di pioggia e ietogrammi di riferimento

Le simulazioni numeriche sono state effettuate utilizzando eventi di pioggia relativi ai seguenti tempi di ritorno (Tr):

- 2 e 5 anni: eventi che statisticamente hanno una probabilità di verificarsi con più frequenza;
- 10 anni: evento più gravoso dei precedenti in termini di pericolosità ma con frequenza minore.

Per ogni modello sviluppato sono stati analizzati in questo modo gli effetti delle precipitazioni andando ad approfondire e rappresentare i risultati di tali eventi critici.
Di seguito invece si riportano le considerazioni alla base della scelta della durata degli eventi da simulare. In linea di principio le precipitazioni intense ma brevi vanno a sollecitare maggiormente le zone urbane, caratterizzate da tempi di corrivazione brevi (30 minuti – 1 ora); diversamente, le precipitazioni prolungate (12-24 ore) di intensità anche non particolarmente elevata generano maggiore carico della rete di bonifica in quanto, superata la fase iniziale di imbibizione dei terreni, una parte rilevante della precipitazione si riversa in rete. Al fine di considerare entrambi i casi si è scelto di simulare eventi con diverse durate di pioggia, confrontabili con i tempi di corrivazione dei bacini indagati (30-45-60 minuti per le aree urbane e 3-6 ore per la bonifica).

A partire dai parametri delle curve di possibilità pluviometrica per Tr 2, 5 e 10 anni, sono stati definiti gli ietogrammi di progetto. In letteratura sono reperibili numerose metodologie per la costruzione di tali ietogrammi; in questo studio si è utilizzato il cosiddetto ietogramma rettangolare, generalmente il più usato nei calcoli di dimensionamento e verifica di reti di smaltimento delle acque meteoriche e di bonifica: esso mantiene costante l'intensità di precipitazione j per tutta la durata t dell'evento secondo la formula j=h/t.

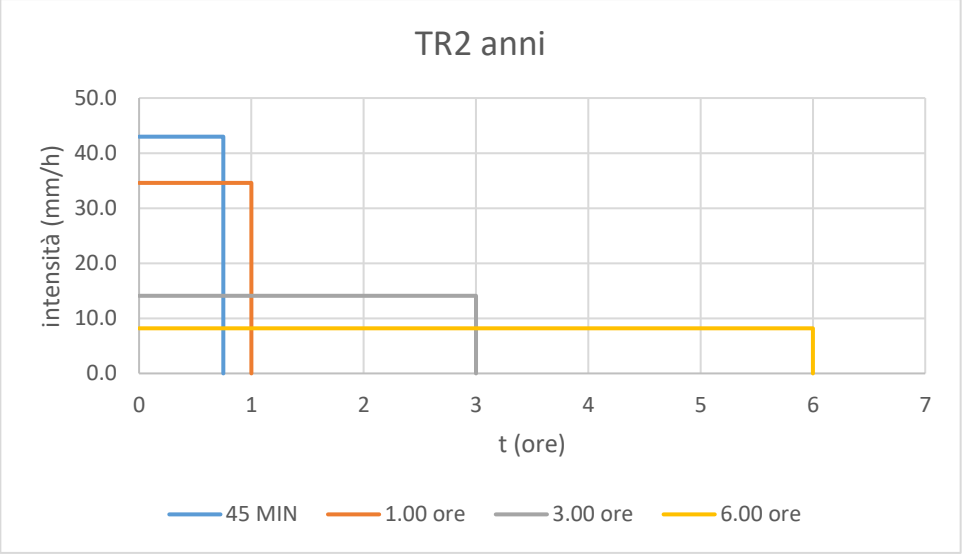


Figura 54- Ietogrammi rettangolari di progetto per tempo di ritorno 2 anni

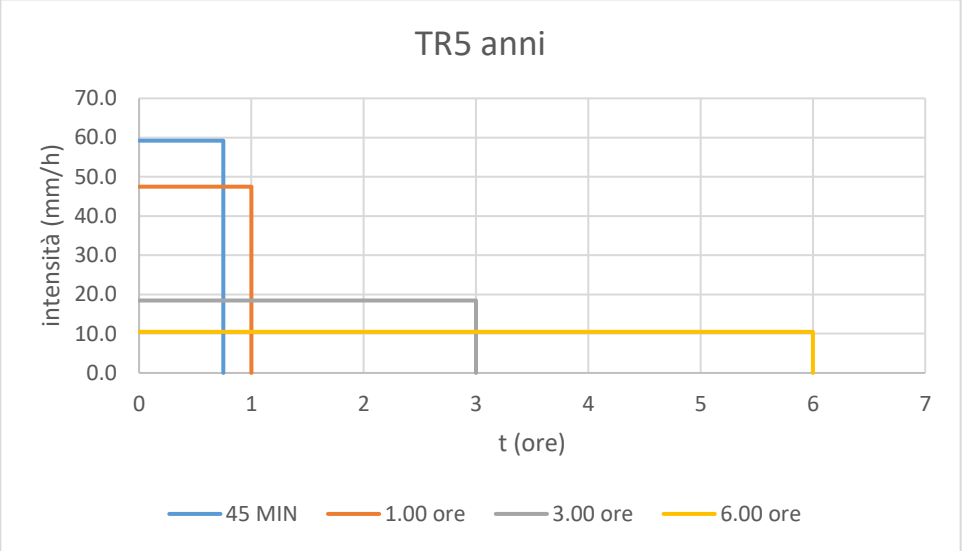


Figura 55-Ietogrammi rettangolari di progetto per tempo di ritorno 5 anni

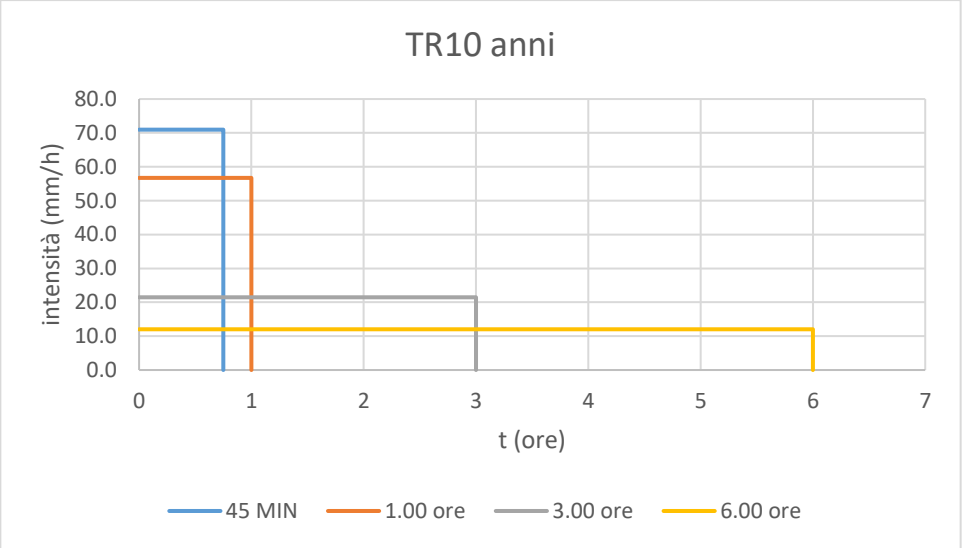


Figura 56- Ietogrammi rettangolari di progetto per tempo di ritorno 10 anni

6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DELLA RETE URBANA-RETE DI BONIFICA

Per verificare la risposta dei modelli implementati alle piogge di progetto sono stati dunque implementati gli idrogrammi con tempi di ritorno via via crescenti così da valutare le problematiche della rete di drenaggio.
Nelle tavole da P24086-A-72-12.01-TAV-r00 a 12.08-TAV-r00 “Carta degli esiti della modellazione” sono riportati i risultati ottenuti.

Nei seguenti capitoli sono brevemente illustrate le principali criticità dei bacini idraulici analizzati allo stato di fatto e poi allo stato di progetto per i tempi di ritorno oggetto di studio.
Si precisa che nella modellazione è stato considerato lo stato ideale delle condotte, che non considera eventuali cedimenti, depositi, o situazioni che possano limitare la capacità di smaltimento delle condotte.

6.1 Bacino Fossetta

Per il bacino Fossetta, la durata di pioggia che determina il maggior numero di superamenti del piano campagna è pari a un’ora, considerando ietogrammi di tipo rettangolare. Tale durata non risulta particolarmente gravosa per la rete di bonifica, ma rappresenta invece una condizione critica per la rete urbana, che risente in modo significativo degli eventi meteorici caratterizzati da elevata intensità e durata relativamente breve.

Il bacino Fossetta è stato già oggetto di approfondimenti da parte del gestore della rete, AcegasApsAmga, e del Consorzio di Bonifica, anche in relazione alla realizzazione del canale scolmatore Limenella-Fossetta. Di conseguenza, le incertezze residue sulla configurazione e sul funzionamento della rete risultano limitate e circoscritte a tratti puntuali. Gran parte di tali aspetti è stata inoltre verificata nell’ambito degli approfondimenti condotti dal Comune e dagli enti competenti per la redazione del presente Piano.

Permangono tuttavia alcune situazioni localizzate per le quali, anche a seguito del processo di taratura del modello, restano margini di incertezza sullo stato effettivo delle condotte e sulla configurazione locale della rete. Tali elementi sono stati comunicati ai gestori, affinché possano essere verificati nell’ambito delle ordinarie attività di manutenzione, ispezione e rilievo della rete.

6.1.1 Stato di fatto

Il bacino Fossetta interessa la porzione settentrionale del territorio comunale e comprende ambiti fortemente eterogenei, nei quali si alternano aree residenziali consolidate, porzioni agricole residuali, infrastrutture viarie e ferroviarie e tratti di rete idraulica minore parzialmente tombinata. Il sistema di drenaggio è costituito da reti di fognatura prevalentemente mista, fossi e capofossi locali, scoli consortili e collettori tombinati afferenti al Collettore Fossetta e, nella porzione occidentale, al sistema Limenella-Fossetta.

Le criticità idrauliche risultano in larga parte connesse alla limitata capacità delle reti urbane in occasione di eventi meteorici brevi e intensi. La modellazione idrodinamica conferma infatti il funzionamento rigurgitato e in pressione di numerose condotte, con superamento del piano campagna nei nodi più sfavoriti e conseguenti fenomeni di allagamento

localizzato della viabilità e delle aree depresse. Tali risultati sono coerenti con le segnalazioni raccolte in occasione degli eventi del 21 e 29 agosto 2025.

Nella porzione orientale del bacino, tra Torre, Mortise e Ponte di Brenta, il drenaggio è condizionato dalla presenza della ferrovia Padova-Venezia, dell'autostrada A4, della tangenziale nord e del raccordo con la SR308. Le aree agricole e le viabilità locali sono servite da una rete di fossi di guardia e capofossi spesso discontinua o tombinata con sezioni insufficienti. Pur essendo già stati realizzati interventi significativi, tra cui l'invaso di circa 15.000 m³ tra via Venezian e via Fornaci e il collettore 2100x1100–2400x1000 mm lungo via dell'Ippodromo e via Venezian, permangono criticità nell'area di via Bassette e via Faà di Bruno, dove la viabilità risulta ribassata rispetto al piano campagna circostante.

Nella parte centrale del bacino, in corrispondenza dei rioni San Bellino e San Carlo, le criticità sono riferibili al sottodimensionamento delle reti miste a servizio di ambiti residenziali densi. Le condotte afferiscono allo scolo Fossetta tombinato, con percorsi idraulici non sempre diretti e collegamenti alle principali dorsali di via Guido Reni, Tiziano Aspetti, via Dürer, Parco della Canaletta e via del Plebiscito. Gli eventi intensi determinano l'innalzamento dei livelli nelle condotte, il funzionamento in pressione dei tratti di monte e diffuse esondazioni dai pozzetti nelle vie Ansuino da Forlì, Zize, Guardi, Del Giglio, Della Quercia, Segantini, Bettella, Saetta, Pierobon e nelle aree limitrofe.

Nella porzione occidentale del bacino, in corrispondenza del rione Sacro Cuore, la rete mista afferisce agli scoli Limenella, Due Palazzi e Delle Basse, confluenti nel Collettore Fossetta. La realizzazione dello scolmatore Limenella-Fossetta ha ridotto parte delle criticità storiche, ma restano condizioni sfavorevoli nelle aree poste a quota inferiore rispetto al contesto circostante, in particolare nell'intorno di via Cignaroli, via Tergola e via Monticano. La modellazione evidenzia superamenti del piano campagna già per eventi con tempo di ritorno superiore a 2 anni, riconducibili alla ridotta capacità delle condotte e alla presenza di strozzature locali.

Permangono inoltre criticità localizzate nei quartieri di Pontevigodarzere e Altichiero, dove la rete risulta caratterizzata da condotte che richiedono ulteriori approfondimenti conoscitivi, sia sotto il profilo dimensionale sia sotto il profilo manutentivo. Le simulazioni e le segnalazioni disponibili evidenziano comunque una generale insufficienza della rete locale, che può manifestare condizioni di sovraccarico anche per eventi meteorici di entità contenuta.

Per tale ambito non sono stati individuati, nel presente Piano, specifici interventi strutturali aggiuntivi, in quanto la zona è già interessata da attività programmate da AcegasApsAmga di ispezione, pulizia e ripristino dell'officiosità idraulica delle reti esistenti. Nell'ambito di tali attività sarà inoltre eseguita una ricognizione di dettaglio della rete, finalizzata alla verifica dei diametri, delle geometrie e dello stato manutentivo delle condotte. Gli esiti di tali approfondimenti costituiranno la base conoscitiva necessaria per valutare, qualora se ne confermi la necessità, eventuali successivi interventi strutturali puntuali.

6.1.2 Stato di progetto

Gli interventi previsti per il bacino Fossetta hanno l'obiettivo di ridurre i livelli idrici nelle reti locali, aumentare la capacità di invaso distribuito e fornire percorsi di deflusso più efficienti verso i recapiti esistenti. Le soluzioni proposte combinano risezionamenti di fossi e capofossi, posa di nuove condotte, realizzazione di aree di laminazione superficiale e predisposizione alla separazione delle reti fognarie nei tratti oggetto di adeguamento.

6.1.2.1 FO_01 – Sistemazione fossi e capofossi vie Bassette – Faà di Bruno

L'intervento interessa la porzione orientale del bacino Fossetta, tra Torre, Mortise e Ponte di Brenta, dove le criticità sono legate alla discontinuità della rete di fossi di guardia e alla presenza di tombinamenti insufficienti lungo via Bassette e via Faà di Bruno. Lo stato di fatto evidenzia un sistema di drenaggio locale frammentato, con fossati chiusi, tombinati o non più in grado di garantire adeguata capacità di invaso e smaltimento. La mappa di simulazione SDF per Tr 5 anni e durata di pioggia pari a 1 ora mostra l'insufficienza della rete locale, mentre il profilo longitudinale delle condotte sotto via Faà di Bruno evidenzia il funzionamento rigurgitato dei tratti esistenti.

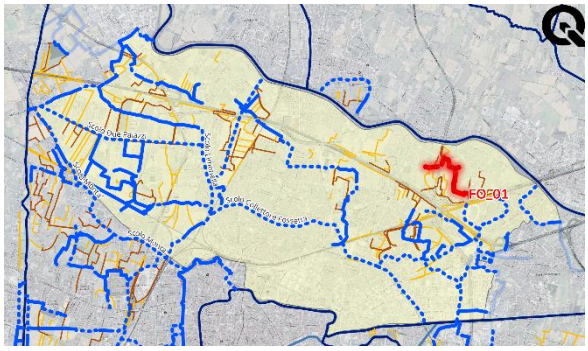


Figura 57-Keyplan intervento FO_01

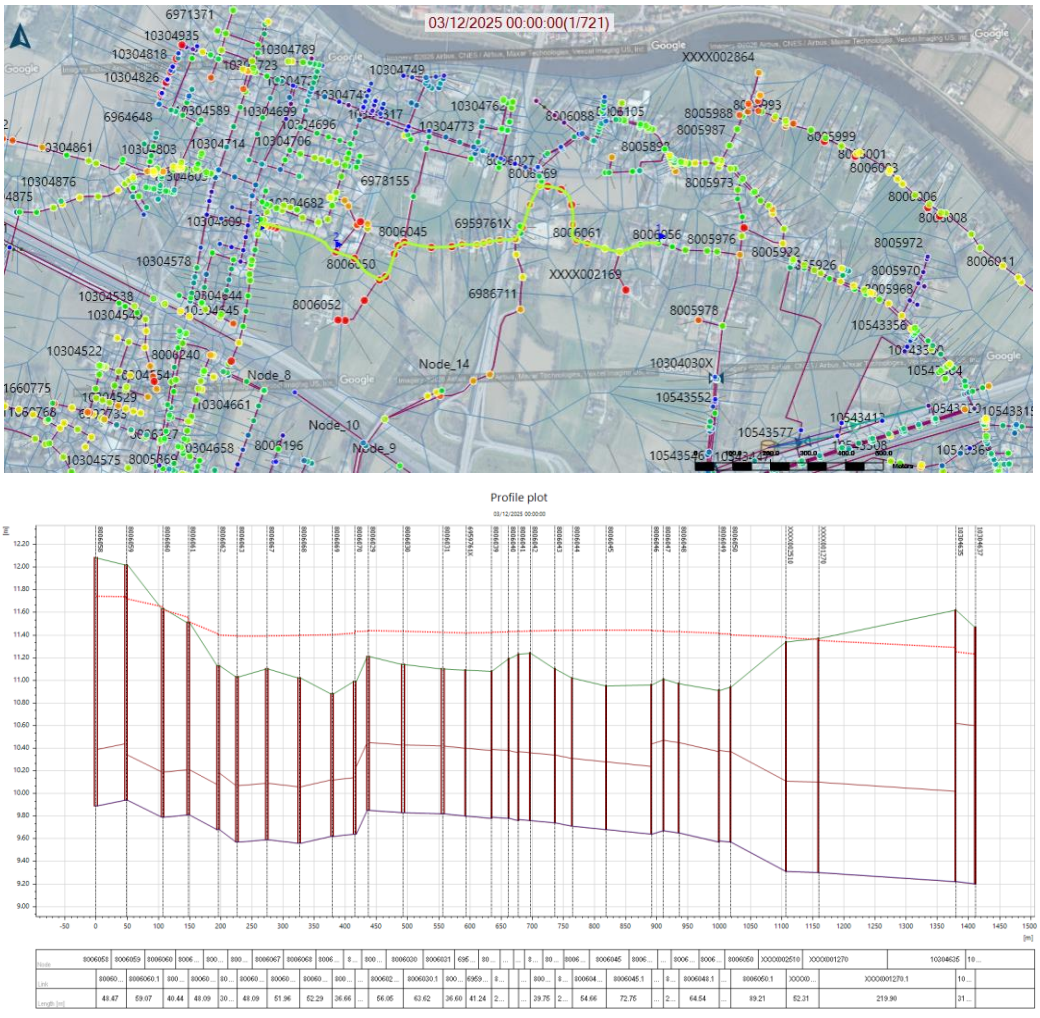


Figura 58- Andamento dello stato di fatto nel tratto di condotta tra via Faà di Bruno e via Bassette mostrato in planimetria

Il progetto prevede il ripristino, mediante risezionamento o stombinamento, dei fossi di guardia a nord di via Bassette e via Faà di Bruno, per uno sviluppo complessivo di circa 500 m. È inoltre prevista la sistemazione del capofosso a sud di via Faà di Bruno, per circa 600 m, con collegamento al nuovo collettore di via Venezian. I nuovi fossi, anche se discontinui

per vincoli di spazio lungo la viabilità, sono concepiti come invasi distribuiti; in uscita saranno quindi previsti manufatti di regolazione per limitare le portate e favorire la laminazione locale.

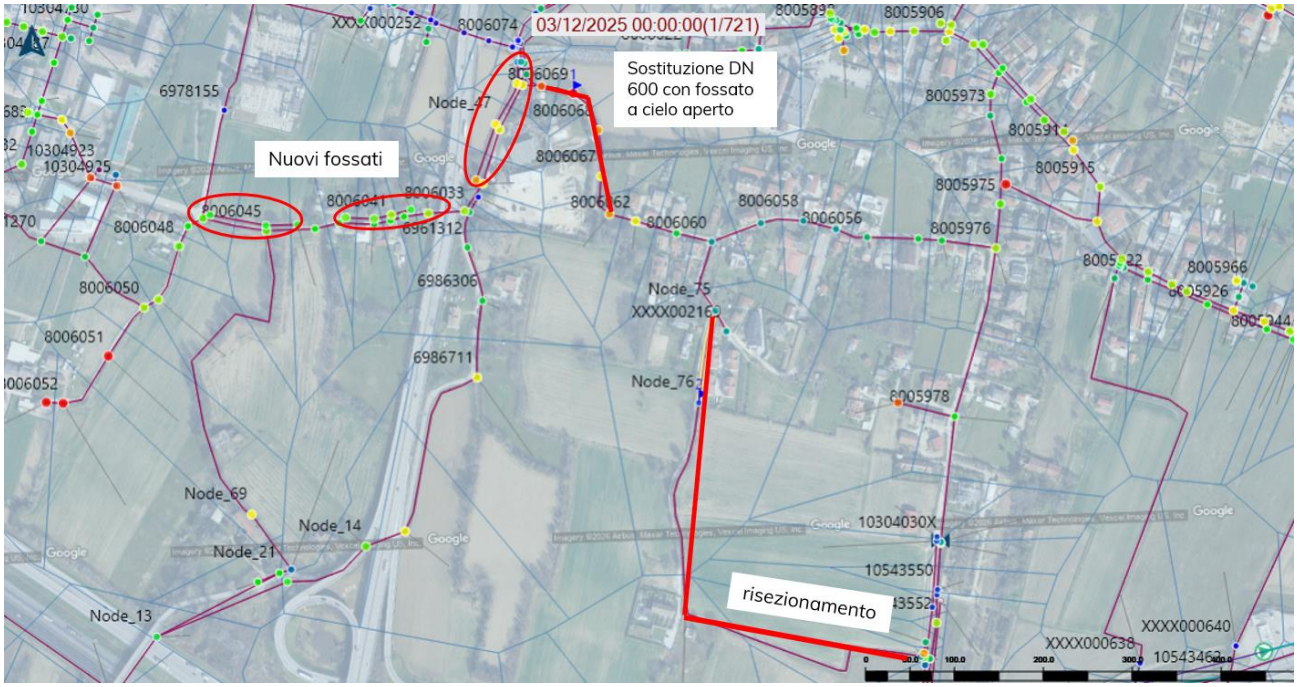


Figura 59- interventi previsti per l'intervento FO_01

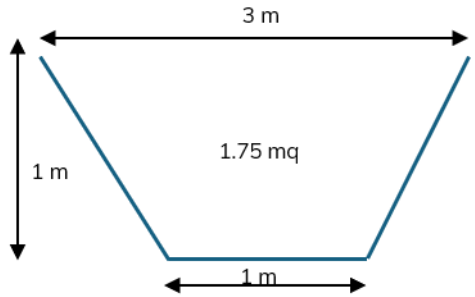


Figura 60- Proposta di nuovo fossato di progetto a seguito del risezionamento

Per garantire il corretto recapito verso il capofosso risezionato, è prevista anche la sostituzione di parte delle condotte miste esistenti di via Faà di Bruno, attualmente DN315-DN400, con nuove condotte DN600 con pendenza verso sud. Contestualmente è prevista la posa di una condotta DN250 per le acque nere, come predisposizione alla separazione della rete.

Il risultato di tale intervento non è completamente risolutivo ma permette la netta riduzione del tirante nelle zone esaminate e il collegamento diretto delle portate con via Venezian e quindi con la cassa di laminazione esistente.

Il profilo seguente mostra la differenza tra stato di fatto in rosso e stato di progetto in blu.

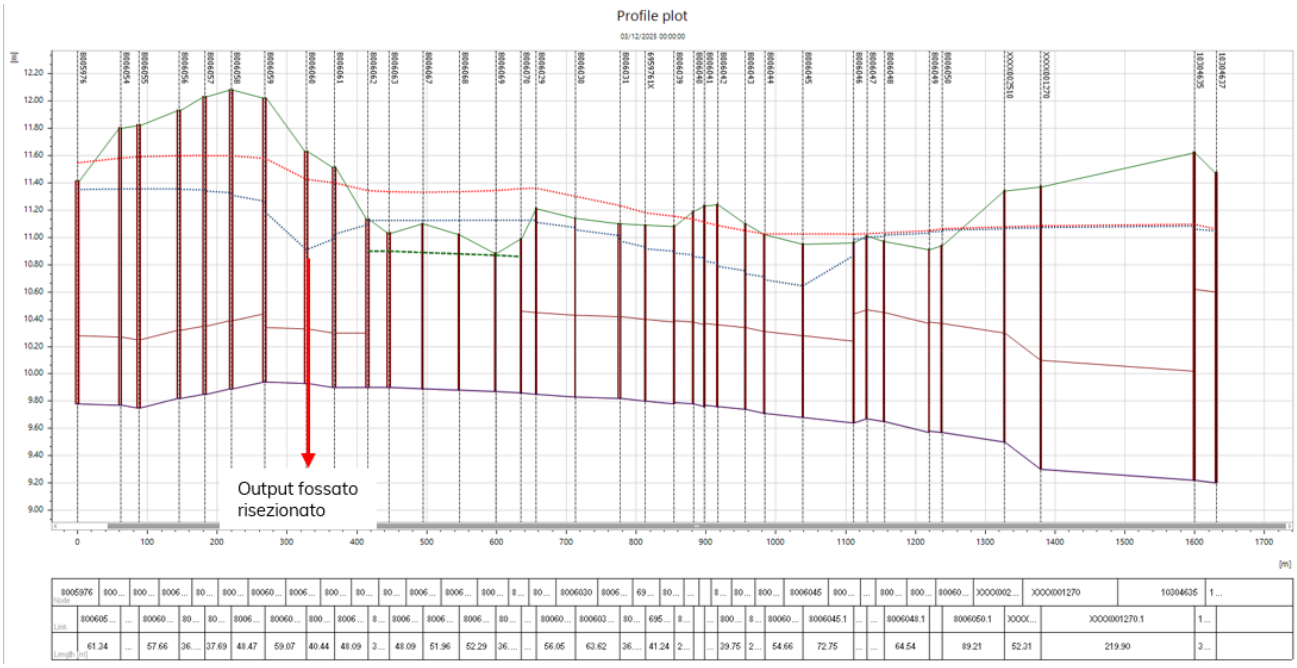


Figura 61- Confronto tra i profili longitudinali di stato di fatto e stato di progetto tra via Faà di Bruno e via Bassette

Sono comunque presenti dei superamenti localizzati per tempo di ritorno 5 anni, tuttavia con tale intervento si vuole diminuire la frequenza di accadimento degli allagamenti nella viabilità.

6.1.2.2 FO_02 – Nuovo scatolare e area di laminazione tra via Ansuino da Forlì e scolo Fossetta

L'intervento riguarda il rione San Bellino, dove la rete mista presenta criticità diffuse nelle vie Ansuino da Forlì, Zize, Guardi, Del Giglio, Della Quercia e Segantini. La criticità principale è riconducibile alla mancanza di un percorso di deflusso sufficientemente diretto e capace verso lo scolo Fossetta, tombinato al di sotto di via Guicciardini. Le simulazioni dello stato di fatto evidenziano, in occasione di eventi brevi e intensi, il raggiungimento di livelli elevati nelle condotte di monte e diffuse condizioni di sovraccarico della rete, con superamenti del piano campagna nei nodi maggiormente sfavoriti.

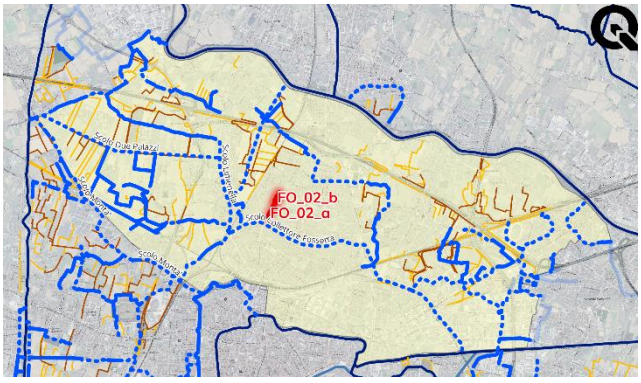


Figura 62-Keyplan intervento FO_02

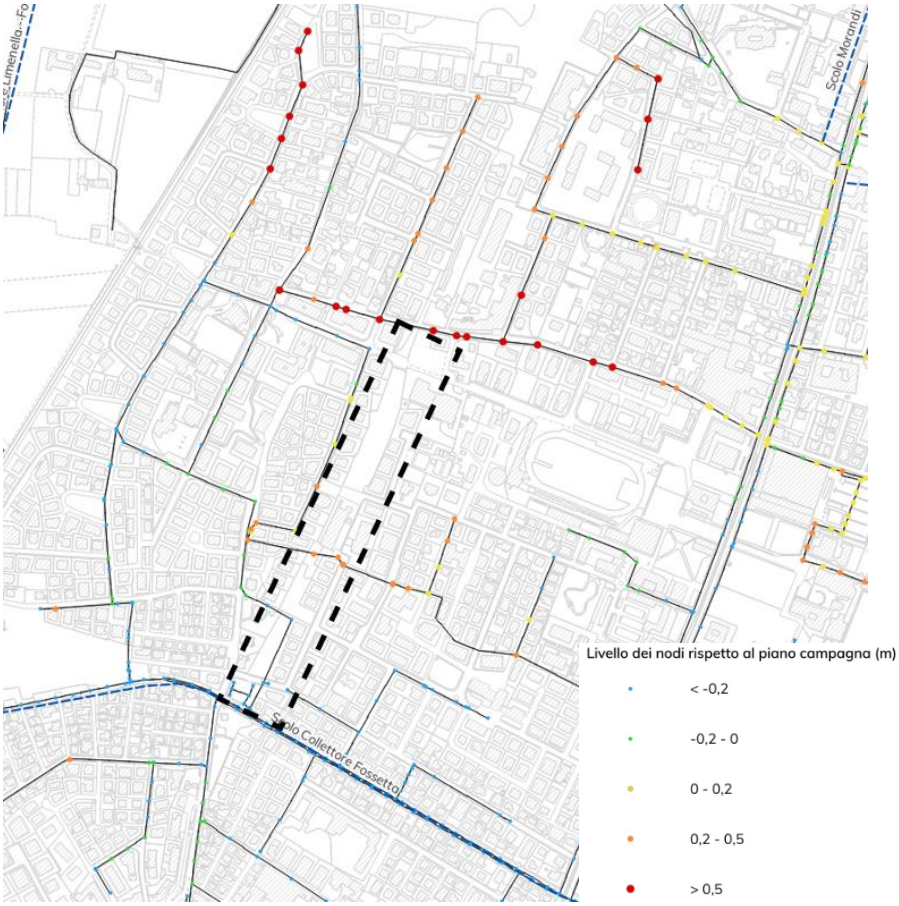


Figura 63- superamenti che avvengono allo stato di fatto, in nero è indicata la zona in cui si prevede la posa della nuova condotta

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo scatolare 2000x1000 mm, avente sviluppo complessivo pari a circa 440 m, da posare lungo il tracciato della pista ciclabile. Il nuovo collettore sarà collegato alla rete esistente mediante un manufatto sfioratore, posto sulla condotta DN500-DN600 di via Ansuino da Forlì, e recapiterà verso la condotta DN1400 proveniente da via Buonarroti e diretta allo scolo Fossetta. L'intervento consente quindi di alleggerire la rete esistente, creando una nuova direttrice di deflusso verso sud, dove il sistema Fossetta presenta maggiore capacità di smaltimento.

A completamento dell'opera è prevista la realizzazione di un'area di laminazione superficiale all'interno del Giardino della Fossalta, con volume utile pari a circa 500 m³, profondità massima di circa 0,80 m e quota di sfioro pari a 9,80 m s.l.m. L'invaso sarà ottenuto mediante modellazione morfologica controllata dell'area verde, mantenendone la funzione

ordinaria in condizioni asciutte e consentendone l'allagamento temporaneo solo in occasione degli eventi meteorici più gravosi.

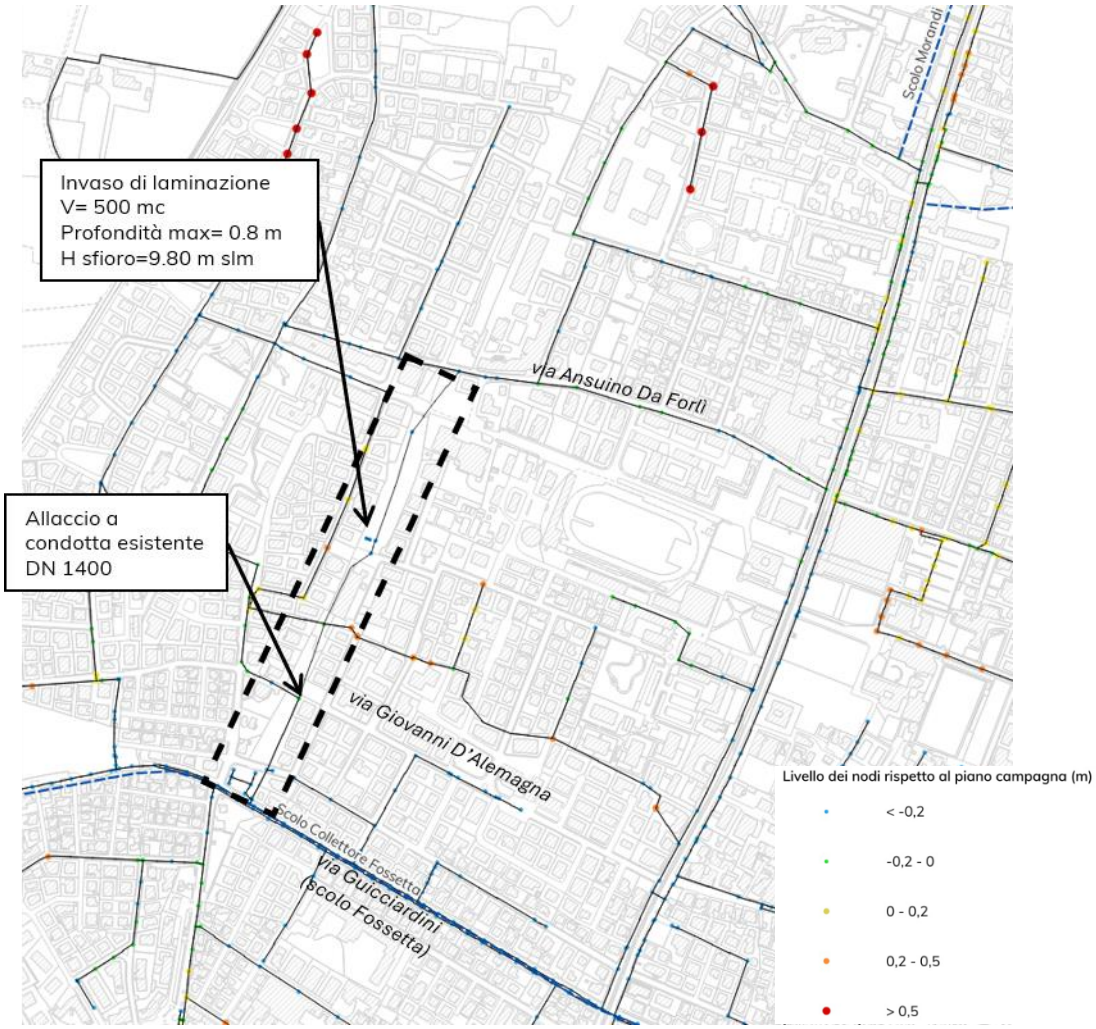


Figura 64- Andamento dello stato di progetto con inserimento in pianta delle opere previste

L'intervento presenta alcune criticità realizzative legate soprattutto all'inserimento dell'area di laminazione all'interno del parco. Lo spazio disponibile risulta infatti limitato e caratterizzato dalla presenza di alberature, percorsi e attrezzature esistenti, che dovranno essere valutati in fase progettuale al fine di verificarne l'eventuale ricollocazione o riorganizzazione funzionale. In tale prospettiva, l'area potrà essere configurata come spazio pubblico multifunzionale, ordinariamente fruibile e temporaneamente allagabile in caso di eventi meteorici intensi, con eventuali limitazioni di accesso durante le fasi di emergenza.

Il principale beneficio atteso è la riduzione dei livelli idrici nella rete di monte, mediante trasferimento controllato di parte delle portate verso la porzione meridionale del bacino, dove il collettore Fossetta è in grado di garantire condizioni di deflusso più favorevoli. L'opera consente pertanto di migliorare la risposta idraulica del comparto, riducendo il sovraccarico delle condotte esistenti e incrementando, attraverso l'invaso superficiale, la capacità di laminazione locale.

A sud dell'area di intervento è inoltre presente via Dosso Dossi, anch'essa interessata da criticità localizzate in occasione degli eventi meteorici più intensi. Dalle verifiche condotte è emerso che la dorsale a servizio di tale via non risulta collegata al collettore DN1400 verso il quale recapita il nuovo intervento previsto. Si ritiene pertanto opportuno valutare,

in fase progettuale, la realizzazione di un collegamento dedicato tra la rete di via Dosso Dossi e il collettore DN1400, in modo da estendere i benefici dell'intervento anche a tale comparto e ridurre il sovraccarico della rete locale.

6.1.2.3 FO_03 – Nuova area di laminazione via Tergola

L'intervento interessa il rione Sacro Cuore, in un'area compresa tra corso Australia, via Po, via Cignaroli, via Tergola e via Monticano. Lo stato di fatto è caratterizzato da aree residenziali poste a quota inferiore rispetto alle zone circostanti, con conseguente tendenza all'accumulo superficiale delle acque in occasione degli eventi più intensi. La modellazione SDF conferma la presenza di superamenti del piano campagna per eventi con Tr superiore a 2 anni e individua una strozzatura DN315 in corrispondenza dell'intersezione tra via Tergola e via Pirano.

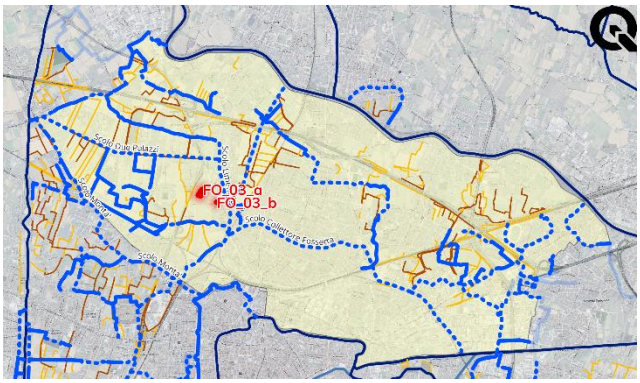


Figura 65-Keyplan intervento FO_03

Nella seguente immagine si mostra l'andamento altimetrico nel territorio nell'area mostrata, è evidente come la zona analizzata, tra via Tergola- via Cignaroli presenti quote inferiori rispetto alle campagne poste nell'intorno, e in particolare si trovi interclusa tra via Sacro Cuore e Corso Australia, con conseguenti problematiche di smaltimento.

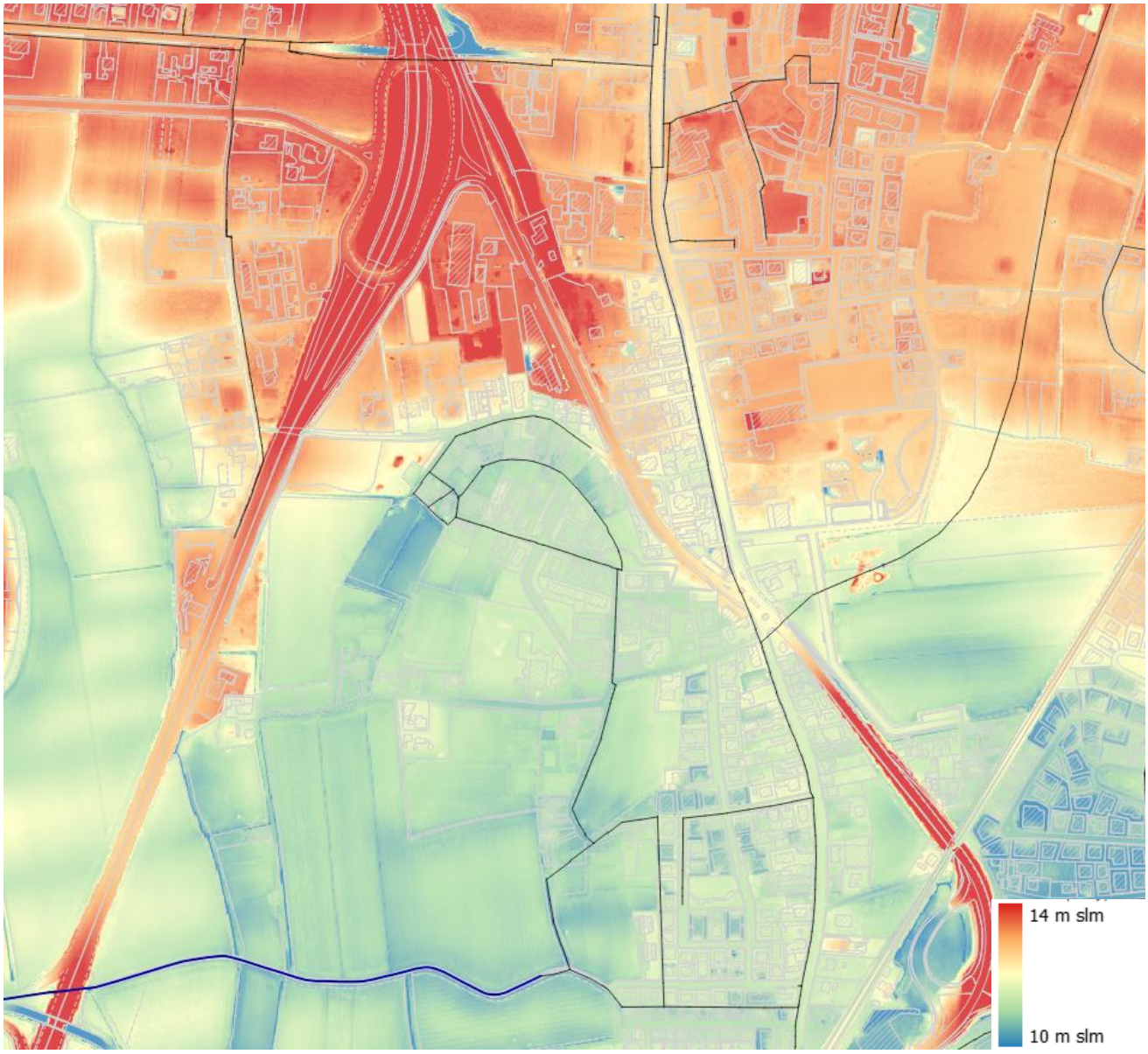
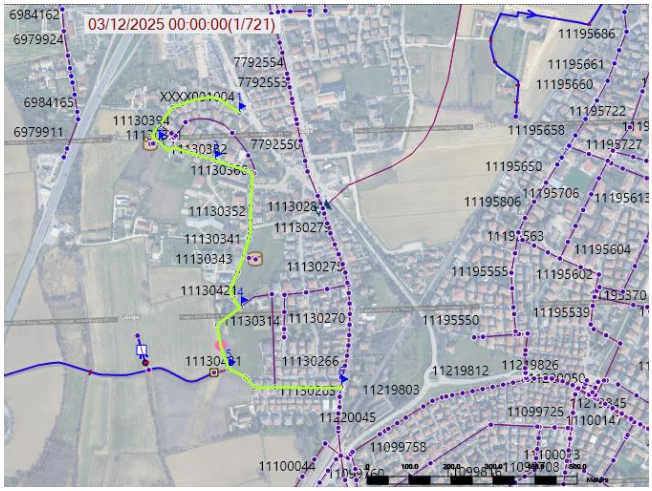


Figura 66- Andamento altimetrico da DTM 2023 effettuato dal comune di Padova dell'area di via Tergola- Sacro Cuore

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova area di laminazione superficiale da circa 1.500 m³ in un'area agricola privata adiacente a via Tergola. L'invaso sarà ottenuto mediante rimodellamento del terreno, con scavo medio di circa 40 cm, scotico preliminare e successivo riposizionamento dello strato vegetale.

L'intervento è completato dalla sostituzione della strozzatura DN315 con una condotta DN600 per circa 10 m e dall'escavo di un nuovo fosso tra via Monticano e l'area agricola privata, per uno sviluppo di circa 150 m.

La funzione dell'intervento è duplice: aumentare il volume disponibile per la laminazione degli eventi brevi e intensi e migliorare la continuità idraulica locale, riducendo i livelli nelle reti di via Cignaroli, via Tergola e via Monticano.



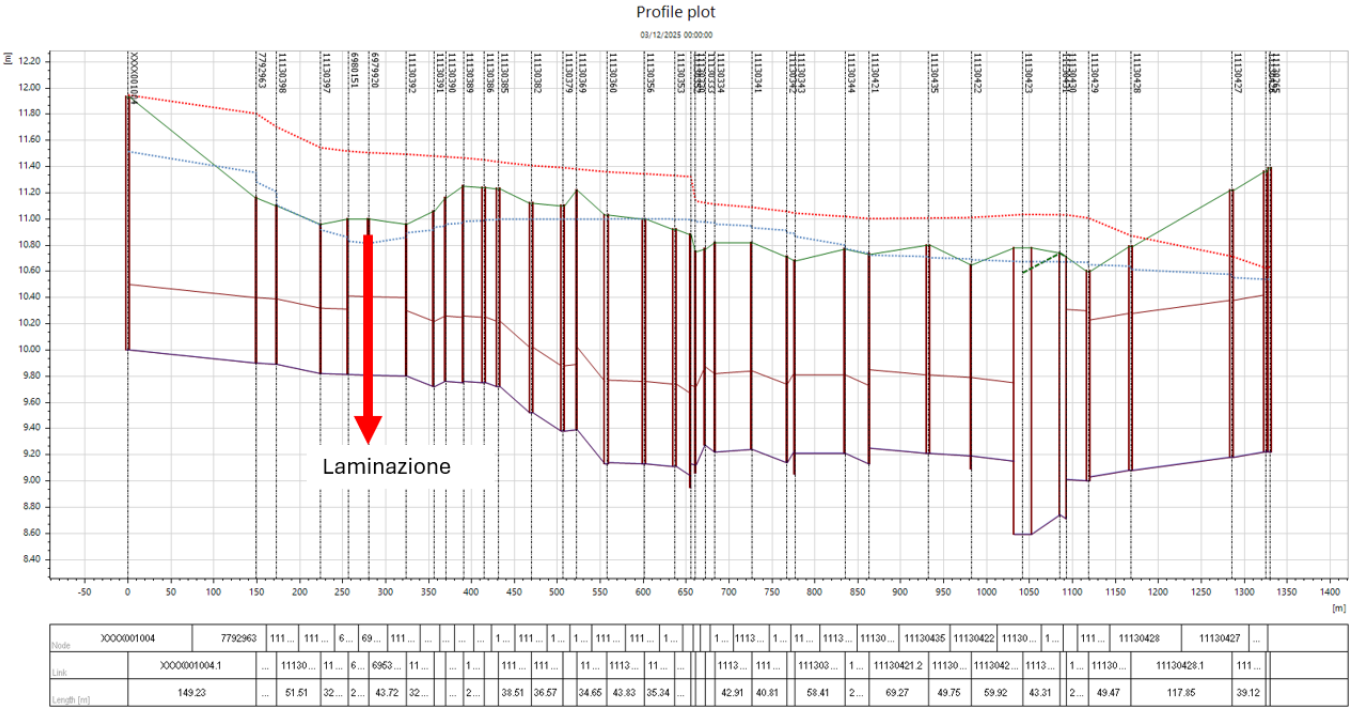


Figura 67- Andamento del profilo longitudinale lungo via Tergola in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto per Tr 5 anni

Nella medesima area è stata inoltre valutata la possibilità di anticipare la realizzazione del primo tratto dello scolmatore Montà-Brusegana, previsto dal Consorzio di Bonifica. L'opera, nella configurazione complessiva, è finalizzata al collegamento tra lo scolmatore Limenella-Fossetta e il Canale delle Basse, con tracciato lungo via Pirano, attraversamento dell'area verde esistente e successiva prosecuzione verso sud.

Il primo stralcio esaminato prevede la posa di uno scatolare di dimensioni 1,50x2,50 m lungo il tracciato individuato. La simulazione di tale configurazione evidenzia un contributo positivo allo sgravio delle portate provenienti dalla porzione

nord di via Monticano; tuttavia, l'intervento non risulta risolutivo per il settore settentrionale del quartiere. Le condotte locali di monte presentano infatti capacità insufficiente e continuano a manifestare condizioni di sovraccarico e rigurgito anche in presenza del nuovo collettore.

L'opera può quindi essere considerata utile nel quadro del futuro assetto idraulico complessivo del sistema Montà-Brusegana, ma non sufficiente, se realizzata come unico intervento, a risolvere le criticità locali del comparto. Per tale motivo, l'eventuale anticipazione del primo stralcio dovrà essere accompagnata da ulteriori valutazioni sulla rete afferente e, ove necessario, da interventi puntuali di adeguamento delle condotte di monte.

Si sottolinea inoltre che il progetto non prevede il collegamento dello scolmatore con la rete mista esistente, va pertanto prevista una separazione della rete esistente prima del collegamento con lo scatolare di progetto.



Figura 68- tracciato primo stralcio scolmatore Montà-Brusegana

6.1.2.4 FO_04 – Nuove aree di laminazione San Carlo

L'intervento riguarda il rione San Carlo, nella parte centrale del bacino Fossetta. La rete mista afferisce allo scolo Fossetta tombinato sotto via Dürer e il Parco della Canaletta, con collegamenti alla dorsale DN1800 di via del Plebiscito. Nonostante i benefici dello scolmatore Limenella-Fossetta, la modellazione conferma criticità residue nelle reti di via Bettella, via Saetta, via Pierobon, via Cardinal Callegari e via Tiziano Vecellio. Particolarmente significativa è la differenza altimetrica tra via Tiziano Vecellio, posta intorno a 10 m s.l.m., e via del Plebiscito, circa 1,20 m più alta, che condiziona anche i percorsi di deflusso superficiale.

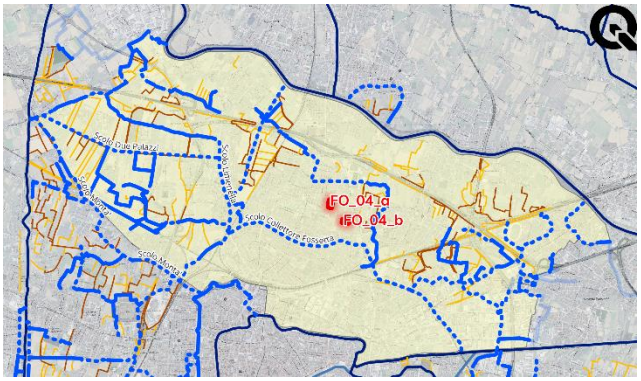


Figura 69-Keyplan intervento FO_04

Nella seguente immagine si mostra un estratto del DTM che mostra le differenze altimetriche enunciate.

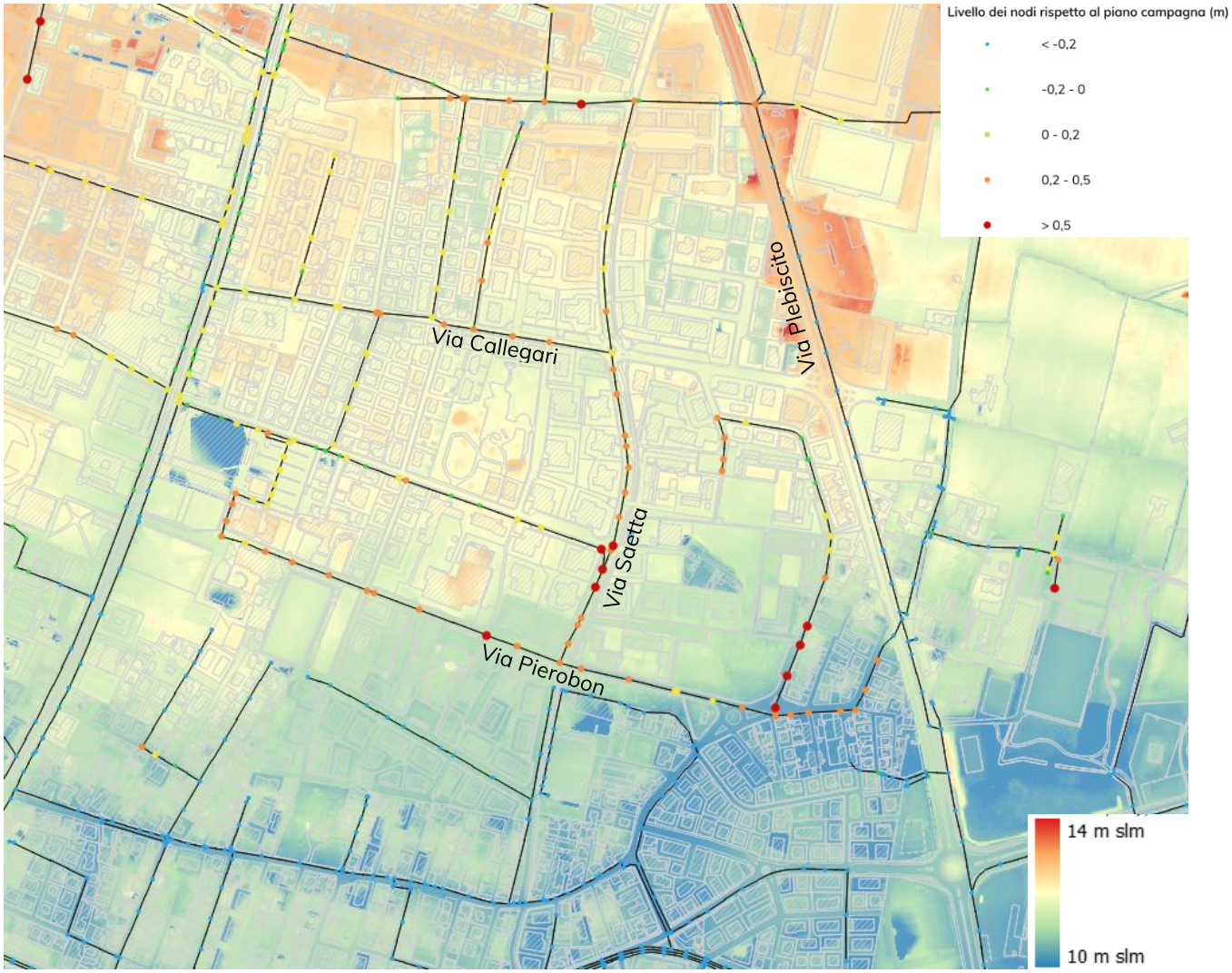


Figura 70- Andamento delle quote altimetriche e risultati dello stato di fatto per Tr 5 anni nell'area del quartiere San Carlo

Il progetto prevede la realizzazione di due aree di laminazione superficiali, ciascuna con volume utile di circa 600 m³. La prima è prevista nel Parco Piaggi, con sfioro dalla rete di via Cardinal Callegari; la seconda nel Giardino del Ginkgo, con sfioro dalla rete di via Pierobon. Per entrambe le aree è prevista la movimentazione di circa 1.800 m³ di terreno, la formazione di uno strato drenante in ghiaia tra geotessuti e il ripristino dello strato vegetale. È inoltre previsto, dove necessario, il trapianto di specie arbustive o arboree di minori dimensioni.

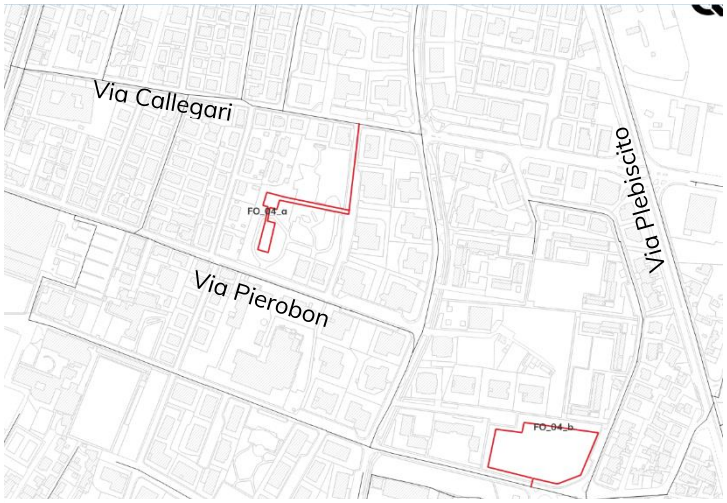


Figura 71- Posizionamento interventi di progetto

L'intervento è finalizzato alla riduzione dei livelli idrici nelle reti locali e all'incremento della capacità di invaso distribuito all'interno del tessuto urbano. La soluzione proposta consente di attenuare le criticità modellate, ma non può essere considerata completamente

risolutiva, in quanto il comparto è caratterizzato da diffuse insufficienze delle condotte lungo le principali dorsali di drenaggio.

Dal punto di vista strettamente idraulico, l'intervento ottimale sarebbe rappresentato dalla sostituzione estesa delle condotte sottodimensionate, con adeguamento delle sezioni e delle pendenze alle portate di progetto. Tale ipotesi è stata valutata in prima istanza, ma presenta costi elevati, significative interferenze con il tessuto urbanizzato e rilevanti difficoltà realizzative, legate alla presenza di sottoservizi, viabilità, accessi privati e spazi di cantiere limitati. Per tali ragioni, almeno nel breve periodo, tale soluzione risulta difficilmente attuabile come intervento organico sull'intero comparto.

La proposta individuata privilegia quindi una strategia di mitigazione diffusa, basata sulla realizzazione di aree di laminazione superficiale all'interno degli spazi verdi urbani disponibili. Anche tale soluzione presenta elementi di complessità, poiché le aree individuate ricadono all'interno di parchi pubblici già dotati di funzioni ricreative, percorsi, alberature e attrezzature. Sarà pertanto necessario, nelle successive fasi progettuali, verificare attentamente la compatibilità tra le opere idrauliche e gli usi ordinari degli spazi, valutando eventuali riorganizzazioni funzionali.

In questa prospettiva, le aree verdi potranno essere configurate come spazi multifunzionali: ordinariamente fruibili come parchi urbani e, solo in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, temporaneamente utilizzabili come bacini di invaso. Tale impostazione consente di introdurre nel tessuto urbano volumi di laminazione distribuiti senza compromettere in modo permanente la funzione pubblica degli spazi aperti.

Il meccanismo proposto rappresenta una forma concreta di adattamento della città agli eventi meteorici intensi: non sostituisce integralmente gli interventi strutturali di adeguamento delle reti, ma consente di aumentarne la resilienza, riducendo i picchi di portata, limitando i sovraccarichi locali e sfruttando in modo più efficiente le aree pubbliche disponibili.

6.2 Bacino Brusegana

Per il bacino Brusegana, la durata di precipitazione risultata più gravosa ai fini della risposta idraulica della rete è pari a 1 ora, assumendo uno ietogramma rettangolare. Tale risultato è coerente con le caratteristiche del bacino, che presenta una rete prevalentemente tubata nelle porzioni maggiormente urbanizzate e un'ampia area agricola nella parte centrale, servita da canali consortili con prevalente funzione irrigua e da una rete di fossi secondari di dimensioni generalmente contenute. Questi ultimi, proprio per la ridotta sezione utile e per la limitata capacità di invaso e smaltimento, risultano particolarmente sensibili a eventi meteorici brevi e intensi.

Il sistema di drenaggio del bacino si è sviluppato in tempi successivi, seguendo l'evoluzione urbanistica del territorio e senza una configurazione unitaria originaria. Ne deriva una rete eterogenea, caratterizzata da tratti con diametri, sezioni e pendenze discontinui, oltre che da possibili restringimenti locali e condizioni di funzionamento non sempre chiaramente leggibili. Per tale motivo, una parte significativa degli interventi individuati non consiste necessariamente nella realizzazione di nuove opere strutturali, ma nella ricognizione, verifica e ripristino dell'officiosità idraulica delle condotte e dei manufatti esistenti, al fine di eliminare discontinuità, ostruzioni, strozzature e perdite di efficienza che possono contribuire all'innalzamento dei livelli in rete durante gli eventi di progetto.

6.2.1 Stato di fatto

Le criticità modellate e segnalate nel bacino Brusegana interessano in particolare l'asse di via dei Colli, l'ambito di via Merlin e via Santi Fabiano e Sebastiano, via Stoppani, via Pioveghetto, via Naccari, il comparto di Chiesanuova e il quartiere Basso Isonzo. Gli eventi recenti, in particolare quelli del 16 maggio 2024 e del 21 agosto 2025, hanno confermato la vulnerabilità del sistema di drenaggio in corrispondenza delle aree morfologicamente depresse, dei tratti di rete sottodimensionati e delle zone soggette a rigurgito dai recapiti principali.

Nel settore di via dei Colli e nelle aree limitrofe la rete presenta una configurazione eterogenea, con tratti realizzati in epoche diverse e non sempre caratterizzati da adeguata continuità idraulica. L'evoluzione urbanistica del comparto ha infatti determinato un progressivo adattamento della rete esistente, spesso mediante interventi puntuali e successivi, senza una riorganizzazione complessiva del sistema di drenaggio. Ne deriva la presenza di restringimenti, discontinuità geometriche e tratti con capacità insufficiente, che favoriscono condizioni di sovraccarico, rigurgito verso monte e superamenti localizzati del piano campagna.

Nell'ambito di via Merlin e via Santi Fabiano e Sebastiano permangono criticità localizzate nonostante la presenza di opere di laminazione recentemente realizzate. Tali opere contribuiscono alla mitigazione dei picchi di portata, ma non risultano sufficienti a risolvere integralmente le insufficienze della rete locale. In questo contesto, gli interventi previsti dal gestore rappresentano un primo livello di adeguamento e razionalizzazione del sistema, finalizzato a migliorare il funzionamento idraulico delle dorsali esistenti e a ridurre le condizioni di sovraccarico.

Tra le criticità ricorrenti si evidenzia anche via Stoppani, interessata da allagamenti anche in occasione di eventi non eccezionali. La vulnerabilità dell'area è legata sia alla configurazione altimetrica locale, con quote stradali sfavorevoli rispetto al contesto circostante, sia alla limitata capacità di smaltimento della rete esistente. Analogamente, via

Pioveghetto presenta condizioni critiche dovute all'interazione tra la rete locale e i recapiti principali, con possibili fenomeni di rigurgito e insufficiente continuità tra le diverse dorsali di drenaggio.

Nel comparto di Chiesanuova le problematiche risultano concentrate nell'area compresa tra lo scolo Montà e lo scolo Pelosa, con segnalazioni in corrispondenza di via Tassinari e delle rampe ovest del cavalcavia. Si tratta di un ambito idraulicamente complesso, nel quale la rete urbana interagisce con il sistema dei canali di bonifica e con le previsioni del futuro Canale Equilibratore Montà-Brusegana. Gli interventi previsti in tale zona dovranno pertanto essere valutati in coerenza con l'assetto complessivo di progetto del sistema Montà-Brusegana.

Nel quartiere Basso Isonzo, infine, le criticità sono riconducibili principalmente al funzionamento dello scolo Boschette e alla limitata protezione locale di alcune aree poste in fregio al corso d'acqua. In particolare, in corrispondenza del parco giochi inclusivo "Albero del Tesoro", il coronamento arginale presenta quote localmente insufficienti, favorendo l'esondazione verso l'area verde e le proprietà limitrofe durante gli eventi più intensi.

Nella parte settentrionale del bacino è inoltre presente lo scolo Montà, lungo il quale sono previsti interventi di completamento e continuità della dorsale nei tratti attualmente non compiutamente realizzati. In particolare, è previsto il completamento del tratto in corrispondenza del magazzino comunale, già inserito tra gli interventi del Piano. Tale opera è finalizzata a migliorare la continuità idraulica del sistema e potrà contribuire alla riduzione di alcune criticità localizzate che interessano il comparto nord del bacino.

Si rimanda alla tavola 12.04-TAV per i risultati della modellazione.

6.2.2 Stato di progetto

Gli interventi previsti nel bacino Brusegana sono finalizzati alla riduzione dei livelli idrici nelle reti miste locali, al ripristino dell'officiosità idraulica delle dorsali esistenti, all'eliminazione di strozzature puntuali, alla creazione di nuovi volumi di laminazione e alla protezione di aree sensibili mediante risezionamenti e rialzi arginali. Le opere proposte sono in parte interventi puntuali di efficientamento della rete e in parte interventi strutturali di invaso e recapito.
Le verifiche progettuali illustrate nel seguito assumono come scenario di riferimento la realizzazione dell'intervento previsto da AcegasApsAmga lungo via dei Colli e via Santi Fabiano e Sebastiano, identificato con il codice AAA_BR_01 e

rappresentato nella figura seguente. Tale intervento è stato inserito all'interno del modello idraulico, in quanto costituisce una prima misura di miglioramento della dorsale principale del comparto.

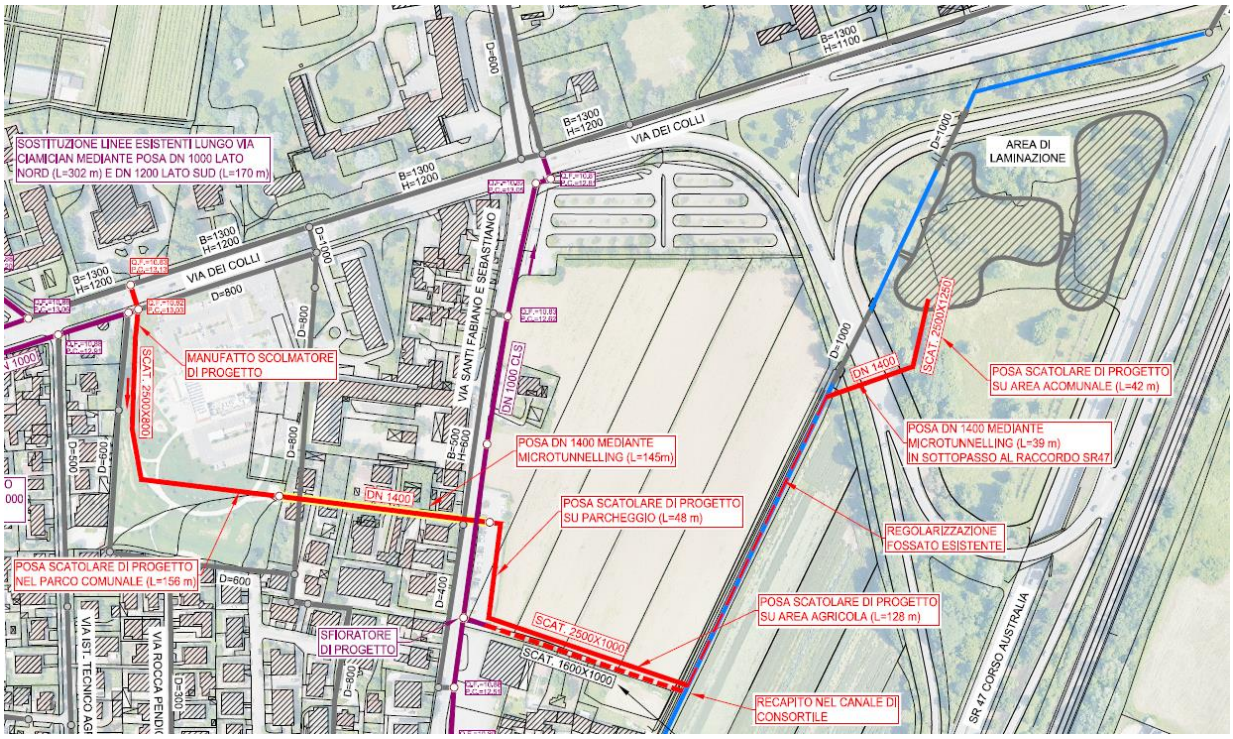


Figura 72- intervento inserito in scheda con codice AAA_BR_01

I risultati della modellazione evidenziano che l'intervento AAA_BR_01 determina benefici apprezzabili sul funzionamento della dorsale principale, con riduzione dei livelli idrici e del grado di sovraccarico nei tratti interessati. Per tale motivo, esso è stato assunto come configurazione di base per le successive verifiche di progetto, al fine di valutare gli ulteriori interventi proposti in un assetto già comprensivo delle opere programmate dal gestore.

6.2.2.1 BR_01 – Verifica e ripristino dell'officiosità idraulica delle reti di via dei Colli

L'intervento riguarda l'asse principale di via dei Colli, dove la rete presenta condotte e scatolari di geometria eterogenea, con restringimenti che determinano rigurgiti e funzionamento in pressione. Lo stato di fatto, anche dopo la valutazione dell'intervento proposto da AcegasApsAmga per lo scolmo verso il Fosso Duca degli Abruzzi e l'area di laminazione, evidenzia criticità residue nel tratto di monte e nelle reti afferenti, già per eventi con Tr 5 anni.

Il progetto, tenuto conto delle difficoltà esecutive e delle interferenze con viabilità e sottoservizi, non prevede in questa fase il rifacimento completo della dorsale, ma la verifica dello stato interno delle condotte mediante videoispezione e il ripristino dell'officiosità idraulica tramite idropulizia, espurgo ed eventuale sostituzione puntuale di elementi aventi diametri incoerenti. L'intervento interessa le condotte nord e sud di via dei Colli fino all'intersezione con via Santi Fabiano e Sebastiano, per uno sviluppo complessivo di circa 2.020 m.

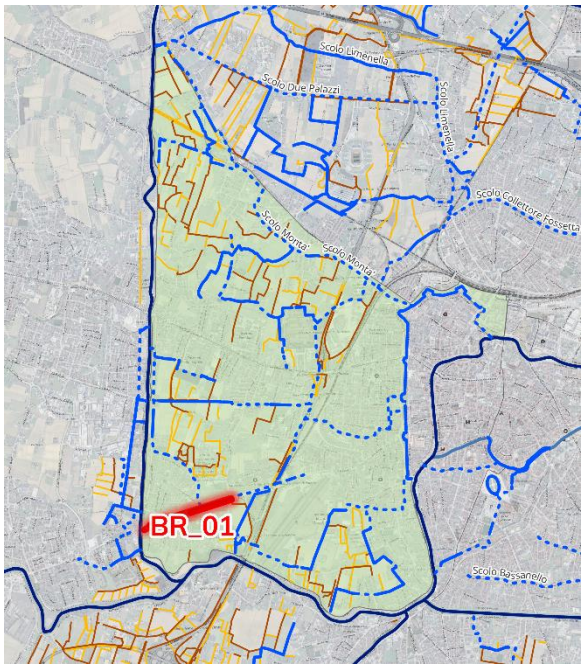


Figura 73- keyplan intervento BR_01

Il profilo longitudinale evidenzia la discontinuità geometrica della dorsale sud di via dei Colli, caratterizzata dall'alternanza di tratti con sezioni differenti. In particolare, il tratto evidenziato in rosso, avente diametro inferiore rispetto alle condotte poste immediatamente a monte e a valle, costituisce una strozzatura idraulica significativa.

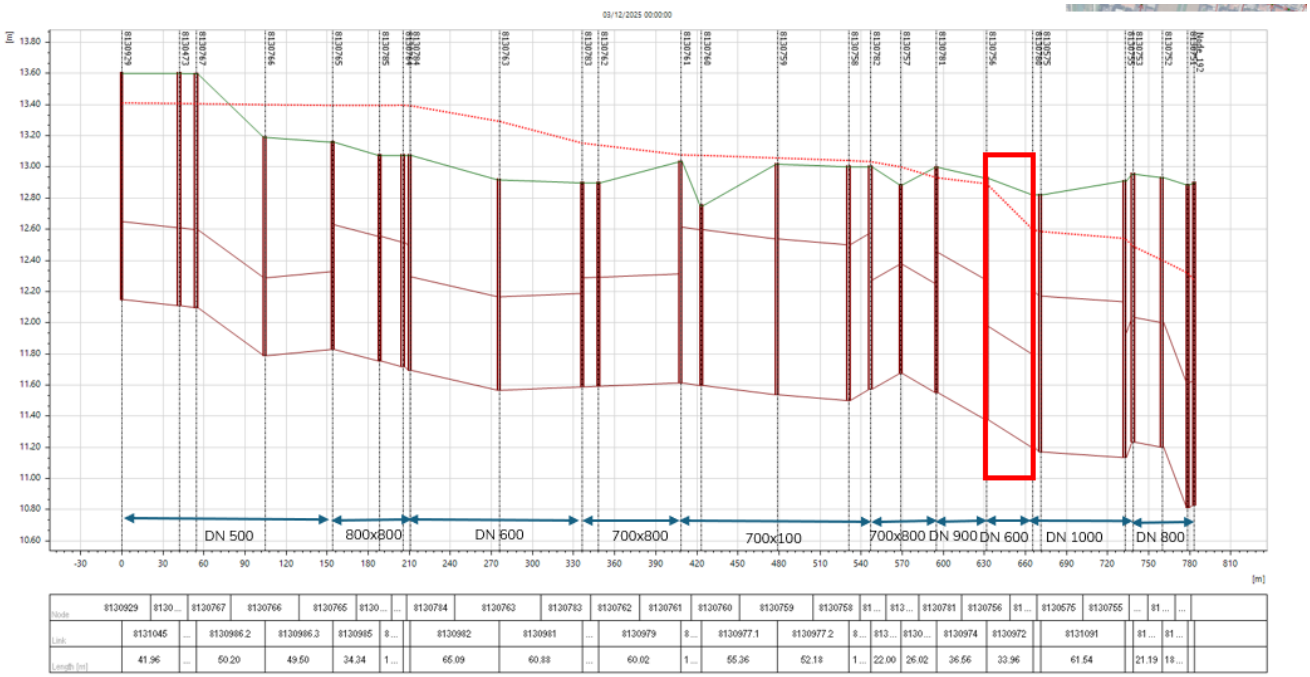


Figura 74- Andamento dei diametri delle condotte lungo la dorsale sud di via dei Colli

Tale restringimento limita la capacità di deflusso della dorsale e determina un innalzamento dei livelli idrici nei tratti di monte, con conseguente funzionamento in pressione della rete e aumento del rischio di superamento del piano

campagna nei nodi più sfavoriti. La differenza tra i livelli idrici di monte e di valle conferma quindi che la criticità non è dovuta esclusivamente alla portata complessiva afferente alla dorsale, ma anche alla presenza di discontinuità locali che riducono l'efficienza idraulica del sistema.

6.2.2.2 BR_02 – Adeguamento reti a nord di via dei Colli: via Lagrange, via Lister, via Ciamician

L'intervento interessa il quartiere a nord di via dei Colli, servito da una rete mista con condotte di diametro generalmente compreso tra DN300 e DN500. Lo stato di fatto evidenzia una strozzatura DN400 tra via Newton e via Lagrange e una dorsale DN600 in proprietà privata a sud di via Lister, con problemi di accessibilità e manutenzione.

In particolare, il profilo longitudinale delle condotte nell'area di via Lagrange, via Lister e via Ciamician evidenzia l'alternanza di sezioni differenti lungo le principali direttrici di drenaggio. Tale configurazione, unita alla presenza di tratti localizzati di minore capacità, costituisce una delle cause principali delle criticità modellate, che risultano significative già per eventi con tempo di ritorno pari a 2 anni.

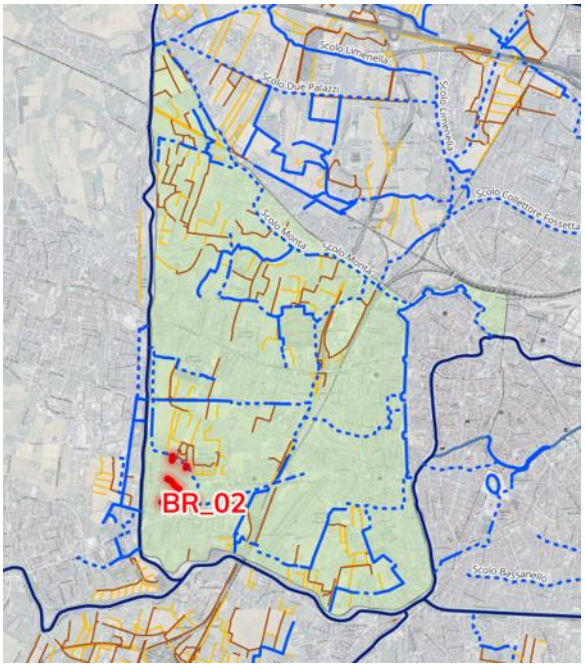


Figura 75-Keyplan intervento BR_02

Nella seguente immagine sono riportate in pianta le dimensioni delle condotte presenti nella porzione nord di via dei Colli, si evidenzia in particolare il restringimento presente lungo via Ciamician in cui la condotta con DN 500 viene convogliata all'interno di uno scatolare B0,4xH0,4 m.

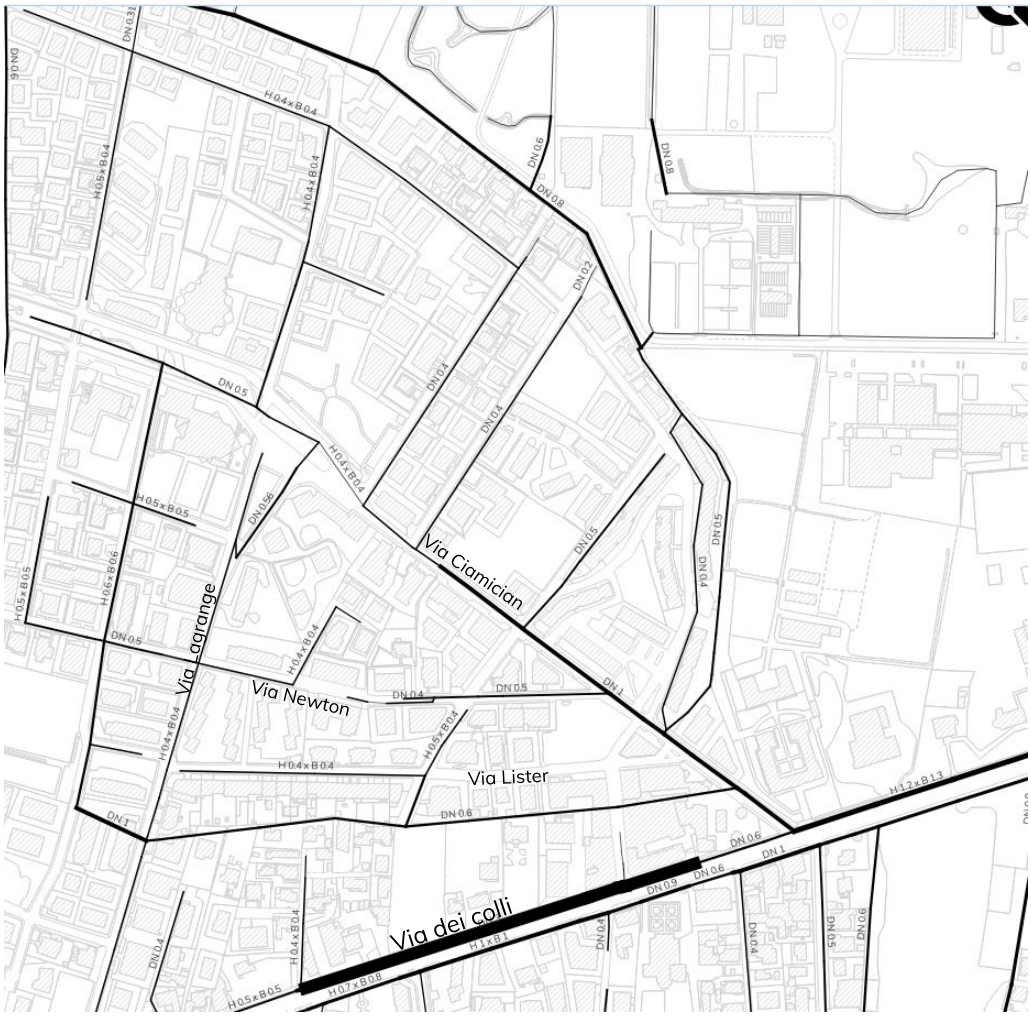


Figura 76- Andamento dei diametri delle condotte nell'area nord di via dei Colli, sono evidenti diversi restringimenti

Il progetto è articolato in tre stralci funzionali, finalizzati a migliorare la continuità idraulica del sistema e ad alleggerire le reti maggiormente sollecitate.

Il primo stralcio prevede la realizzazione di due nuovi collegamenti tra la rete esistente e lo scolo consortile Istituto San Benedetto, rispettivamente in via Vito Volterra e in via Camillo Flammarion. Entrambi i collegamenti saranno dotati di manufatti sfioratori superficiali a monte, in modo da consentire l'attivazione del recapito verso lo scolo solo al superamento di prefissate condizioni di livello nella rete.

Il secondo stralcio riguarda il collegamento tra via Lagrange e via Ciamician mediante una nuova condotta di maggiore capacità, oltre alla sostituzione di un tratto esistente caratterizzato da sezione insufficiente. L'intervento consente di migliorare la continuità della dorsale e ridurre le condizioni di rigurgito che interessano le condotte di monte.

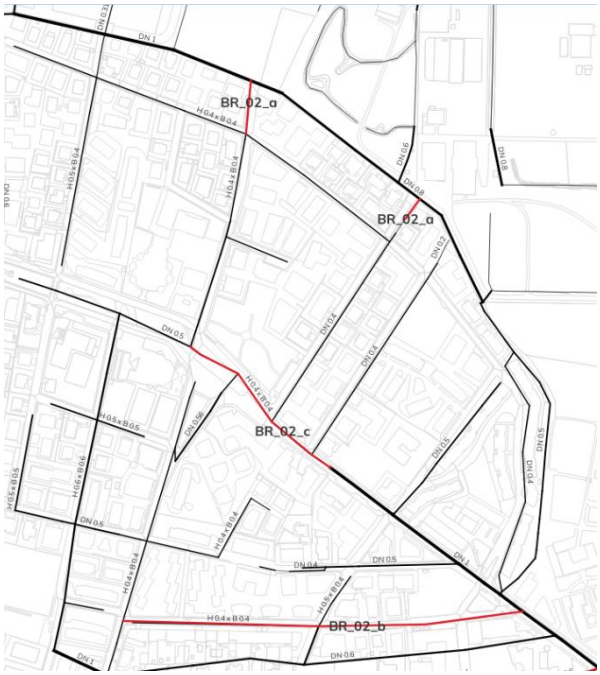


Figura 77- Interventi individuati in pianta

Il terzo stralcio prevede l'adeguamento della dorsale di via Ciamician, mediante sostituzione della condotta esistente con una sezione idraulicamente più idonea alle portate afferenti. Per i tratti interessati dagli adeguamenti è inoltre prevista la realizzazione di manufatti sfioratori e la posa di condotte dedicate alle acque reflue, come predisposizione alla futura separazione della rete.

I risultati delle simulazioni nello stato di progetto mostrano un miglioramento del deflusso lungo tutte le principali condotte interessate dall'intervento. Nei profili seguenti è riportato il confronto tra stato di fatto e stato di progetto, rispettivamente per eventi con tempo di ritorno pari a 2 anni e 5 anni.

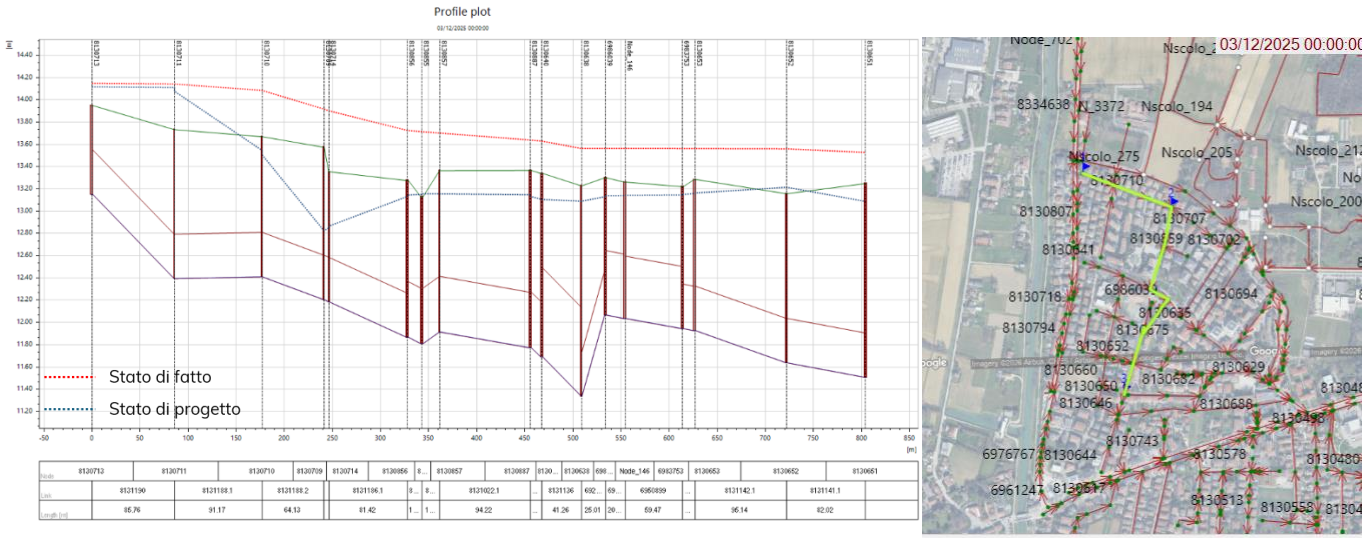


Figura 78- Andamento del profilo longitudinale nel tratto mostrato in figura per tempo di ritorno 2 anni, in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto

Per tempo di ritorno pari a 2 anni, pur permanendo condizioni di funzionamento in pressione in alcuni tratti della rete, l'intervento determina una riduzione significativa dei livelli idrici e dei punti in cui il tirante supera il piano campagna. Il beneficio risulta quindi apprezzabile soprattutto nei tratti di monte, dove nello stato di fatto si concentrano le principali condizioni di rigurgito.

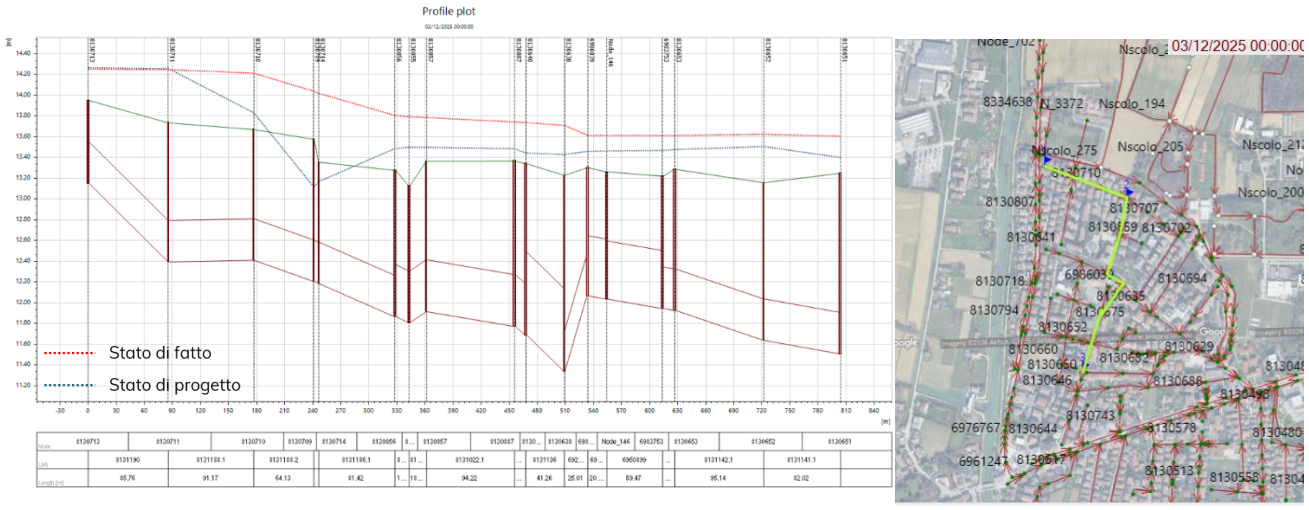


Figura 79- Andamento del profilo longitudinale nel tratto mostrato in figura per tempo di ritorno 5 anni, in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto

Per tempo di ritorno pari a 5 anni permangono alcuni superamenti localizzati del piano campagna, generalmente contenuti entro valori dell'ordine di 20-25 cm nel modello monodimensionale. Tali superamenti, se valutati in termini di effettivo tirante superficiale atteso a seguito della fuoriuscita dai nodi, corrispondono verosimilmente a battenti più contenuti e distribuiti sulle aree limitrofe. Permane un livello di rischio nell'area analizzata tuttavia dovranno essere effettuate verifiche di dettaglio approfondite nelle successive fasi progettuali, anche mediante valutazioni bidimensionali o analisi locali delle vie preferenziali di deflusso superficiale.

6.2.2.3 BR_03 – Risezionamento capofosso e nuova area di laminazione in via Merlin

L'intervento riguarda l'area compresa tra via dei Colli e l'argine sinistro del Bacchiglione, con particolare riferimento a via Merlin e via Santi Fabiano e Sebastiano. Lo stato di fatto è caratterizzato da una rete mista localmente insufficiente e da fenomeni di allagamento già riscontrati in occasione degli eventi del 16 maggio 2024 e del 21 agosto 2025, segnalati anche dalla Protezione Civile del Comune di Padova.
La vulnerabilità dell'area è accentuata dalla configurazione altimetrica locale. Via Merlin presenta infatti quote depresse rispetto al piano campagna circostante, condizione che favorisce l'accumulo superficiale delle acque in caso di insufficienza della rete e limita la possibilità di deflusso naturale verso le aree limitrofe.

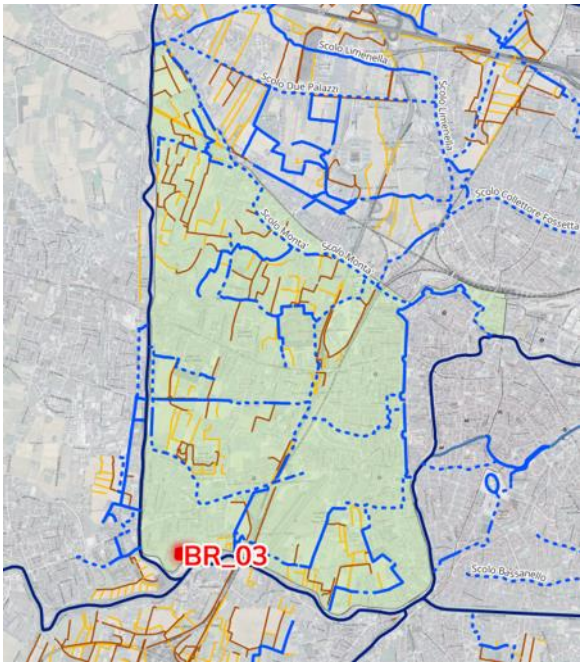
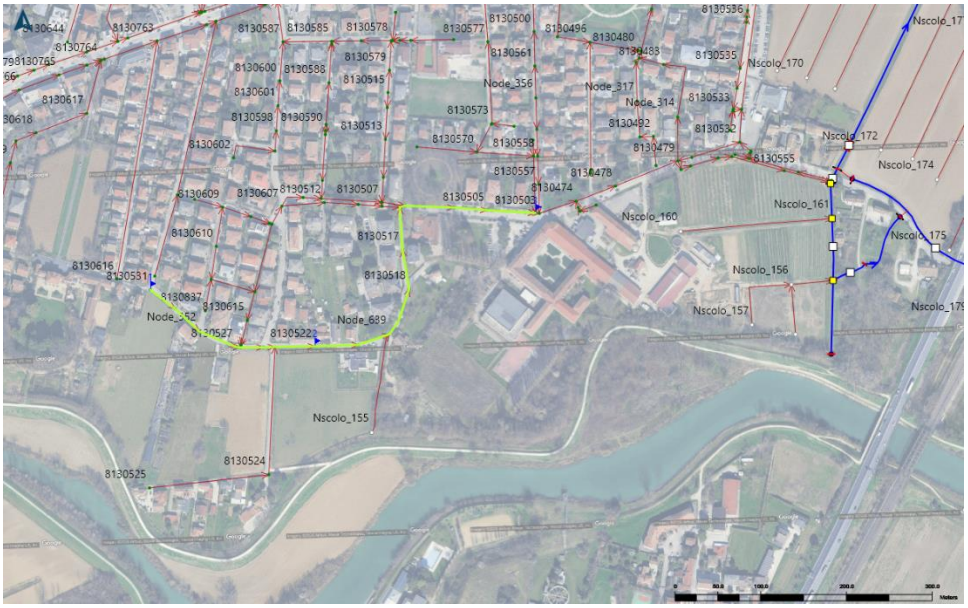


Figura 80- Keyplan intervento BR_03

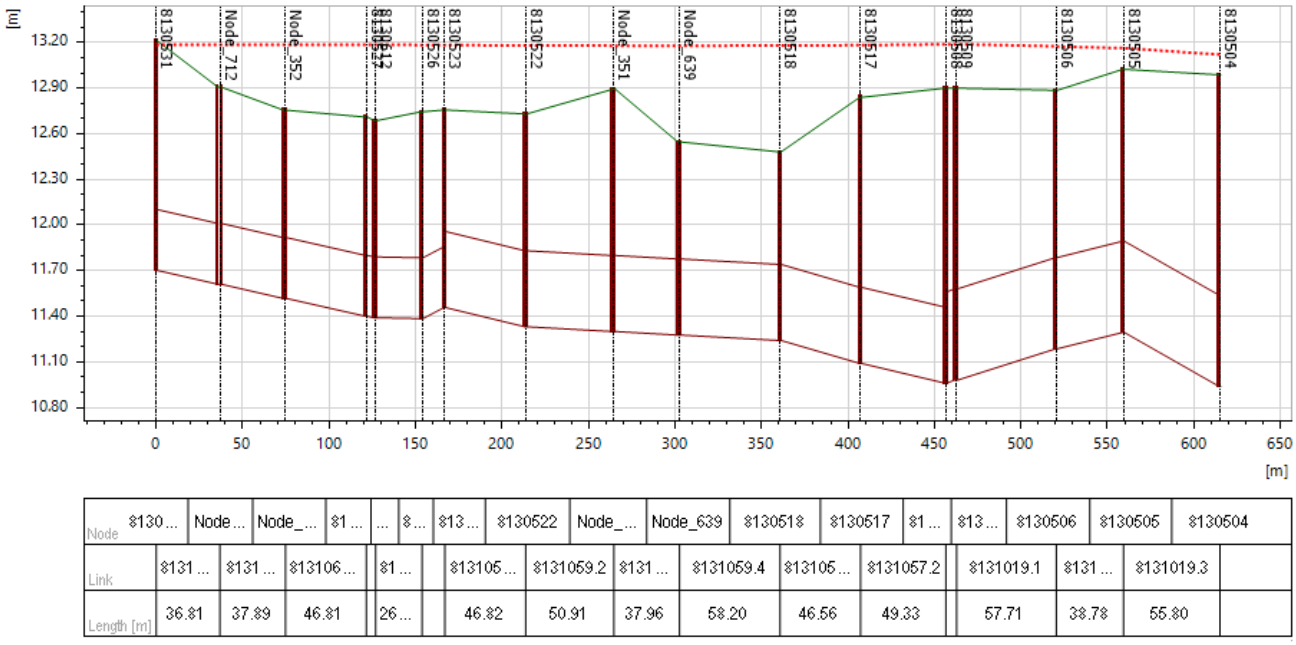


Figura 81- andamento altimetrico del piano campagna nell'intorno di via Merlin

Le simulazioni dello stato di fatto per evento con tempo di ritorno pari a 5 anni e durata di precipitazione di 1 ora confermano il sovraccarico della rete lungo via Merlin, con livelli idrici elevati nei tratti di condotta fino alla confluenza con via dell'Istituto di Agraria. Il profilo longitudinale evidenzia il funzionamento in pressione della dorsale e il superamento del piano campagna nei punti maggiormente sfavoriti.



Profile plot



Node	8130...	Node...	Node_...	81...	...	8...	813...	8130522	Node_...	Node_639	8130518	8130517	81...	813...	8130506	8130505	8130504
Link	8131...	8131...	813106...	81...		813105...	8131059.2	8131...	8131059.4	813105...	8131057.2		8131019.1	8131...	8131019.3		
Length [m]	36.81	37.89	46.81	26...		46.82	50.91	37.96	58.20	46.56	49.33		57.71	38.78	55.80		

Figura 82- Profilo longitudinale dello stato di fatto lungo via Merlin, lungo il tracciato individuato in verde nella figura precedente, per tempo di ritorno pari a 5 anni e durata di precipitazione di 1 ora.

Il progetto prevede il risezionamento del capofosso esistente tra via Merlin e l'Istituto Duca degli Abruzzi e la realizzazione di un nuovo fosso a sud delle abitazioni ai civici 15, 17 e 19. L'intervento è completato dalla realizzazione di un bacino di invaso di circa 1.600 m³ in un'area agricola privata compresa tra via Merlin e via Monte Cinto.

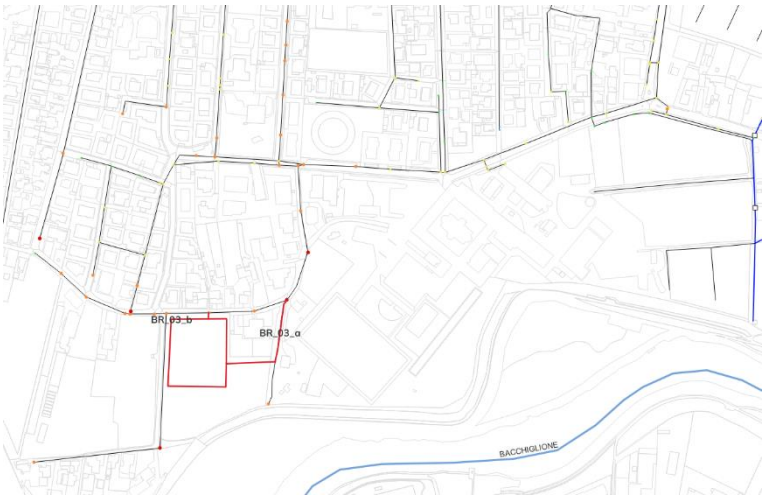


Figura 83- posizionamento dell'intervento di progetto lungo via Merlin

L'invaso sarà ottenuto mediante rimodellamento del terreno, con scavo medio di circa 1 m, previo scotico e successivo riposizionamento dello strato vegetale. Il sistema sarà alimentato mediante uno sfioratore posto a quota 12,50 m s.l.m., che consentirà il trasferimento controllato delle portate eccedenti verso la vasca. È inoltre prevista la deviazione del fossato esistente verso il nuovo bacino, oltre alla posa di condotte dedicate alle acque reflue come predisposizione alla separazione della rete.

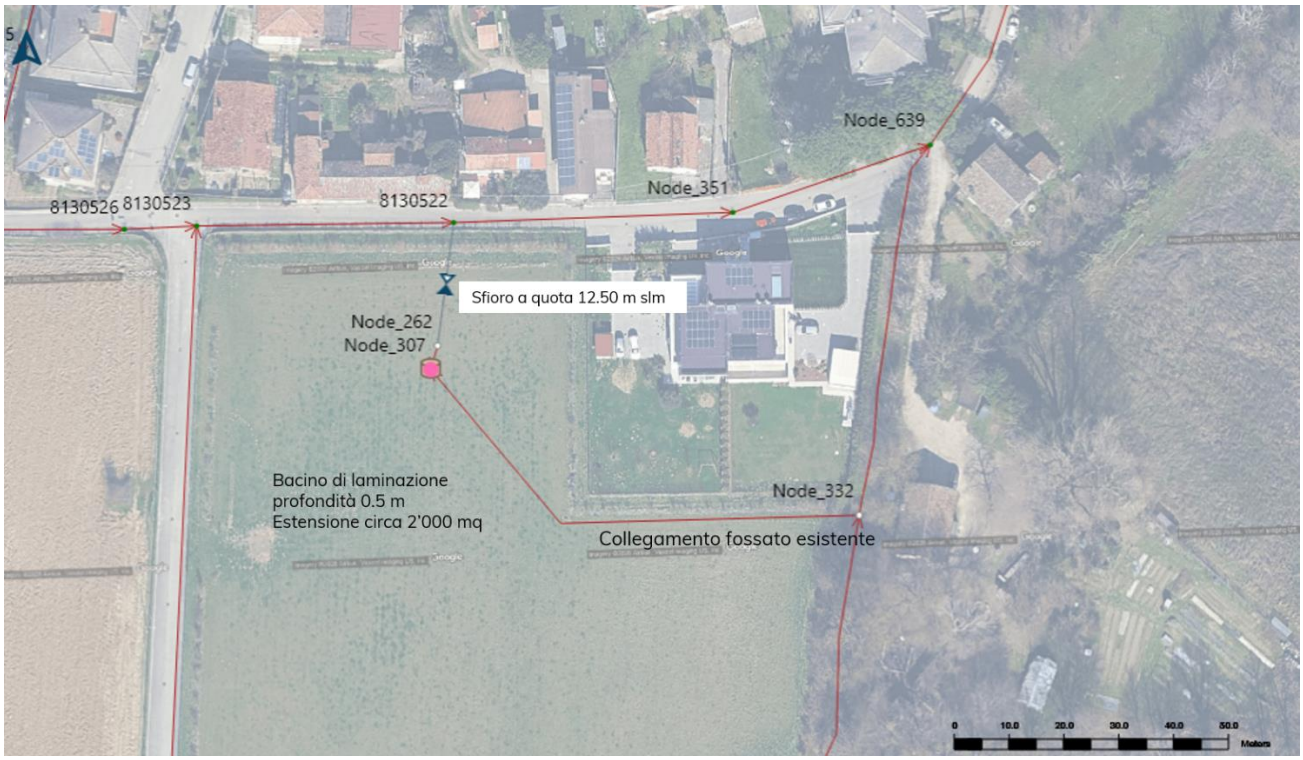
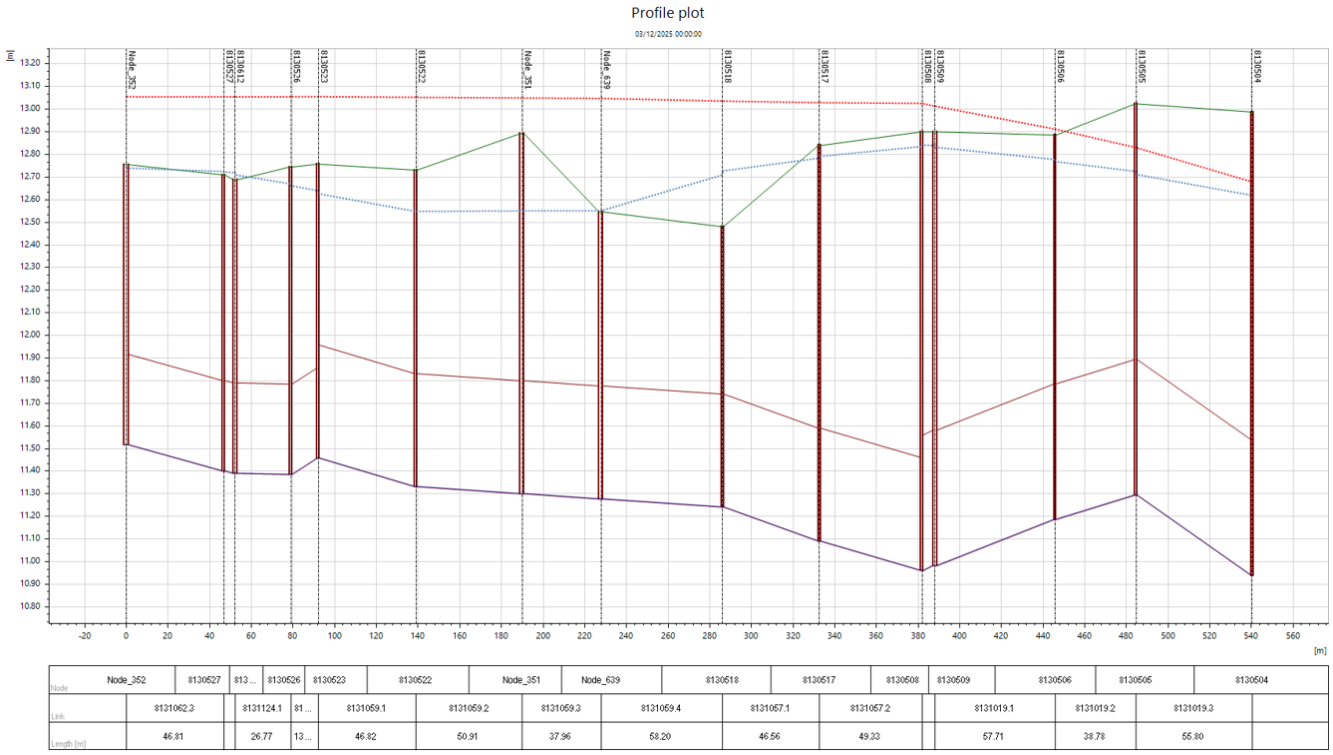


Figura 84- Dettaglio dell'intervento di progetto, con individuazione dello sfioratore posto a quota 12,50 m s.l.m., del collegamento alla vasca e della deviazione del fossato esistente verso il bacino di laminazione.

I risultati delle simulazioni nello stato di progetto evidenziano un miglioramento significativo del funzionamento idraulico lungo la dorsale di via Merlin, sia per tempo di ritorno pari a 2 anni sia per tempo di ritorno pari a 5 anni. Il beneficio è

riconducibile alla possibilità di trasferire parte delle portate verso il nuovo invaso, riducendo i livelli idrici nella rete e limitando il sovraccarico delle condotte esistenti.



Node	Node_352	8130527	813...	8130526	8130523	8130522	Node_351	Node_639	8130518	8130517	8130508	8130509	8130506	8130505	8130504
Link	8131062.3		8131124.1	81...	8131059.1	8131059.2	8131059.3	8131059.4	8131057.1	8131057.2		8131019.1	8131019.2	8131019.3	
Length [m]	46.81		26.77	13...	46.82	50.91	37.96	58.20	46.56	49.33		57.71	38.78	55.80	

Figura 85- Profilo longitudinale per tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di precipitazione di 1 ora. In rosso è rappresentato lo stato di fatto, in blu lo stato di progetto relativo all'intervento BR_03.

Per tempo di ritorno pari a 2 anni, l'intervento determina una riduzione netta dei livelli lungo via Merlin, con eliminazione o significativa attenuazione dei superamenti del piano campagna. Tale risultato è ottenuto mediante l'allagamento controllato di un'area agricola privata, destinata a funzionare come volume di laminazione durante gli eventi più intensi.

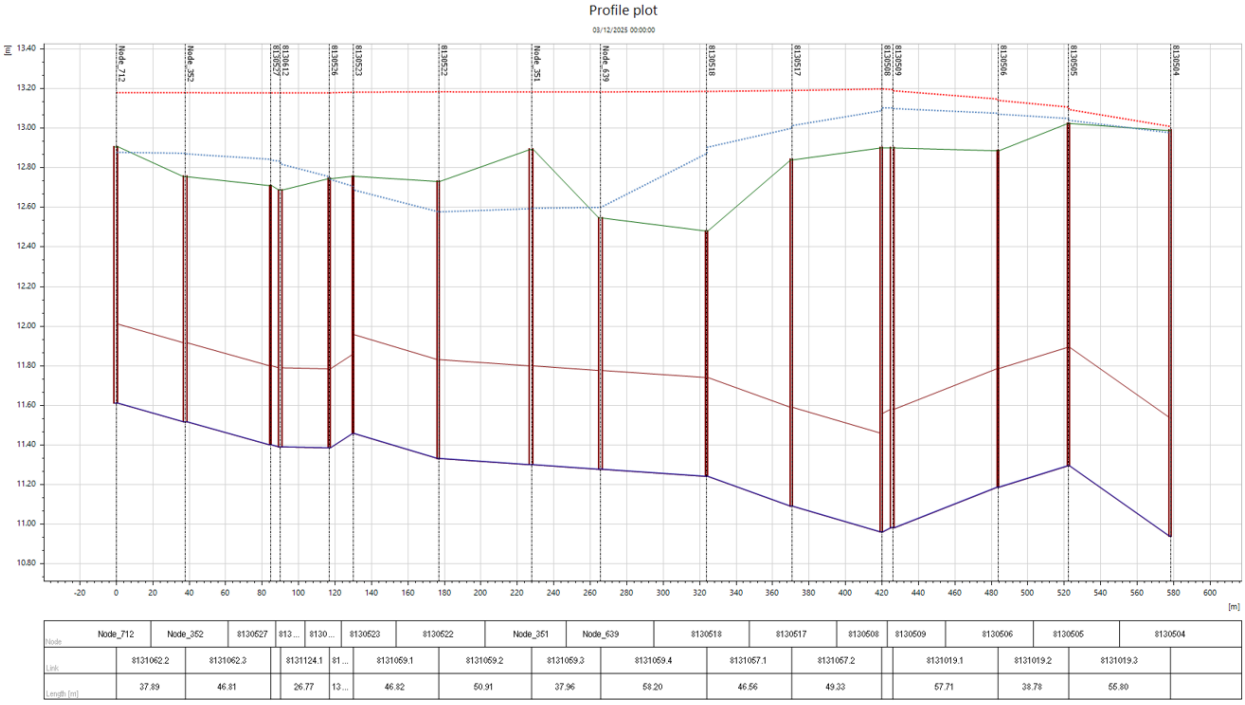


Figura 86- Andamento del profilo longitudinale per tempo di ritorno 5 anni e tp di 1 ora, in rosso lo stato di fatto e in blu lo stato di progetto (int. BR_03)

Anche per tempo di ritorno pari a 5 anni il profilo evidenzia un miglioramento apprezzabile rispetto allo stato di fatto. Permangono alcuni superamenti localizzati del piano campagna, che nel punto più depresso raggiungono valori dell'ordine di 30 cm nel modello monodimensionale. Tale valore deve tuttavia essere interpretato considerando che l'eventuale volume fuoriuscito dalla rete, una volta distribuito sulle aree limitrofe, determina tiranti superficiali verosimilmente più contenuti e localizzati. Il rischio residuo post intervento può quindi essere considerato ridotto rispetto allo stato di fatto, fermo restando che le successive fasi progettuali dovranno approfondire il comportamento superficiale dell'allagamento e le modalità di gestione dell'area di invaso.

6.2.2.4 BR_04 – Sistemazione e isolamento rete via Stoppani con sollevamento in scolo Pelosa

L'intervento interessa via Stoppani, nell'ambito del quartiere Cave, dove la configurazione altimetrica locale rende la rete particolarmente vulnerabile agli eventi meteorici intensi. La strada è infatti posta a quota depressa rispetto alle aree circostanti e la condotta esistente presenta, nel tratto orientale, un andamento altimetrico sfavorevole, con pendenze non sempre coerenti con il deflusso verso il recapito.

La criticità è riconducibile a due fattori principali: da un lato il rigurgito proveniente dalla dorsale di via Cave, dall'altro la difficoltà di scarico verso lo scolo Pelosa, al quale la rete risulta collegata nello stato di fatto mediante una condotta esistente caratterizzata da limitata efficienza idraulica e da tratti in contropendenza. Tale configurazione favorisce l'innalzamento dei livelli in rete e determina allagamenti diffusi lungo via Stoppani anche in occasione di eventi non eccezionali.

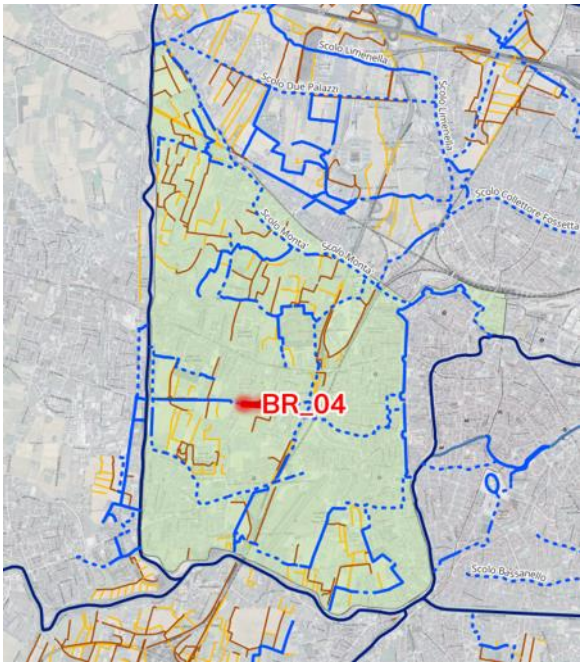


Figura 87- Keyplan intervento BR_04

Il profilo longitudinale dello stato di fatto, relativo all'evento con tempo di ritorno pari a 5 anni, evidenzia l'andamento della livelletta lungo la dorsale e il rapporto tra la rete di via Stoppani e il primo tratto dello scolo Pelosa. Dal profilo emerge chiaramente la difficoltà di deflusso verso il recapito e la tendenza della rete a funzionare in condizioni di rigurgito.

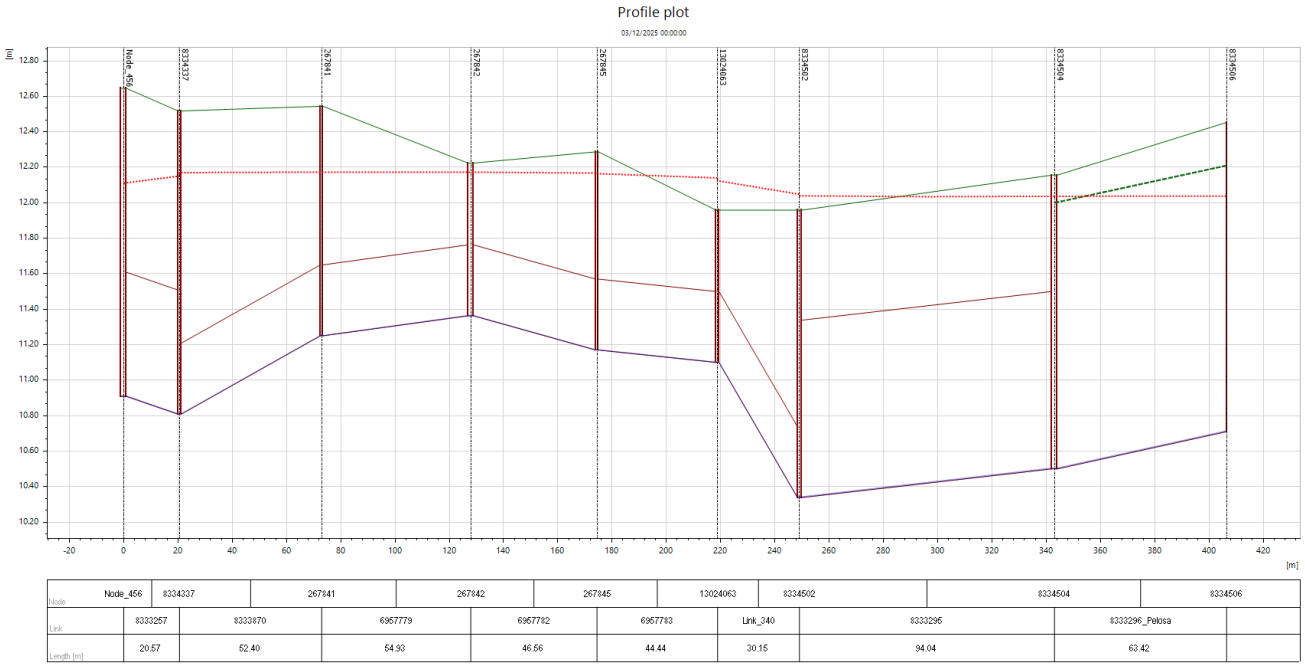


Figura 88- Profilo longitudinale di via Stoppani e del primo tratto dello scolo Pelosa, con indicazione dei livelli idrici che si instaurano per tempo di ritorno pari a 5 anni.

Il progetto ha come obiettivo l'isolamento idraulico della rete di via Stoppani rispetto alla dorsale di via Cave e allo scolo Pelosa, in modo da impedire il rigurgito verso la strada e garantire il deflusso controllato delle portate meteoriche generate dal solo bacino locale.



Figura 89- interventi previsti dal progetto BR_04

La soluzione prevede il sollevamento meccanico delle portate verso lo scolo Pelosa, limitando il bacino afferente alle sole abitazioni prospicienti via Stoppani. È prevista la realizzazione di un nuovo collegamento nel tratto orientale della via, per uno sviluppo di circa 30 m, con impianto di sollevamento terminale avente portata pari a 200 l/s e relativa vasca volano. È inoltre prevista la regolarizzazione della livelletta della condotta esistente lungo l'intera via, con eventuale riutilizzo dei manufatti esistenti qualora le successive verifiche ne confermino l'integrità e l'idoneità strutturale, previo approfondimento della trincea.

L'intervento comprende anche la realizzazione di un manufatto sfioratore a quota 12,00 m s.l.m., finalizzato a impedire il rigurgito dalla dorsale di via Cave durante gli eventi più intensi, e la posa di condotte dedicate alle acque reflue, parallele alla rete esistente, come predisposizione alla separazione della rete.

Nello stato di progetto il profilo longitudinale evidenzia una riduzione significativa dei livelli idrici lungo via Stoppani, grazie all'isolamento della rete locale e al sollevamento controllato verso il recapito. La soluzione consente di limitare l'influenza dei rigurgiti provenienti dalle dorsali principali e di migliorare la capacità di smaltimento del comparto.

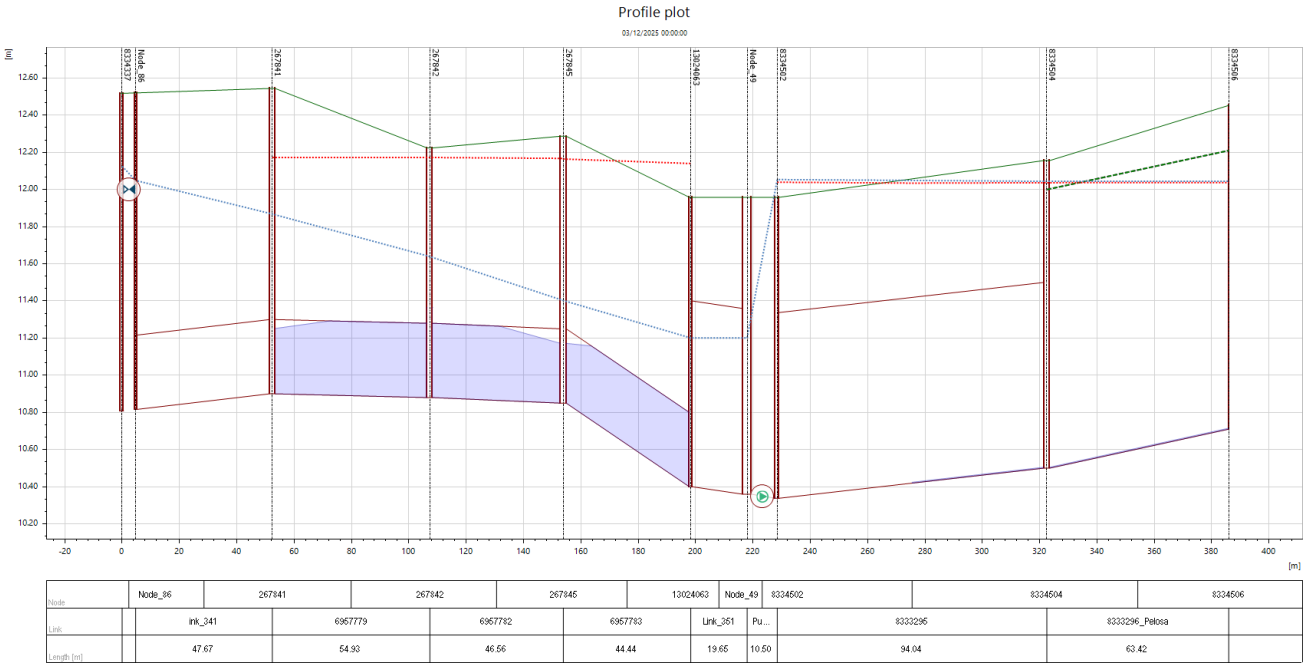


Figura 90- Profilo longitudinale per tempo di ritorno pari a 5 anni. In rosso è rappresentato lo stato di fatto, in blu lo stato di progetto.

Tra le alternative progettuali valutate rientra anche il collegamento del sistema di pompaggio direttamente alla dorsale nord dello scolo Pelosa. Tale ipotesi risulta tecnicamente meritevole di approfondimento nelle successive fasi progettuali, al fine di individuare il recapito più idoneo tra le dorsali disponibili, valutando le condizioni di livello, la capacità residua, le interferenze realizzative e l'effettiva possibilità di ricevere l'apporto proveniente da via Stoppani senza generare nuove criticità a valle.

6.2.2.5 BR_05 – Nuovo collegamento DN800 via Pioveghetto

L'intervento riguarda via Pioveghetto, collegata a ovest con le reti di via Cave e a est con il tombinamento dello scolo Manicomio-Cimitero, in prossimità di corso Australia. Lo stato di fatto è caratterizzato dalla presenza di due dorsali lungo la strada, una posta sul lato sud e una sul lato nord, quest'ultima alimentata anche dagli apporti provenienti da via Naccari.
La criticità principale è riconducibile alla limitata continuità idraulica tra le due dorsali, attualmente collegate mediante un tratto di ridotta capacità. Tale configurazione ostacola il trasferimento delle portate tra i due rami della rete, favorendo il sovraccarico locale e l'innalzamento dei livelli idrici nei tratti di monte. A questa condizione si aggiunge la configurazione altimetrica sfavorevole di via Pioveghetto, che risulta sensibilmente depressa rispetto alle aree

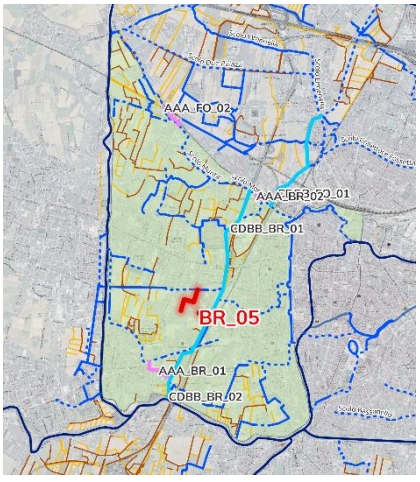


Figura 91-keyplan intervento BR_05

agricole limitrofe, con conseguente tendenza all'accumulo superficiale delle acque in caso di insufficienza della rete. Nell'ambito delle valutazioni progettuali è stata inoltre analizzata la possibilità di utilizzare il bacino di laminazione recentemente realizzato a servizio di un nuovo PUA ubicato a sud della viabilità, nell'area attualmente verde. Tale invaso è stato considerato al fine di verificare l'eventuale possibilità di ampliamento o riconnessione al sistema di drenaggio di via Pioveghetto. Le verifiche altimetriche hanno tuttavia evidenziato che il bacino si trova a una quota superiore di circa 1 m rispetto alla strada; tale differenza di quota non consente quindi di sfruttare efficacemente l'opera per la laminazione o il recapito delle portate provenienti dall'intera via.

Nella figura seguente è rappresentato l'andamento altimetrico del territorio nell'intorno di via Pioveghetto. L'elaborato evidenzia la posizione depressa della sede stradale rispetto alle aree agricole limitrofe e consente di individuare, a sud della via, il nuovo ambito PUA con la relativa vasca di laminazione, rappresentata dall'area rettangolare in prossimità della viabilità, cerchiata in blu. La differenza altimetrica tra tale invaso e via Pioveghetto conferma la limitata possibilità di utilizzare il bacino esistente a servizio delle criticità idrauliche della strada.

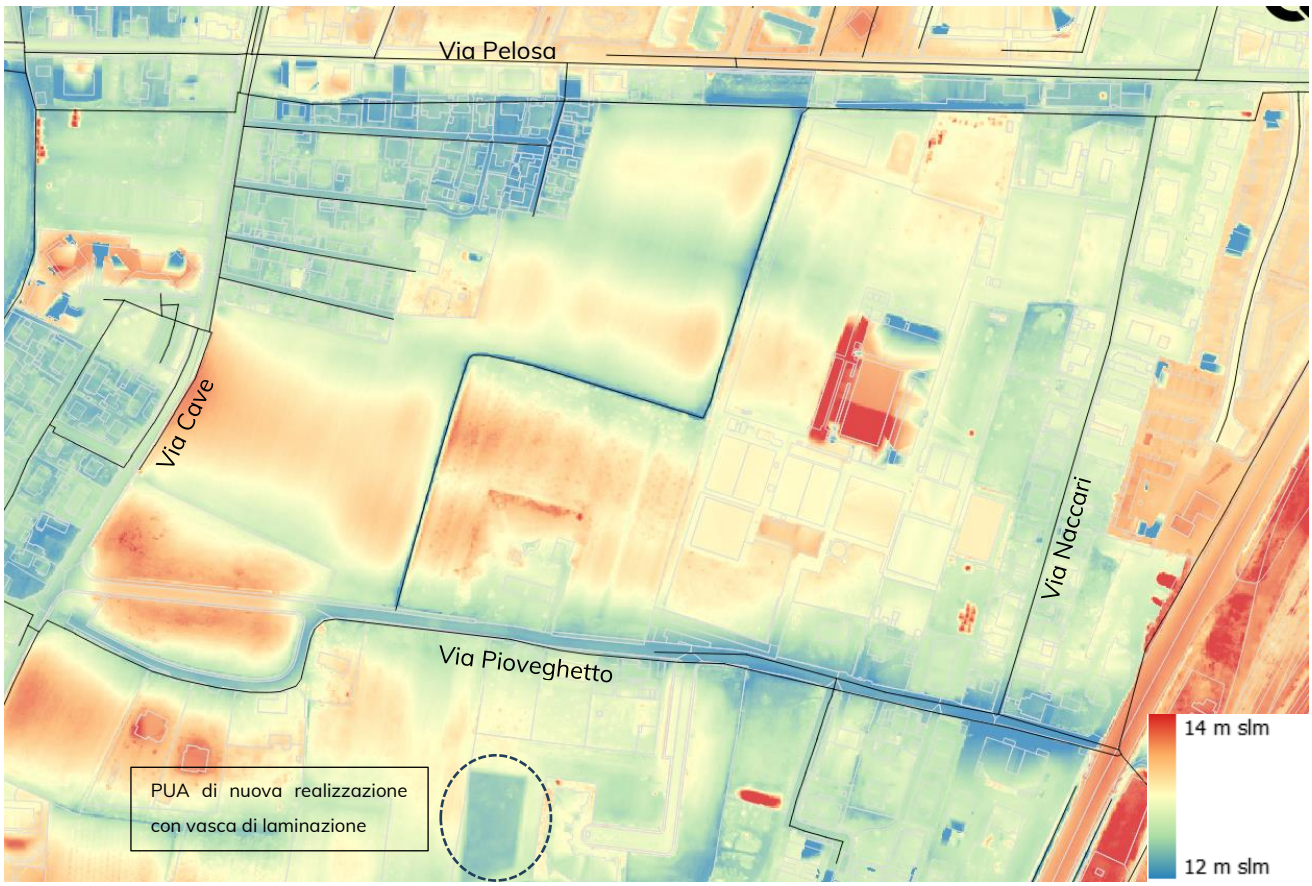


Figura 92- Andamento del piano campagna nell'intorno di via Pioveghetto. A sud della viabilità è visibile il nuovo PUA con la relativa vasca di laminazione, rappresentata dall'area rettangolare cerchiata in blu.

Nell'immagine seguente sono rappresentate in pianta le dimensioni delle condotte presenti lungo via Pioveghetto, con evidenza del principale restringimento idraulico tra le due dorsali.

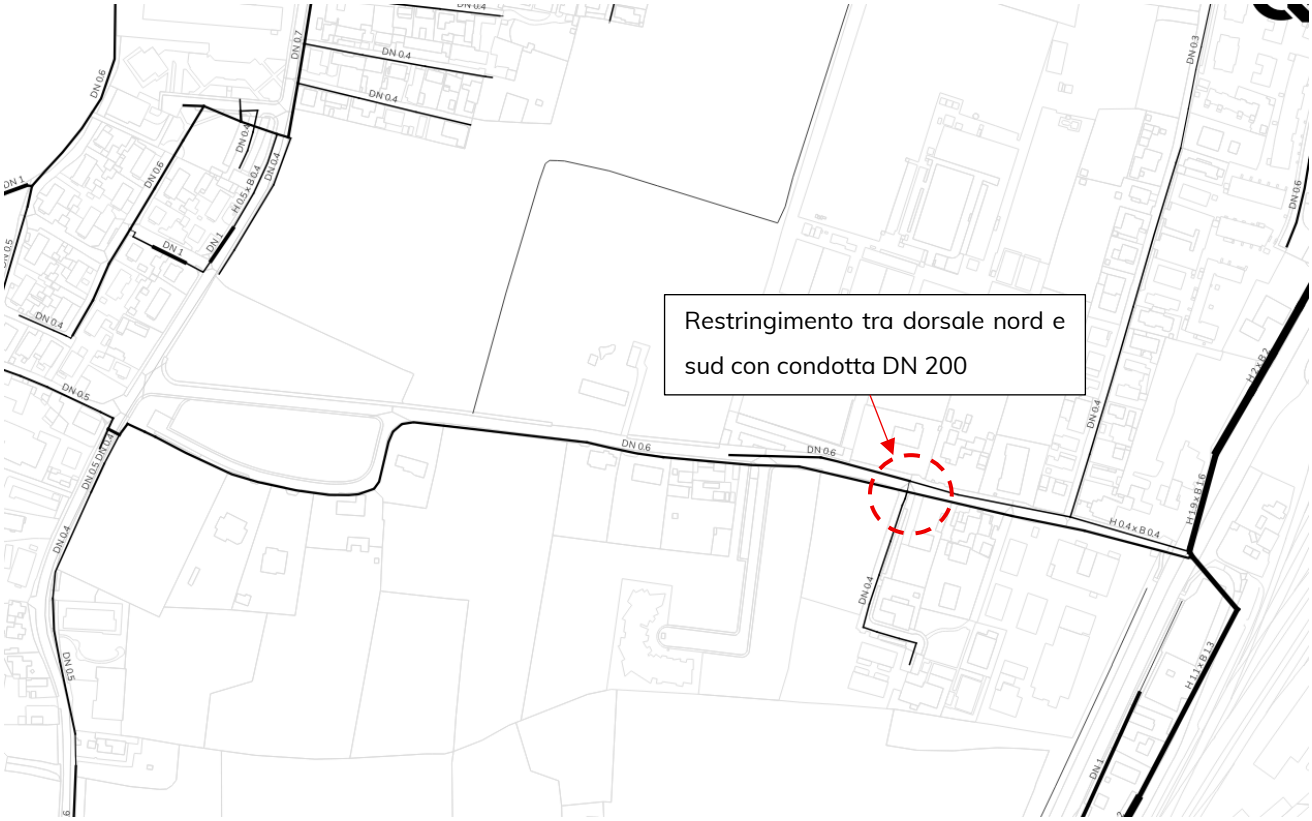


Figura 93- Rappresentazione planimetrica delle dimensioni delle condotte lungo via Pioveghetto, con evidenza del principale restringimento tra le due dorsali.

Il progetto prevede la sostituzione del collegamento esistente tra dorsale nord e dorsale sud con una nuova condotta di maggiore capacità, in modo da eliminare la strozzatura idraulica e migliorare la continuità del sistema. È inoltre previsto, nella porzione occidentale del comparto, il collegamento della rete al capofosso esistente nei campi compresi tra via Pioveghetto e via Pelosa, in prossimità degli impianti sportivi.

L'intervento comprende il risezionamento del capofosso, al fine di migliorarne l'officiosità idraulica e incrementare il volume di invaso disponibile lungo il recapito. L'obiettivo complessivo è favorire il deflusso verso lo scolo Pelosa, ridurre i livelli nella rete di via Pioveghetto e limitare le condizioni di sovraccarico che si verificano nello stato di fatto.

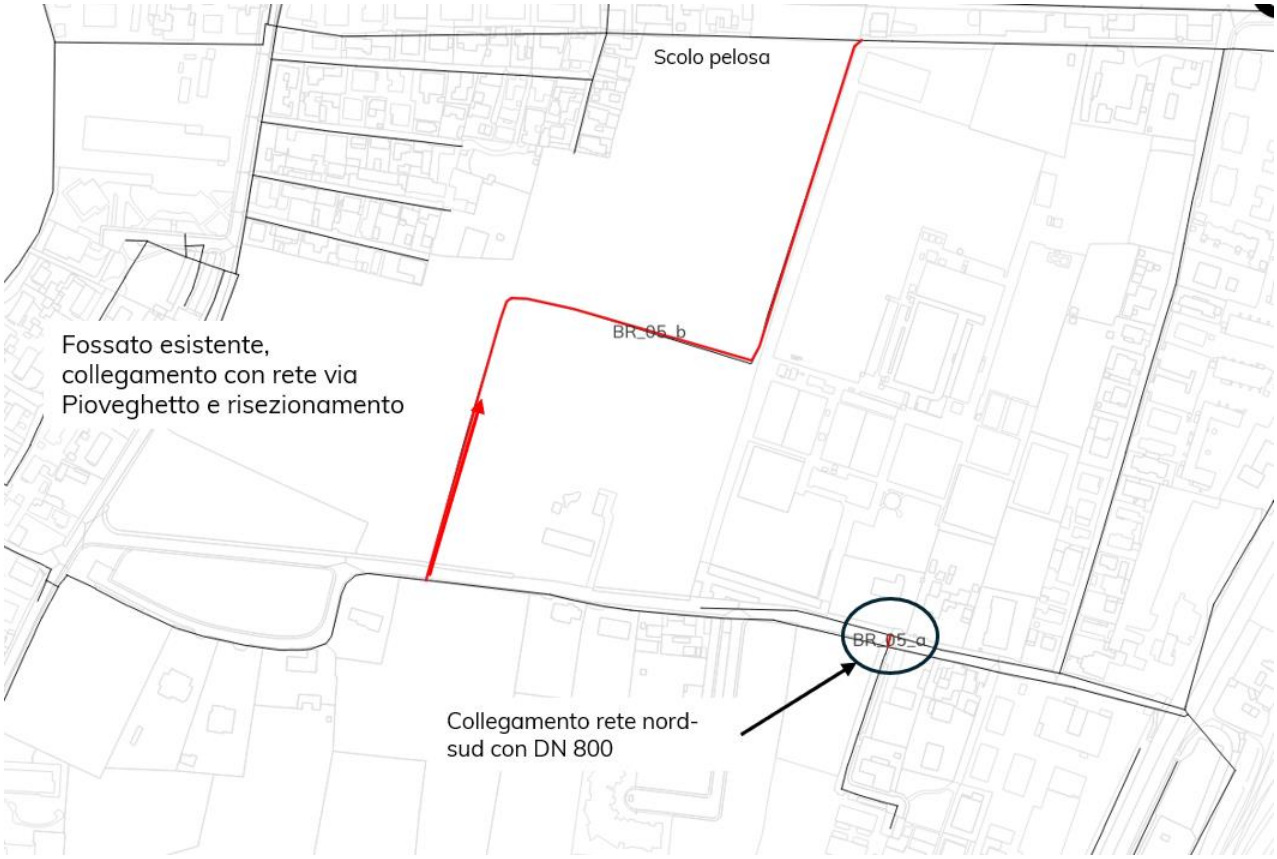


Figura 94- Rappresentazione planimetrica degli interventi previsti nell'ambito dell'intervento BR_05.

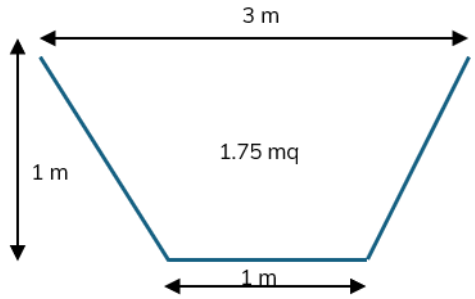


Figura 95- Proposta di nuovo fossato di progetto a seguito del risezionamento BR_05

Le simulazioni nello stato di progetto evidenziano benefici lungo via Pioveghetto, come risulta dal confronto del profilo longitudinale per evento con tempo di ritorno pari a 5 anni. La riduzione dei livelli idrici è riconducibile sia al miglioramento del collegamento tra le due dorsali sia alla maggiore capacità di smaltimento e invaso garantita dal capofosso risezionato.

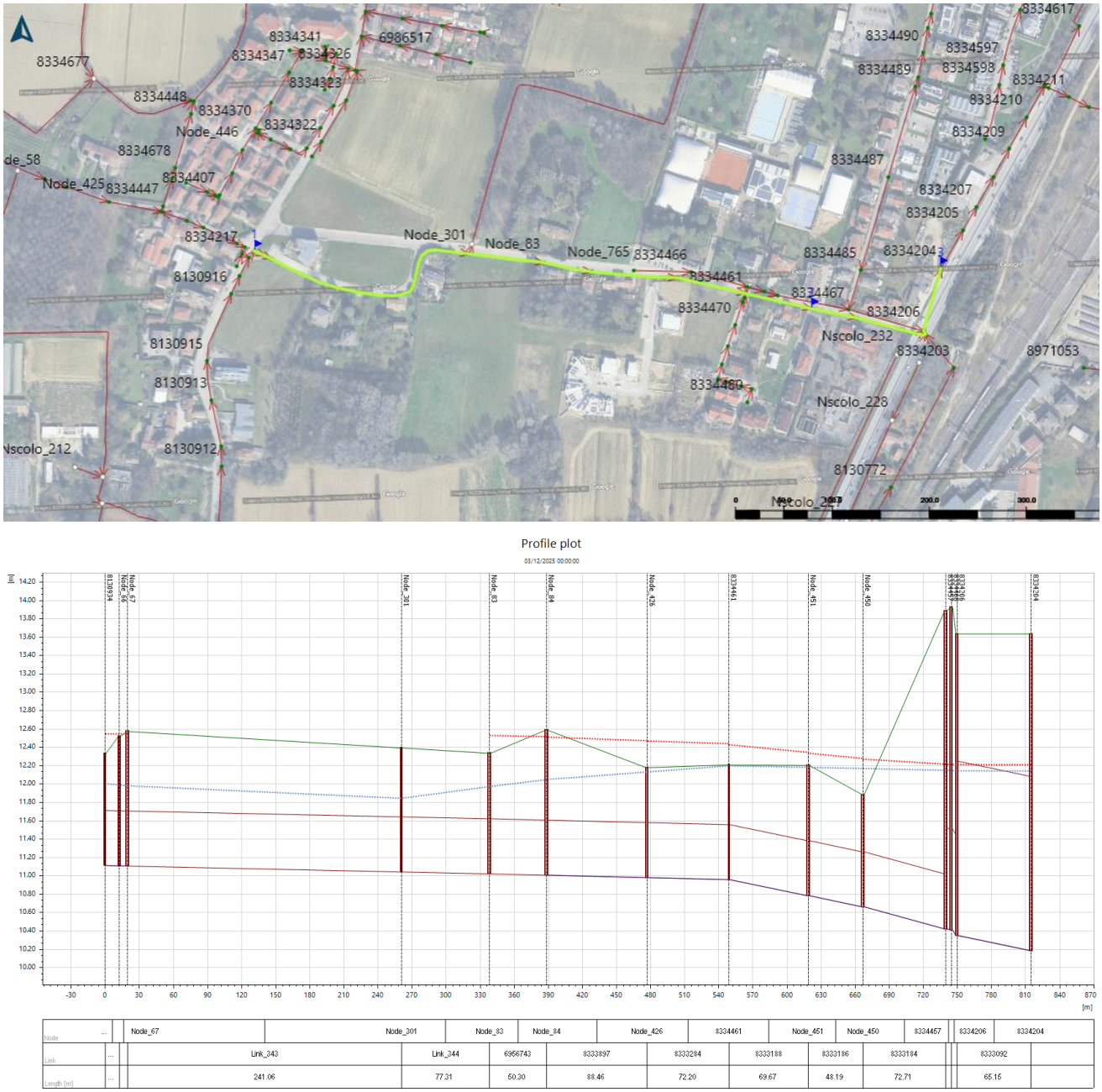


Figura 96- Profilo longitudinale per tempo di ritorno pari a 5 anni relativo all'intervento BR_05. In rosso è rappresentato lo stato di fatto, in blu lo stato di progetto. Il profilo è riferito alla dorsale evidenziata in verde nella planimetria precedente.

A seguito dell'intervento permangono tuttavia alcune criticità residue lungo via Naccari. L'area risulta infatti morfologicamente depressa e servita da una rete locale di capacità limitata, con conseguente tendenza al ristagno e al sovraccarico in occasione degli eventi più intensi.

Per tale ambito risultano necessari ulteriori approfondimenti conoscitivi, finalizzati a verificare con maggiore dettaglio i collegamenti della dorsale di via Naccari sia verso lo scolo Pelosa, a nord, sia verso via Pioveghetto, a sud. In funzione degli esiti di tali verifiche, potrà essere valutato un adeguamento puntuale della rete, almeno nel tratto terminale, al fine di migliorare il deflusso, ridurre i fenomeni di ristagno nella porzione centrale della via e aumentare l'efficacia complessiva dell'intervento BR_05.

6.2.2.6 BR_06 – Nuova area di laminazione Chiesanuova

L'intervento si colloca nel rione Chiesanuova, nell'area compresa tra il Cimitero Maggiore, corso Australia, la Caserma Pierobon e l'ambito dell'ex Foro Boario. Il comparto è attraversato dagli scoli consortili Cimitero Maggiore-via Biscia, Cimitero e dal tratto terminale tombinato dello scolo Manicomio-Cimitero. Le dorsali miste di via Chiesanuova raccolgono i contributi delle aree laterali, inclusa parte della zona Cave, e recapitano verso lo scolo Manicomio-Cimitero.

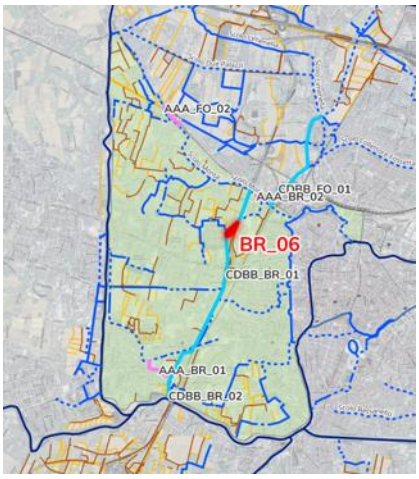


Figura 97-Keyplan intervento BR_06

Le criticità risultano concentrate nell'area compresa tra lo scolo Montà, a nord, e lo scolo Pelosa, a sud, con segnalazioni in via Tassinari e presso le rampe ovest del cavalcavia Chiesanuova. L'ambito è inoltre interessato dalla previsione del futuro Canale Equilibratore Montà-Brusegana, opera di scala più ampia descritta nella scheda CDBB_BR_01. Tale intervento complessivo è finalizzato alla riorganizzazione del sistema di drenaggio del bacino Brusegana, mediante il collegamento verso sud al Bacchiglione, con nuova idrovora, e verso nord al sistema Limenella-Fossetta.

L'opera qui descritta rappresenta pertanto uno stralcio funzionale anticipabile del più ampio progetto Montà-Brusegana. In questa fase è stata valutata la possibilità di realizzare un'area di laminazione nello spazio compreso tra il Cimitero Maggiore e corso Australia, con l'obiettivo di incrementare temporaneamente la capacità di invaso e contribuire alla riduzione dei colmi di portata verso lo scolo Montà.

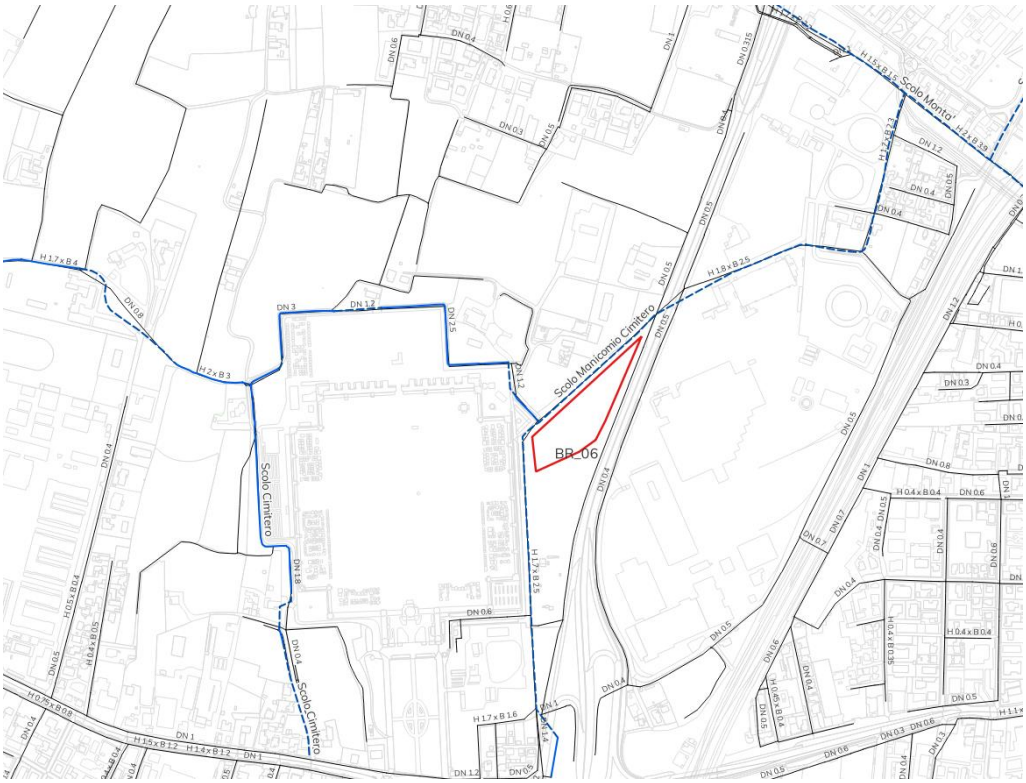


Figura 98- Inserimento planimetrico dell'intervento di progetto, con ubicazione ridefinita in funzione dei futuri svincoli e raccordi stradali.

Rispetto all'ubicazione originaria, l'intervento viene limitato alla porzione libera dai futuri raccordi stradali connessi alla riconversione dell'ex Foro Boario. L'area disponibile risulta pari a circa 1 ha e il volume assunto ai fini dello studio è pari a circa 5.000 m³. È prevista la realizzazione di un manufatto di sfioro dimensionato in modo da convogliare verso l'invaso solo la quota eccedente la portata di riferimento, limitando quindi il colmo di portata diretto verso lo scolo Montà. L'intervento non è stato oggetto di modellazione specifica all'interno degli scenari ordinari analizzati, in quanto la sua efficacia è attesa principalmente per eventi con tempo di ritorno superiore a 10 anni. Si ritiene tuttavia opportuno valutarne l'eventuale anticipazione come primo stralcio del sistema Montà-Brusegana, poiché l'opera consentirebbe di aumentare la capacità di invaso e di scarico del comparto in occasione degli eventi più gravosi, risultando coerente con l'assetto idraulico complessivo previsto dalla scheda CDBB_BR_01.

6.2.2.7 BR_07 – Risezionamento e approfondimento dello scolo Boschette

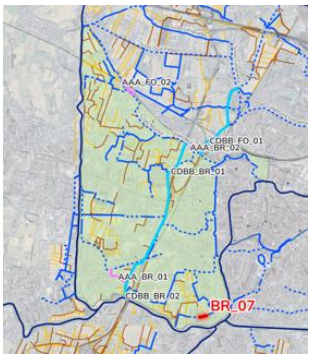


Figura 99- keyplan intervento BR_07

L'intervento riguarda il quartiere Basso Isonzo, situato nella porzione sud-orientale del bacino Brusegana, tra il Bacchiglione e il Tronco Maestro. L'area è servita da rete mista ed è attraversata dallo scolo Boschette, che rappresenta il principale elemento di drenaggio locale del comparto.
La criticità principale interessa il parco giochi inclusivo "Albero del Tesoro", dove il coronamento arginale dello scolo presenta quote localmente insufficienti rispetto alle aree agricole limitrofe. Tale configurazione favorisce, in occasione degli eventi meteorici più intensi, l'esondazione preferenziale verso l'area verde e verso alcune proprietà private adiacenti. La problematica è stata confermata anche dagli allagamenti verificatisi durante l'evento del 21 agosto 2025.



Figura 100- *Documentazione fotografica degli allagamenti del 21 agosto 2025 nel parco giochi inclusivo «Albero del Tesoro».*

Il progetto prevede il risezionamento dello scolo Boschette per uno sviluppo di circa 140 m e il rialzamento del coronamento arginale in destra e sinistra idraulica fino alla quota di 11,50 m s.l.m. L'obiettivo dell'intervento è ridurre la

probabilità che, durante gli eventi di piena locale, le acque escano preferenzialmente verso il parco e verso le aree private limitrofe, migliorando la continuità e la capacità di contenimento del corso d'acqua.

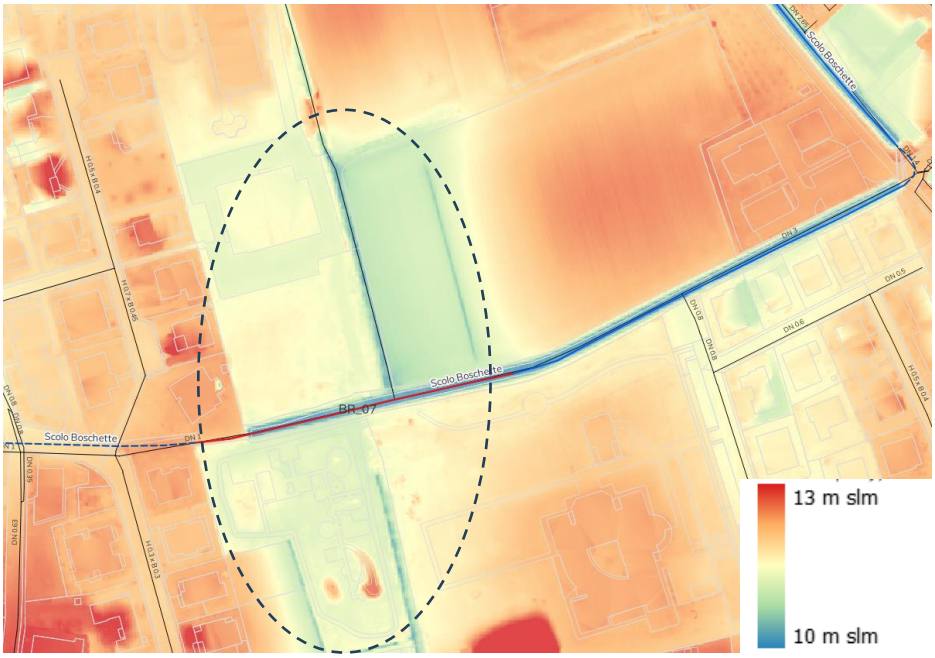


Figura 101- Andamento altimetrico del piano campagna lungo lo scolo Boschette

Dall'immagine si evince come le zone evidenziate con il cerchio blu siano poste a quote altimetricamente inferiori e pertanto rappresentino dei punti di esondazione.

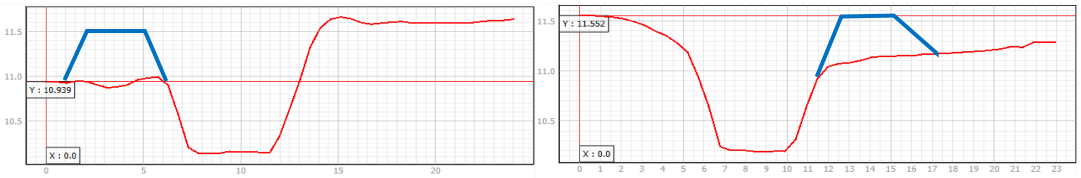


Figura 102- sezioni tipologiche dello scolo Boschette nei punti in cui la sezione arginale è particolarmente depressa

L'intervento dovrà tuttavia essere approfondito con particolare attenzione nelle successive fasi progettuali. Il rialzo arginale, infatti, consente di contenere maggiormente le portate all'interno dello scolo, ma modifica anche le modalità di espansione delle acque in caso di eventi gravosi. Sarà pertanto necessario verificare che i volumi oggi esondanti verso il parco non determinino, una volta trattenuti in alveo, incrementi di livello tali da trasferire la criticità verso valle o verso altri punti deboli del sistema.

In tale prospettiva, potrà essere valutata la realizzazione di un'area di laminazione nella zona depressa posta a nord, attualmente adibita a campagna. Tale area potrebbe essere configurata come ambito di espansione controllata, eventualmente mediante specifici accordi o oneri di allagamento, così da consentire l'invaso temporaneo delle acque in occasione degli eventi più intensi. La soluzione permetterebbe di ridurre il rischio di allagamento del parco e delle proprietà limitrofe, limitando al contempo il trasferimento dei volumi verso valle.
L'intervento risulta riferibile a scenari di piena con tempi di ritorno elevati, superiori a quelli ordinariamente assunti negli scenari principali di Piano. Per tale motivo non è stato oggetto di modellazione specifica negli scenari analizzati, ma

viene comunque individuato come intervento meritevole di approfondimento, in quanto finalizzato alla protezione di un'area sensibile e al miglioramento del comportamento idraulico locale dello scolo Boschette.

6.3 Bacino Centro

Per il bacino del centro storico, dalle simulazioni effettuate per diverse durate di pioggia quella risultata maggiormente critica per la rete fognaria è pari a 45 minuti, assumendo come input lo ietogramma rettangolare. Analogamente a quanto osservato negli altri bacini urbani caratterizzati da un elevato grado di antropizzazione, gli eventi meteorici brevi, intensi e ad elevata impulsività risultano particolarmente critici per le reti di drenaggio urbane, poiché determinano con maggiore frequenza fenomeni di saturazione della capacità idraulica dei collettori e di conseguenti insufficienze ed allagamenti localizzati. Le analisi effettuate evidenziano come tali criticità siano imputabili prevalentemente alle limitazioni infrastrutturali della rete di raccolta e trasporto, piuttosto che a condizioni di insufficienza del recapito finale, costituito dai canali a cielo aperto o tombinati che perimetrano e attraversano il bacino stesso.

Preliminarmente all'illustrazione dei risultati delle simulazioni relative al bacino del centro storico, si segnala che la definizione dei percorsi idraulici e delle interconnessioni della rete di drenaggio in alcune aree è risultata particolarmente complessa. Ciò è dovuto sia alla parziale assenza di informazioni nelle cartografie e nei database a disposizione, sia alle difficoltà di individuazione e verifica delle infrastrutture esistenti, determinate da specifiche problematiche tecniche riscontrate durante le attività di rilievo e ricostruzione della rete.
Tra queste si segnalano in particolare via del Carmine e via Giotto, corso Garibaldi, via Galilei, via Rudena, via del Santo e piazza del Santo, via Gradenigo e via Loredan. Tali incertezze potranno essere oggetto di ulteriori approfondimenti nei successivi aggiornamenti del Piano, al fine di integrare la schematizzazione modellistica e perfezionare la lettura delle criticità locali.
Considerato che il bacino del centro storico è tra quelli che presentano le minori criticità idrauliche, come confermato anche dal limitato numero di segnalazioni di allagamento pervenute, e tenuto conto degli interventi strutturali già realizzati dagli enti competenti per il potenziamento della rete di drenaggio, le analisi modellistiche sono state condotte esclusivamente sullo stato di fatto della rete.

6.3.1 Stato di fatto

Dalle simulazioni condotte per i diversi scenari idrologici al variare del tempo di ritorno emerge che le principali criticità idrauliche risultano concentrate in alcune aree del territorio, di seguito descritte.
Nella porzione settentrionale del bacino, lungo **via San Giovanni di Verdara**, si riscontrano fenomeni di superamento del piano campagna, con conseguente insufficienza della rete di drenaggio sia a nord sia a sud di via Beato Pellegrino, nonché nel tratto iniziale di **via Citolo da Perugia**.
Nell'unità urbana Santo-Portello le criticità idrauliche interessano principalmente l'area compresa tra **San Francesco e Santa Sofia**, un tratto di **via Belzoni e via Santa Maria in Conio**, manifestandosi già per eventi caratterizzati da tempi di ritorno più contenuti.
Nell'unità urbana di Città Giardino, le principali criticità riguardano le vie centrali, quali **via Marconi**, **via Santa Maria in Vanzo, via Cadorna** e le relative strade laterali, che evidenziano condizioni di insufficienza della rete per eventi con tempo di ritorno a partire da 5 anni. La maggiore suscettibilità di tale zona potrebbe essere in parte ricondotta alla

configurazione altimetrica dell'area, caratterizzata da quote del piano campagna localmente più depresse rispetto ad altre porzioni del centro storico.
Si evidenzia, infine, che le criticità emerse dalla modellazione idraulica non trovano un diffuso riscontro nelle segnalazioni storiche di allagamento disponibili per il territorio in esame. Tale circostanza induce a ritenere che gli esiti delle simulazioni possano essere influenzati, almeno in parte, dalle inevitabili incertezze associate alla schematizzazione della rete di drenaggio, con particolare riferimento alla rappresentazione delle caratteristiche geometriche e funzionali delle infrastrutture e alle semplificazioni introdotte nel modello numerico. Le criticità individuate dovranno pertanto essere interpretate alla luce di tali limitazioni e potranno essere oggetto di ulteriori verifiche e affinamenti nell'ambito dei futuri aggiornamenti del Piano, anche sulla base di nuove campagne di rilievo e di un progressivo perfezionamento della conoscenza della rete.
Si rimanda alla tavola P24086-A-72-12.05-TAV per i risultati della modellazione.

6.4 Bacino Padova Sud

Per il bacino Padova Sud, la durata di pioggia risultata maggiormente critica per la rete è pari a 45 minuti, assumendo uno ietogramma di progetto di tipo rettangolare. Tale risultato evidenzia come eventi meteorici impulsivi, caratterizzati da durata limitata e intensità elevata, possano determinare condizioni più gravose rispetto a eventi di maggiore durata ma con intensità media inferiore.
Il comportamento osservato è coerente con le caratteristiche del bacino. La rete è infatti di tipo misto e recapita principalmente all'idrovora di Voltabarozzo, impianto dotato di significativa capacità di sollevamento. Di conseguenza, la criticità principale non risulta tanto legata alla capacità di recapito finale, quanto alla capacità delle condotte di convogliare, in tempi brevi, le elevate portate generate dagli eventi più intensi.

All'interno del bacino permangono alcune aree nelle quali lo schema dei collegamenti di rete non risulta ancora completamente definito, anche a causa delle difficoltà tecniche riscontrate durante le attività di rilievo. Tra queste si segnalano in particolare l'area di via Facciolati, a monte dell'immissione verso l'idrovora di Voltabarozzo, e il collegamento tra l'area nord di Sant'Osvaldo, tra le vie Leopardi e Lovarini, e la rete di via Facciolati. Tali incertezze potranno essere oggetto di ulteriori approfondimenti nei successivi aggiornamenti del Piano, al fine di affinare la rappresentazione modellistica e migliorare la lettura delle criticità locali.

6.4.1 Stato di fatto

Le simulazioni confermano come eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 2 anni risultino già critici per il funzionamento della rete di fognatura, mettendo in luce condizioni di insufficienza strutturale del sistema. Le aree maggiormente interessate sono i quartieri di Madonna Pellegrina e Sant'Osvaldo, nei quali si registrano fenomeni di sovraccarico della rete anche in occasione di precipitazioni frequenti, a conferma di una vulnerabilità non legata a eventi eccezionali ma a limiti intrinseci dell'assetto infrastrutturale.
In particolare, nel quartiere Madonna Pellegrina, nell'area compresa tra via Tre Garofani e via Comino, la rete è costituita da scatolari di grandi dimensioni, pari indicativamente a 1,20 x 1,70 m e 1,50 x 1,50 m. Nonostante le sezioni rilevanti delle dorsali, la modellazione evidenzia una limitata capacità del sistema di convogliare efficacemente le portate verso il recapito finale. Tale criticità risulta ulteriormente accentuata in corrispondenza dell'immissione dei contributi provenienti da nord, convogliati attraverso le due condotte parallele di via D'Acquapendente.

Una situazione analoga si riscontra nella porzione settentrionale del quartiere Sant'Osvaldo, in particolare lungo via Vergerio, dove la rete è costituita prevalentemente da condotte di piccolo diametro, in gran parte DN 400, non adeguatamente connesse alla dorsale principale di via Facciolati. I pochi tratti di collegamento presenti, peraltro di estensione limitata, non consentono una sufficiente redistribuzione dei volumi idrici verso la rete principale, favorendo fenomeni di accumulo e rigurgito nella rete locale.
Con l'aumentare del tempo di ritorno degli eventi pluviometrici, le criticità tendono a estendersi progressivamente all'intero bacino, con un incremento generalizzato dei livelli piezometrici in rete e dei conseguenti allagamenti superficiali. Gli effetti risultano particolarmente marcati nelle aree già critiche per eventi di modesta entità, confermandone il ruolo di punti strutturalmente deboli del sistema di drenaggio e rendendo necessari interventi mirati di adeguamento e riequilibrio della rete.

6.4.2 Stato di progetto

Allo stato di progetto, gli interventi proposti sono stati verificati per eventi con tempo di ritorno pari a 5 anni e sono stati concentrati nelle aree maggiormente critiche, nelle quali gli enti competenti non hanno attualmente in programma interventi strutturali.
L'analisi è stata approfondita in particolare nel quartiere Madonna Pellegrina, dove anche eventi con tempi di ritorno ridotti determinano allagamenti diffusi. In tale ambito, considerato che le dorsali principali presentano già dimensioni significative, le valutazioni progettuali si sono concentrate sulla possibilità di alleggerire il carico idraulico della rete esistente mediante nuovi collegamenti di scarico verso il recapito finale e, ove possibile, mediante la realizzazione di volumi di laminazione.
Il quartiere risulta fortemente urbanizzato e offre limitate possibilità di intervento tramite depavimentazione o soluzioni diffuse di drenaggio urbano sostenibile. Per tale ragione sono state valutate prevalentemente opere strutturali profonde, finalizzate allo sgravio delle dorsali principali.
Gli interventi analizzati sono i seguenti:

1. PA_01: nuova vasca di laminazione nel parco dei Giacinti;
2. PA_02: realizzazione di un nuovo scatolare in via dei Giacinti, con scarico diretto verso l'idrovora di Voltabarozzo;
3. PA_03: realizzazione di una nuova idrovora in via Cremonino, con recapito nel Canale Scaricatore;
4. PA_04: scarico della porzione settentrionale del bacino verso l'Alicorno.

Prima della realizzazione delle opere sopra indicate si prevede comunque l'intervento di separazione delle acque nere dalle acque meteoriche. In particolare, è prevista la posa di una nuova condotta destinata al convogliamento della fognatura nera fino al punto, in prossimità dell'idrovora di Voltabarozzo, in cui è già presente un rilancio verso il depuratore di Ca' Nordio.
L'opera sarà integrata con la realizzazione di uno sfioro a monte della zona interessata dai nuovi interventi, in modo da convogliare verso la condotta principale le portate superiori a cinque volte la portata nera, mantenendo invece le portate nere ordinarie all'interno di una condotta dedicata di diametro minore.

6.4.2.1 Intervento PA_01 – Vasca di laminazione parco dei Giacinti

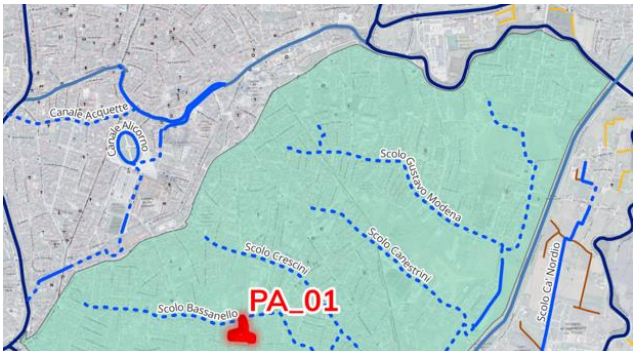


Figura 103-keyplan intervento PA_01

L'intervento PA_01 riguarda il rione di Madonna Pellegrina, che negli ultimi anni è stato interessato da numerosi episodi di allagamento in occasione di piogge intense. Le criticità sono riconducibili a diversi fattori concomitanti: l'elevato grado di impermeabilizzazione del bacino urbano, le ridotte dimensioni delle reti di fognatura mista, la presenza di vincoli fisici costituiti dall'argine del Canale Scaricatore a sud e dall'asse via Cavallotti – via Costa, nonché la sostanziale concentrazione dei deflussi verso lo scolo Bassanello, diretto all'impianto idrovoro di Voltabarozzo.

Le segnalazioni raccolte evidenziano criticità ricorrenti in particolare nelle zone di via Cremonino, via Tre Garofani e via Comino, sia in occasione degli eventi del 21 e 29 agosto 2025 sia per precipitazioni meno rare. La modellazione idrodinamica conferma tali evidenze, mostrando condizioni di sovraccarico già per eventi brevi con tempo di ritorno superiore a 2 anni. Le principali insufficienze sono associate alle dorsali corrispondenti al tombinamento dello scolo Bassanello, caratterizzate da sezioni comprese indicativamente tra 1000x1000 mm e 1500x1200 mm e soggette a rilevanti perdite di carico in occasione delle massime portate dirette verso l'impianto di Voltabarozzo.

L'intervento PA_01 ha l'obiettivo di laminare parte dei volumi meteorici eccedenti che determinano il sovraccarico della dorsale diretta all'idrovora, intervenendo a monte del tratto caratterizzato dalle maggiori perdite di carico. La soluzione proposta consente quindi di ridurre i colmi di portata in rete, contenere l'innalzamento dei livelli idrici nei tratti critici e incrementare la capacità di invaso locale mediante l'utilizzo controllato di un'area verde comunale.

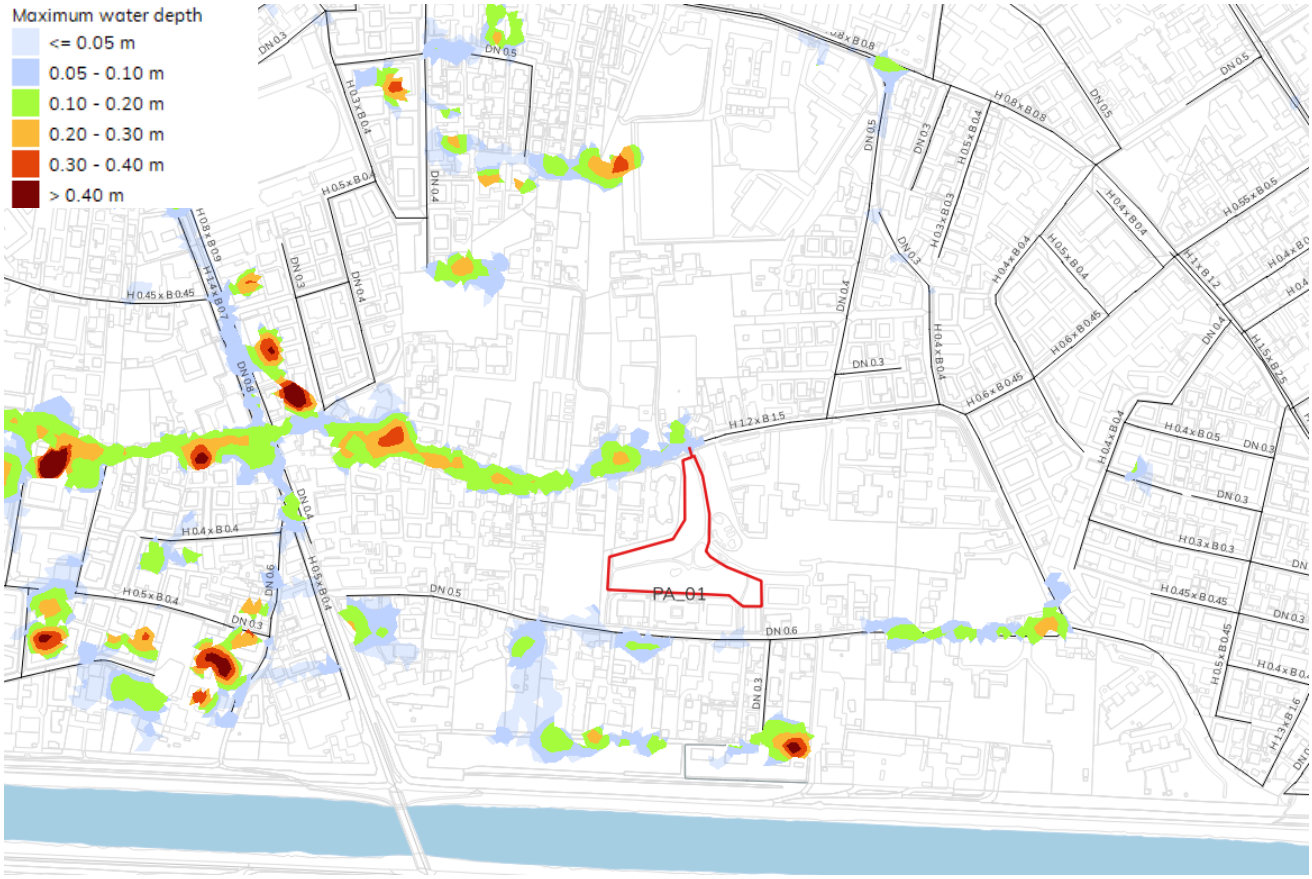


Figura 104- intervento PA_01 inquadrato all'interno degli allagamenti che si verificano nell'area per Tr 5 anni

L'opera prevede la rimodellazione di una porzione del Parco dei Giacinti, a sud di via Comino, al fine di ottenere un volume utile di invaso pari ad almeno 1.200 m³. L'area sarà configurata come bacino a cielo aperto, integrato nel sistema del parco e destinato ad attivarsi solo in occasione degli eventi meteorici più gravosi. In condizioni ordinarie lo spazio dovrà mantenere, per quanto possibile, la propria funzione pubblica e fruitiva.

Il bacino sarà collegato alla dorsale esistente dello scolo Bassanello, avente sezione 1500x1200 mm, mediante un nuovo manufatto sfioratore. Tale manufatto dovrà essere progettato in modo da consentire l'ingresso nell'invaso delle sole portate eccedenti, garantendo un elevato rapporto di diluizione al momento dell'attivazione del bacino e limitando l'interferenza con il deflusso ordinario della rete.

L'intervento dovrà comprendere anche le opere accessorie necessarie al corretto inserimento funzionale e ambientale dell'invaso. In particolare, sono previsti lo spostamento e il successivo ripristino delle alberature interferenti, la recinzione dell'area di invaso, la formazione di uno strato drenante sul fondo mediante geotessile e ghiaia e tutte le sistemazioni necessarie a evitare ristagni permanenti dopo l'evento. La progettazione dovrà inoltre verificare la compatibilità dell'opera con le funzioni esistenti del parco, prevedendo eventuali riorganizzazioni degli spazi e delle attrezzature presenti.

L'intervento rappresenta una misura di mitigazione diffusa, finalizzata non alla sostituzione delle dorsali esistenti, ma alla riduzione del loro grado di sollecitazione durante gli eventi intensi. In questo senso, il bacino di laminazione del Parco dei Giacinti costituisce un'opera prioritaria per aumentare la resilienza del comparto di Madonna Pellegrina, sfruttando un'area pubblica disponibile per introdurre volume di invaso a monte delle principali strozzature idrauliche.

6.4.2.2 Intervento PA_02 – nuovo scatolare in via dei Giacinti

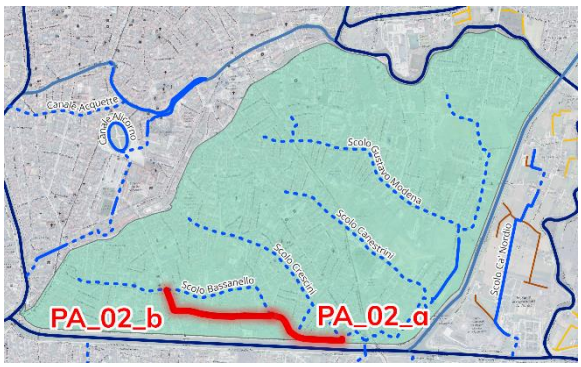


Figura 105- Keyplan intervento PA_02

L'intervento PA_02 riguarda il potenziamento della direttrice di deflusso lungo via dei Giacinti e il collegamento della rete locale verso l'idrovora di Voltabarozzo. Nello stato di fatto, la rete di via dei Giacinti è costituita da una condotta circolare DN600 che non risulta direttamente collegata alla dorsale di via D'Acquapendente. Tale configurazione limita la possibilità di ripartire le portate e contribuisce a concentrare il carico idraulico sulle dorsali esistenti di via Comino, via Tre Garofani, via Cremonino e sul tombinamento dello scolo Bassanello diretto all'idrovora.

L'intervento PA_02 è quindi finalizzato ad alleggerire la rete di monte mediante la realizzazione di una nuova direttrice di scarico verso Voltabarozzo. L'opera prevede la sostituzione della condotta esistente lungo via dei Giacinti con uno scatolare di dimensioni 1,20 x 1,50 m, in grado di garantire una maggiore capacità di deflusso e, al tempo stesso, un volume utile interno sfruttabile come invaso temporaneo durante le fasi di piena.

Il nuovo scatolare sarà collegato direttamente all'idrovora di Voltabarozzo mediante un tracciato che sfrutta l'area demaniale posta a nord dell'argine maestro del Bacchiglione. La configurazione di progetto consente di ripartire le portate dirette all'impianto su due direttrici distinte: la dorsale esistente, che si sviluppa a sud di via Baraizza e prosegue verso lo scatolare di via Crescini, e la nuova dorsale di progetto, prevista a sud dell'abitato nell'area compresa tra via Cameli e l'argine.

In corrispondenza del tratto terminale di via dei Giacinti dovrà essere previsto un manufatto di regolazione e laminazione di modeste dimensioni. Tale manufatto avrà la funzione di garantire il deflusso ordinario delle portate di magra e, al contempo, di regolare l'attivazione dello scarico verso la nuova dorsale in occasione degli eventi di piena. In questo modo sarà possibile favorire il progressivo riempimento dello scatolare, sfruttandone il volume disponibile prima del recapito delle portate eccedenti verso l'idrovora.

È inoltre previsto il collegamento tra lo scatolare proveniente da via Comino e la nuova dorsale di progetto. Tale configurazione consente, qualora il grado di riempimento della rete lo permetta, di ripartire le portate in eccesso provenienti

da via Comino su due vie di scarico distinte, riducendo i livelli idrici nella dorsale esistente e migliorando la capacità complessiva di smaltimento del sistema.

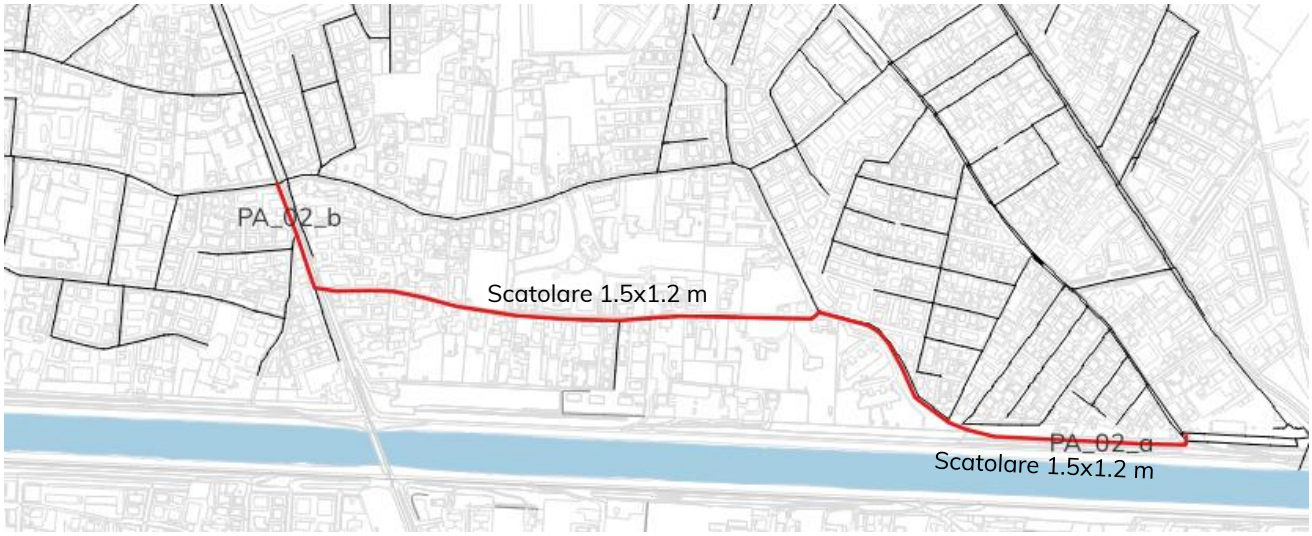


Figura 106- visualizzazione in pianta degli interventi previsti per PA_02

L'intervento PA_02 consente quindi di ridurre il carico idraulico gravante sulle dorsali di via Comino e via Tre Garofani, deviando una quota delle portate verso una nuova direttrice direttamente connessa all'impianto idrovoro di Voltabarozzo. I profili longitudinali tra via Comino e l'idrovora mostrano, per tempo di ritorno pari a 2 anni, il beneficio conseguibile in termini di riduzione dei livelli idrici lungo le principali dorsali di monte.

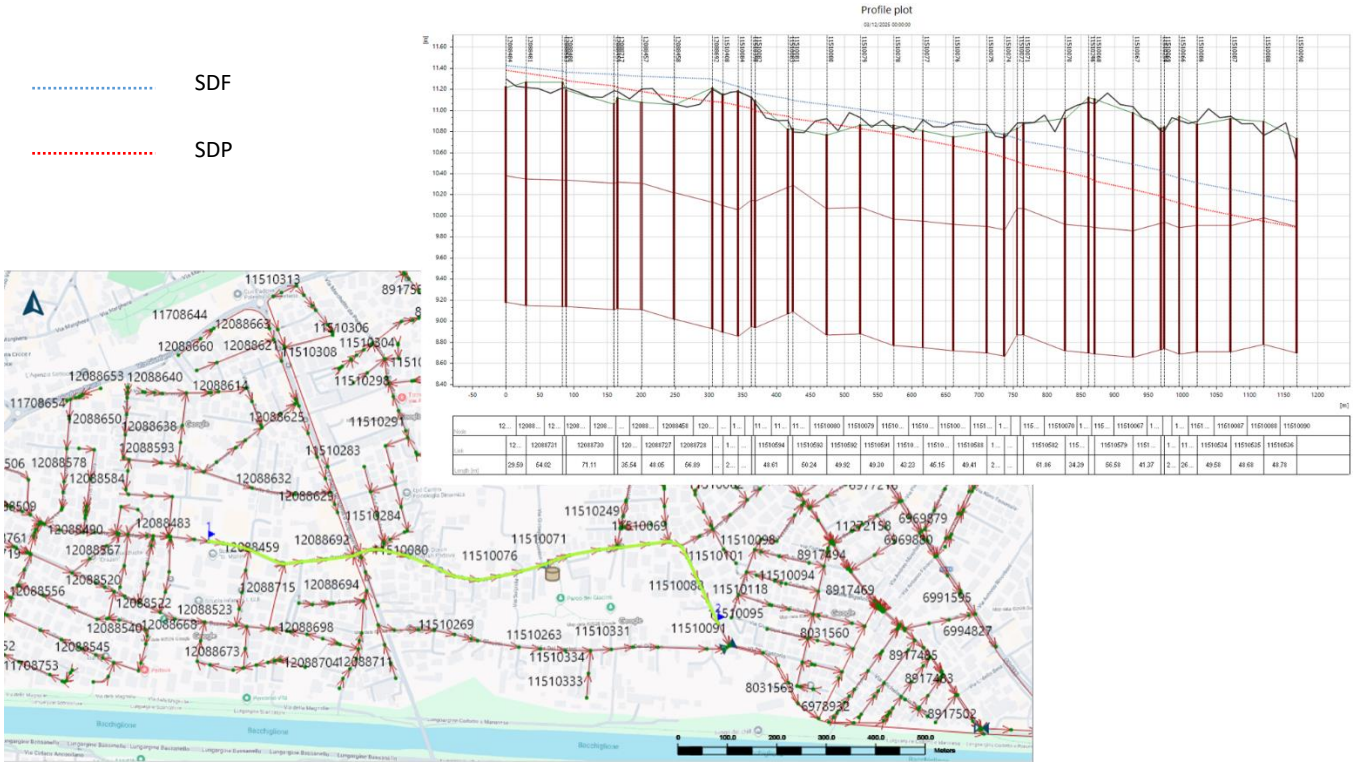


Figura 107- Profilo longitudinale lungo via Comino per tempo di ritorno pari a 2 anni a seguito della realizzazione dell'intervento PA_02.

Il confronto dei profili lungo via dei Giacinti per tempo di ritorno pari a 2 anni e 5 anni consente di valutare il funzionamento del nuovo scatolare e il relativo grado di sollecitazione nei due scenari di progetto.

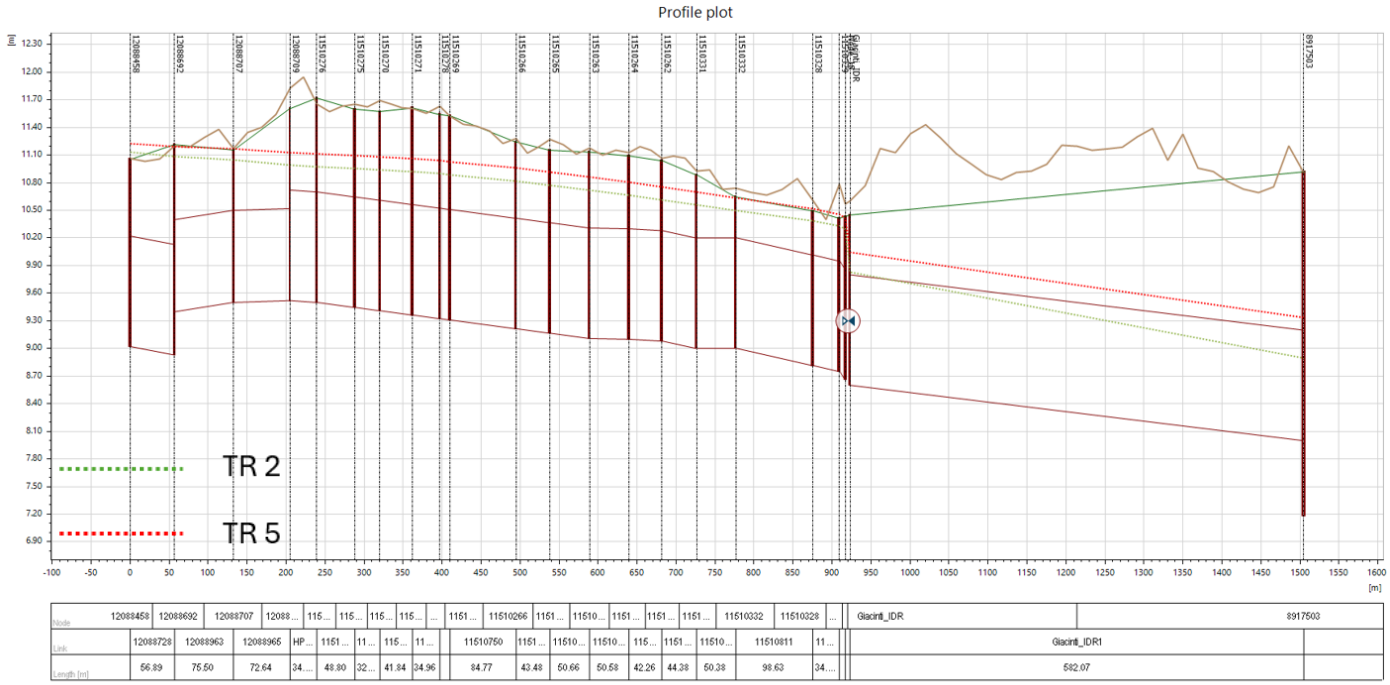


Figura 108- Profilo longitudinale lungo via dei Giacinti per tempo di ritorno pari a 2 anni e 5 anni a seguito della realizzazione dell'intervento PA_02

L'efficacia dell'intervento PA_02 può essere ulteriormente incrementata mediante la contestuale realizzazione dell'intervento PA_01, costituito dall'area di laminazione nel Parco dei Giacinti. L'associazione tra il nuovo scatolare e il bacino di invaso consente infatti di combinare l'aumento della capacità di smaltimento con la laminazione dei volumi eccedenti, riducendo in modo più efficace i livelli idrici nelle dorsali critiche di Madonna Pellegrina, nel profilo riportato nel seguito la combinazione è riportata con colore verde.

Nel profilo longitudinale seguente è riportato il beneficio conseguibile lungo la dorsale di via Cremonino mediante il confronto tra la configurazione con il solo intervento PA_02 (in rosso) e quella comprensiva anche dell'intervento PA_01 (in verde), rispetto alla configurazione di stato di fatto riportata in blu.

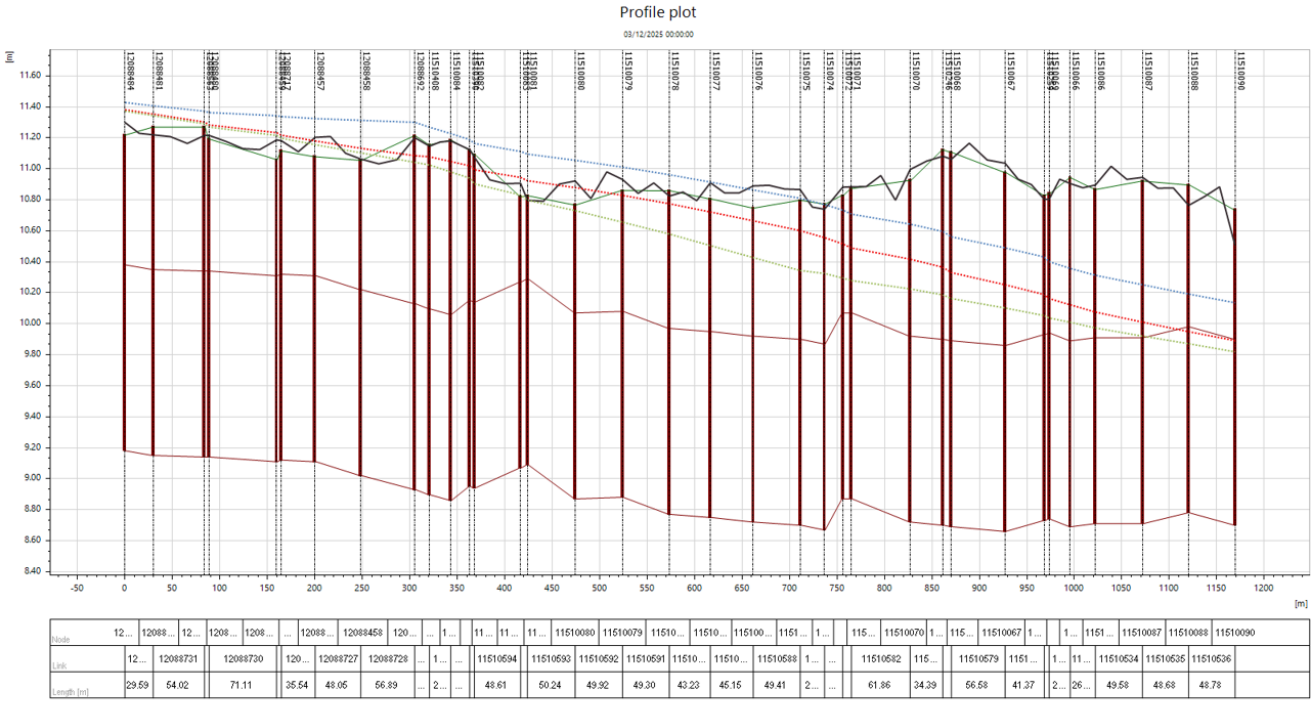


Figura 109- Profilo longitudinale di via Cremonino per tempo di ritorno pari a 2 anni: confronto tra intervento PA_02 e configurazione PA_01+PA_02 associata al bacino di invaso nel parco dei Giacinti.

Nelle figure successive sono rappresentati in pianta gli allagamenti residui che si verificano nello stato di progetto per eventi con tempo di ritorno pari a 2 anni e 5 anni. Tali elaborati consentono di verificare l'efficacia dell'intervento PA_02 alla scala del comparto di Madonna Pellegrina, evidenziando le aree in cui permangono eventuali criticità residue.

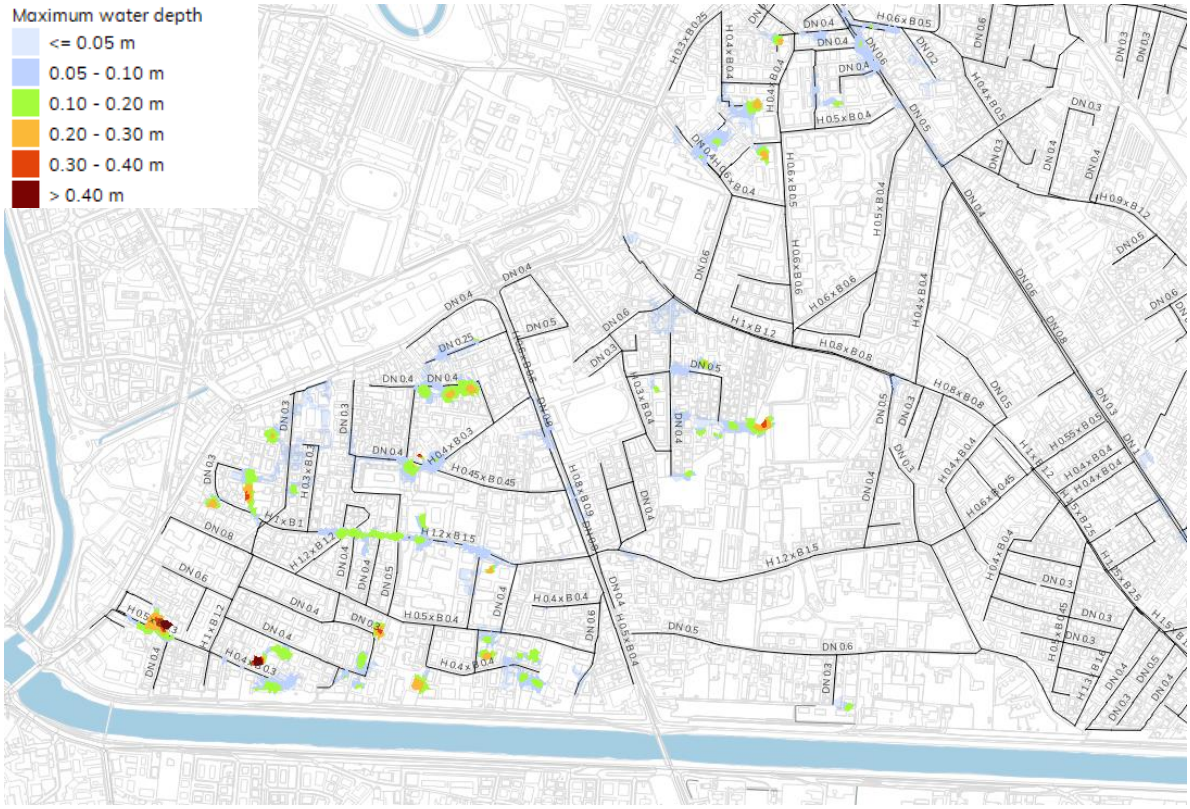


Figura 110- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 2 anni a seguito dell'intervento PA_02

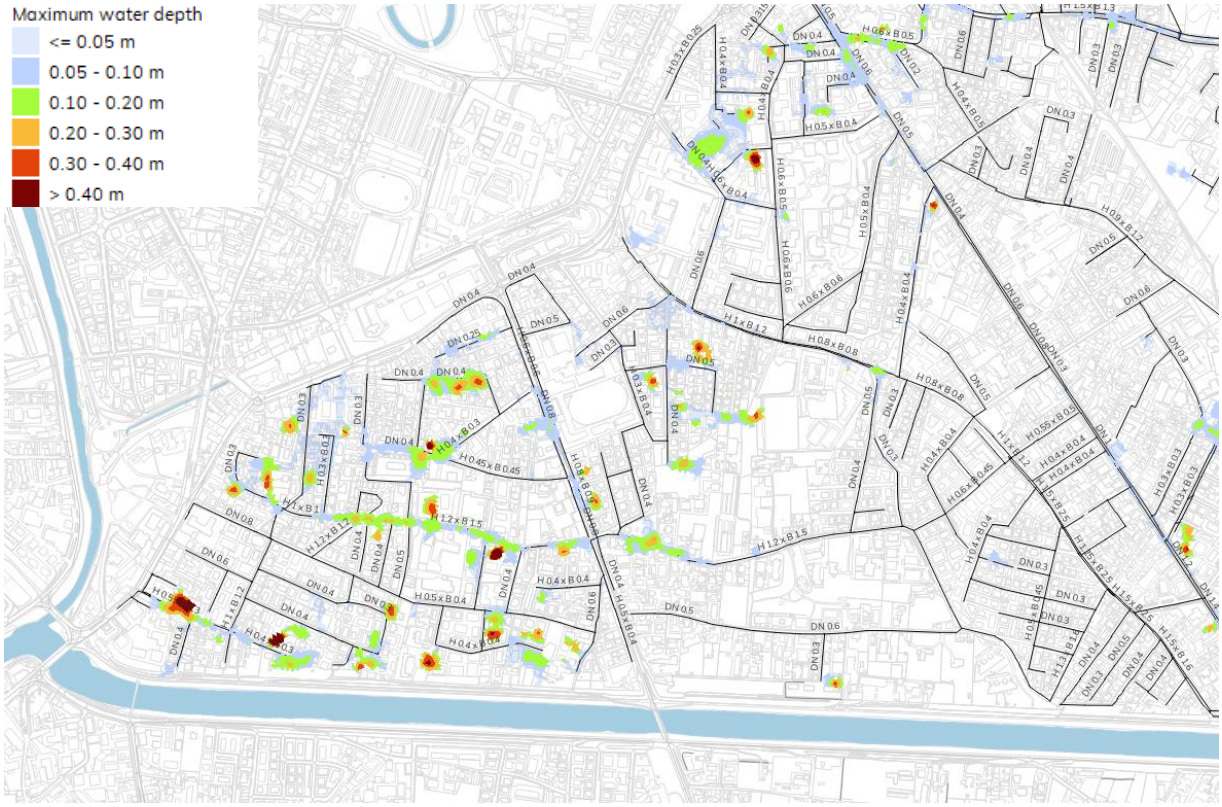


Figura 111- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 5 anni a seguito dell'intervento PA_02

In fase progettuale è stata inoltre valutata la possibilità di modificare le logiche di funzionamento dell'impianto idrovoro di Voltabarozzo, al fine di verificare l'eventuale beneficio sulla rete di monte, con particolare riferimento all'area di Madonna Pellegrina e via Facciolati.
La verifica è stata condotta con il supporto del Consorzio di Bonifica, gestore dell'impianto, che ha valutato i margini di regolazione attualmente disponibili per le pompe sommerse. Mantenendo invariata la configurazione dell'impianto e della vasca di laminazione esistente, la variazione tecnicamente attuabile consiste in una riduzione di circa 20 cm del livello di attacco delle pompe.
Tale modifica è stata inserita nel modello idraulico, ma i risultati non evidenziano benefici significativi per la rete di monte. È stata inoltre esaminata, a titolo di verifica teorica, l'ipotesi di una riduzione più marcata del livello di attacco; anche in questo caso, tuttavia, l'effetto sulla rete risulta limitato.
Le simulazioni indicano infatti che la criticità principale non è riconducibile al livello di regolazione dell'idrovora, bensì alla capacità insufficiente delle condotte afferenti all'impianto. Le reti di monte entrano in pressione e generano allagamenti localizzati prima che l'abbassamento del livello presso l'idrovora possa produrre un effettivo effetto di richiamo. Di conseguenza, la sola modifica delle logiche di esercizio dell'impianto di Voltabarozzo non può essere considerata una misura risolutiva per le criticità dell'area.

6.4.2.3 Intervento PA_03- nuova idrovora in via Cremonino

L'intervento PA_03 riguarda la porzione sud-occidentale del rione Madonna Pellegrina, ambito prevalentemente residenziale servito da una rete di fognatura mista afferente allo scolo Bassanello, tombinato nella parte di monte sotto via Tre Garofani. La dorsale principale del comparto si sviluppa lungo le vie F.lli Bandiera, Buzzaccarini e Beata Eustochio, mentre le vie laterali sono servite da condotte di dimensioni più contenute.

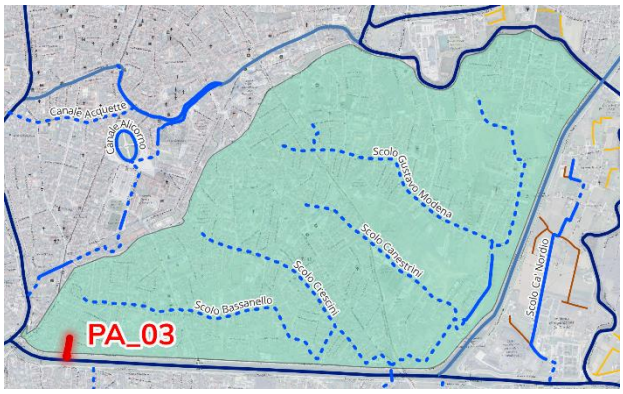
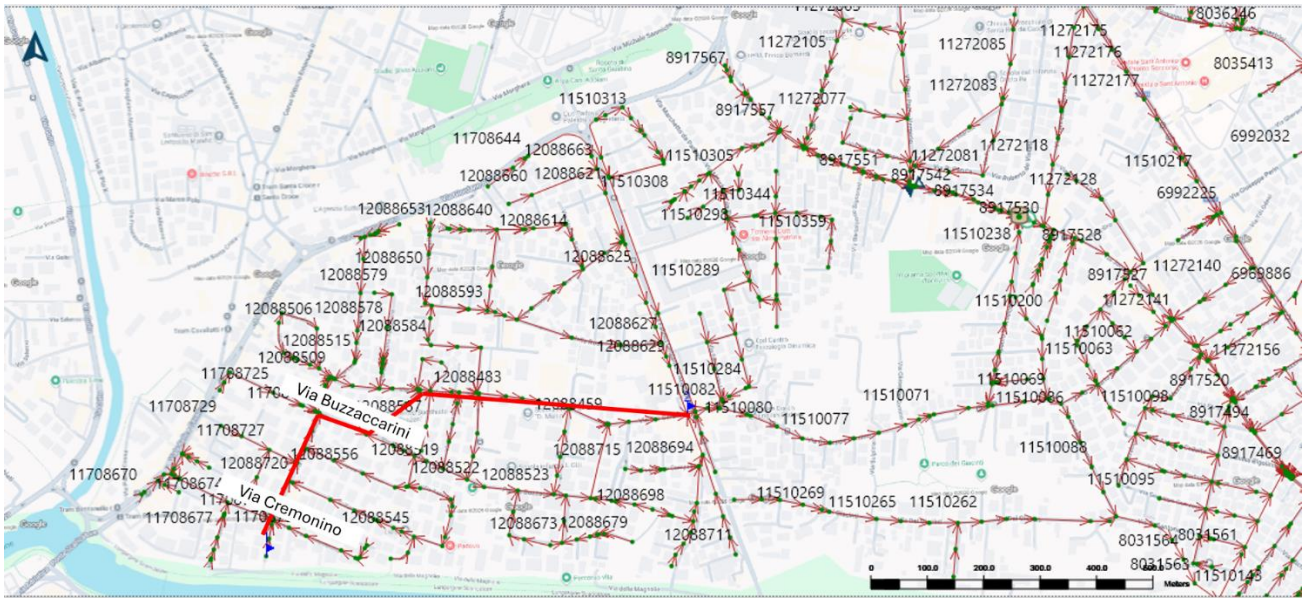


Figura 112- Keyplan intervento PA_03

Le criticità interessano in particolare via Cremonino, via Sabatucci, via Buzzaccarini e via Tre Garofani, dove sono stati segnalati allagamenti sia in occasione degli eventi del 21 e 29 agosto 2025, sia durante eventi meteorici meno rari. La modellazione idrodinamica conferma tali evidenze per precipitazioni brevi con tempo di ritorno superiore a 2 anni, mostrando il generale sottodimensionamento sia delle dorsali principali sia delle condotte periferiche afferenti.
L'obiettivo dell'intervento è offrire un recapito alternativo alla porzione più periferica del rione Madonna Pellegrina, riducendo il carico idraulico gravante sulla dorsale dello scolo Bassanello e abbassando i livelli idrici nelle reti di via Cremonino, F.lli Bandiera, Buzzaccarini, Beata Eustochio e Tre Garofani. La soluzione proposta consiste nella realizzazione di un nuovo impianto idrovoro in corrispondenza dell'estremità meridionale di via Cremonino, con scarico verso il Canale Scaricatore/Bacchiglione.
Il progetto prevede la realizzazione di uno sfioratore per la separazione delle portate di fognatura nera dalle portate meteoriche eccedenti, da destinare al sollevamento. La soglia di attivazione dovrà essere definita in modo da

convogliare verso il nuovo impianto solo le portate superiori alla portata nera diluita di riferimento, garantendo il corretto funzionamento della rete in condizioni ordinarie e l'attivazione del sistema di sollevamento durante gli eventi di piena.
È inoltre prevista la sostituzione del tratto terminale della rete di via Cremonino sud, attualmente non adeguato al trasferimento delle portate di progetto, con una nuova condotta DN1500 impostata con pendenza verso il nuovo impianto. Tale adeguamento ha la funzione di migliorare il convogliamento delle portate provenienti dal comparto occidentale e di ridurre le perdite di carico nel tratto terminale della rete.
Il nuovo impianto idrovoro sarà dimensionato per una portata massima di sollevamento pari a 2 m³/s. La prevalenza richiesta è stimata in circa 6 m, necessaria per superare a cavaliere l'argine sinistro del Canale Scaricatore e garantire lo scarico delle portate sollevate. L'impianto sarà costituito da tre elettropompe sommergibili da 1 m³/s ciascuna, configurate per il funzionamento ciclico con due pompe in esercizio e una pompa di riserva.
Per l'evento con tempo di ritorno pari a 2 anni, il profilo longitudinale dello stato di fatto lungo l'asse via Cremonino – via Buzzaccarini – via Tre Garofani evidenzia il funzionamento in pressione della rete e l'innalzamento dei livelli idrici nei tratti maggiormente sollecitati.



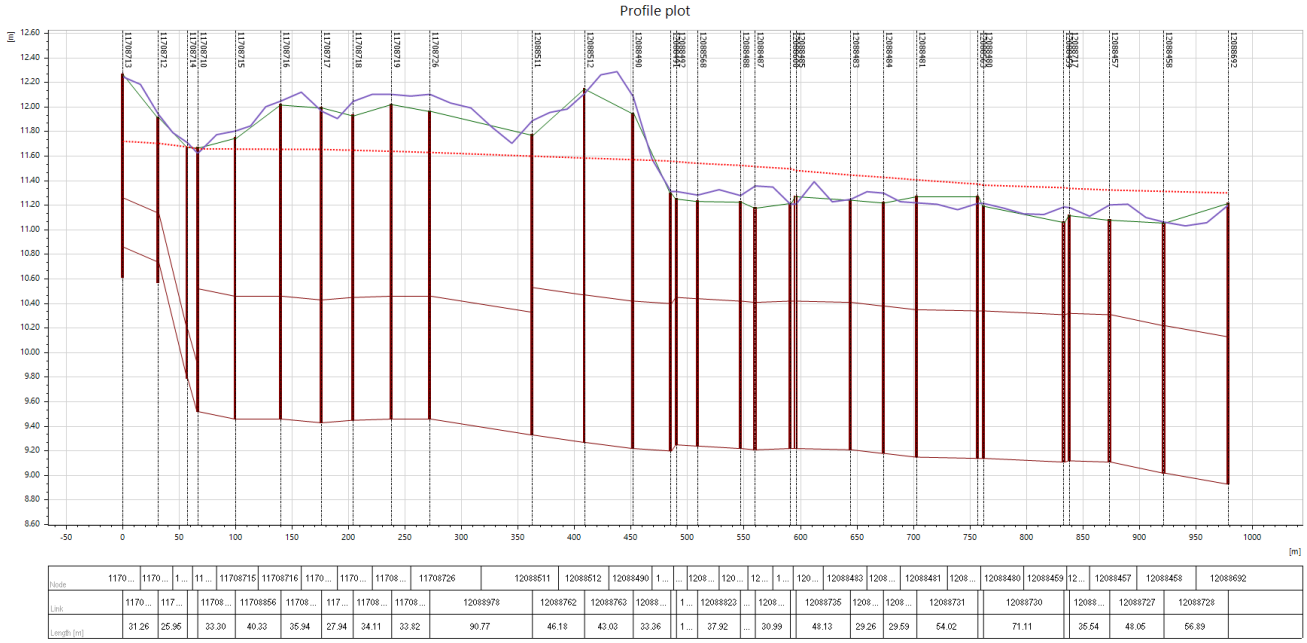
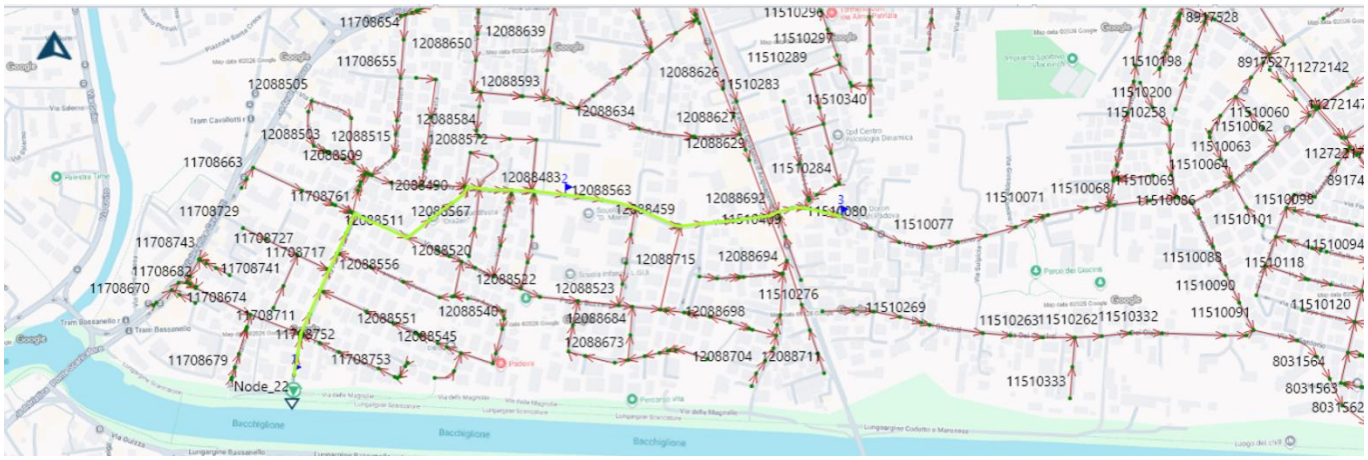


Figura 113- Profilo longitudinale dello stato di fatto per tempo di ritorno pari a 2 anni lungo via Cremonino, via Buzzaccarini e via Tre Garofani.

L'inserimento della nuova idrovora nel tratto terminale della rete, nella posizione indicata in figura, determina un abbassamento significativo dei livelli piezometrici lungo la dorsale analizzata. La rete permane localmente in pressione, ma i livelli idrici risultano sensibilmente inferiori rispetto allo stato di fatto e si mantengono al di sotto del piano campagna almeno fino alla porzione intermedia di via Tre Garofani. Ne consegue una riduzione delle condizioni di rigurgito e del rischio di esondazione superficiale lungo le vie maggiormente critiche.



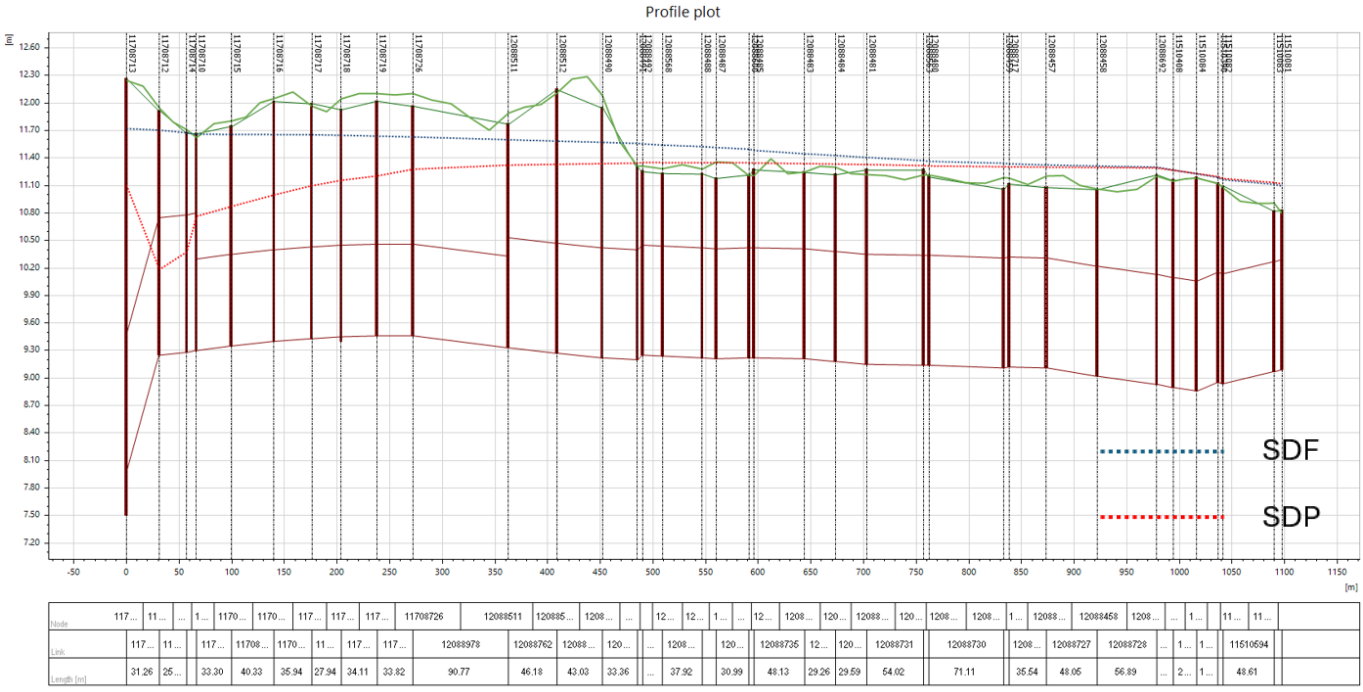


Figura 114- Profilo longitudinale di confronto tra stato di fatto e stato di progetto per tempo di ritorno pari a 2 anni lungo via Cremonino, via Buzzaccarini e via Tre Garofani. In blu è rappresentato lo stato di fatto, in rosso lo stato di progetto relativo all'intervento PA_03.

Nelle seguenti immagini si mostra inoltre l'andamento degli allagamenti nell'area di Madonna Pellegrina a seguito della modellazione dell'intervento PA_03.

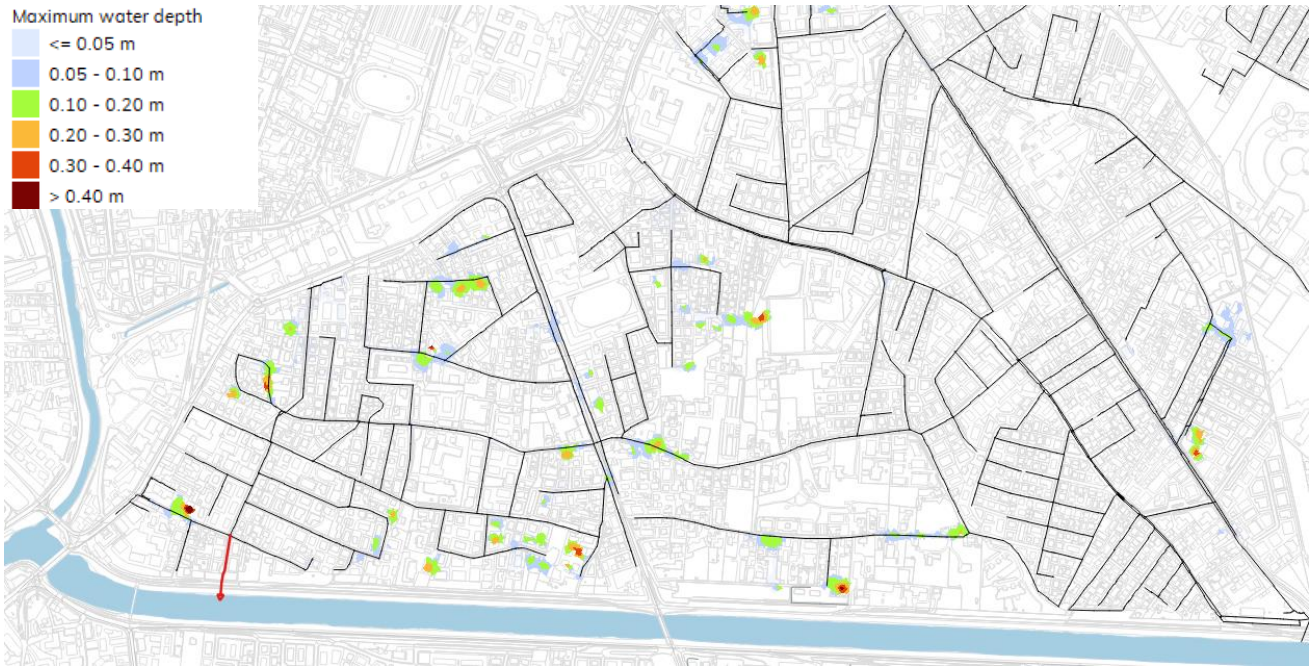


Figura 115- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 2 anni a seguito dell'intervento PA_03

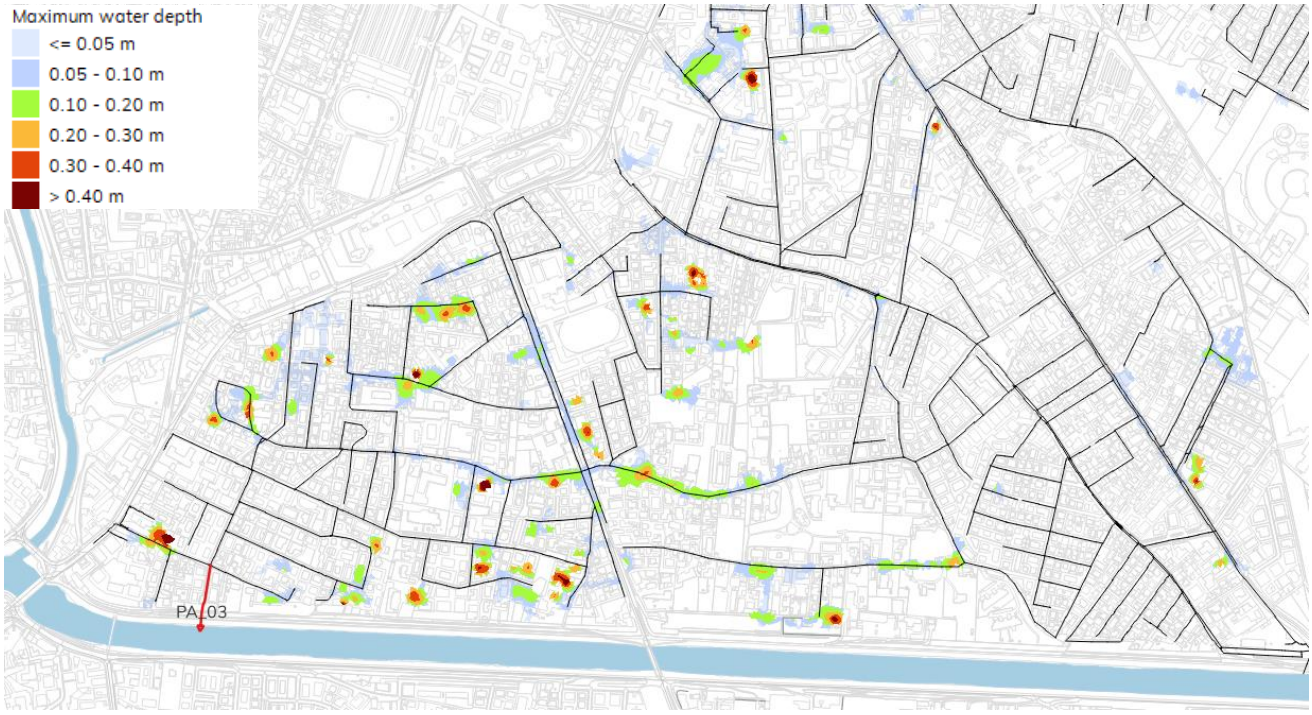


Figura 116- allagamenti che si verificano nell'area di Madonna Pellegrina per Tr 5 anni a seguito dell'intervento PA_03

Le simulazioni mostrano quindi che l'intervento PA_03 consente una riduzione apprezzabile degli allagamenti per eventi con tempo di ritorno pari a 2 e 5 anni, in particolare nel comparto servito dalla dorsale di via Cremonino e dalle reti afferenti. L'efficacia dell'opera è legata alla possibilità di sottrarre una quota rilevante delle portate meteoriche alla dorsale dello scolo Bassanello, fornendo un recapito meccanico diretto verso il Canale Scaricatore.
L'intervento dovrà essere approfondito nelle successive fasi progettuali con particolare riferimento alla localizzazione dell'impianto, alle interferenze con l'argine e con i sottoservizi esistenti, alle modalità di attraversamento o scavalco arginale, alla regolazione dello sfioratore e alla compatibilità dello scarico con le condizioni idrauliche del Canale Scaricatore/Bacchiglione. Dovranno inoltre essere valutati gli aspetti gestionali e manutentivi dell'impianto, inclusi alimentazione elettrica, continuità di esercizio, accessibilità e sicurezza.

6.4.2.4 Combinazione degli interventi precedenti

È stata inoltre valutata una configurazione complessiva che combina gli interventi precedentemente descritti per il comparto di Madonna Pellegrina, ovvero l'area di laminazione nel Parco dei Giacinti, il nuovo scatolare lungo via dei Giacinti e la nuova idrovora in via Cremonino.

La combinazione degli interventi consente di agire contemporaneamente su più componenti del sistema di drenaggio: da un lato viene introdotto un volume di invaso a monte dei tratti maggiormente sollecitati, dall'altro viene potenziata la capacità di convogliamento verso l'idrovora di Voltabarozzo e viene realizzato un ulteriore punto di sollevamento nella zona di via Cremonino. In questo modo le portate meteoriche eccedenti vengono ripartite su più direttrici di scarico,

riducendo il carico idraulico sulle dorsali principali e migliorando il comportamento complessivo della rete durante gli eventi di piena.

La soluzione combinata risulta quindi finalizzata alla mitigazione delle criticità più estese del comparto, con particolare riferimento all'asse via Comino – via Tre Garofani – via Buzzaccarini – via Cremonino. Le simulazioni evidenziano una riduzione significativa degli allagamenti rispetto allo stato di fatto e rispetto alle singole configurazioni progettuali, soprattutto per gli eventi con tempo di ritorno pari a 2 e 5 anni.

Nelle figure seguenti sono riportate esclusivamente le planimetrie di risultato dello stato di progetto, utili a rappresentare l'estensione degli allagamenti residui a seguito della combinazione degli interventi.

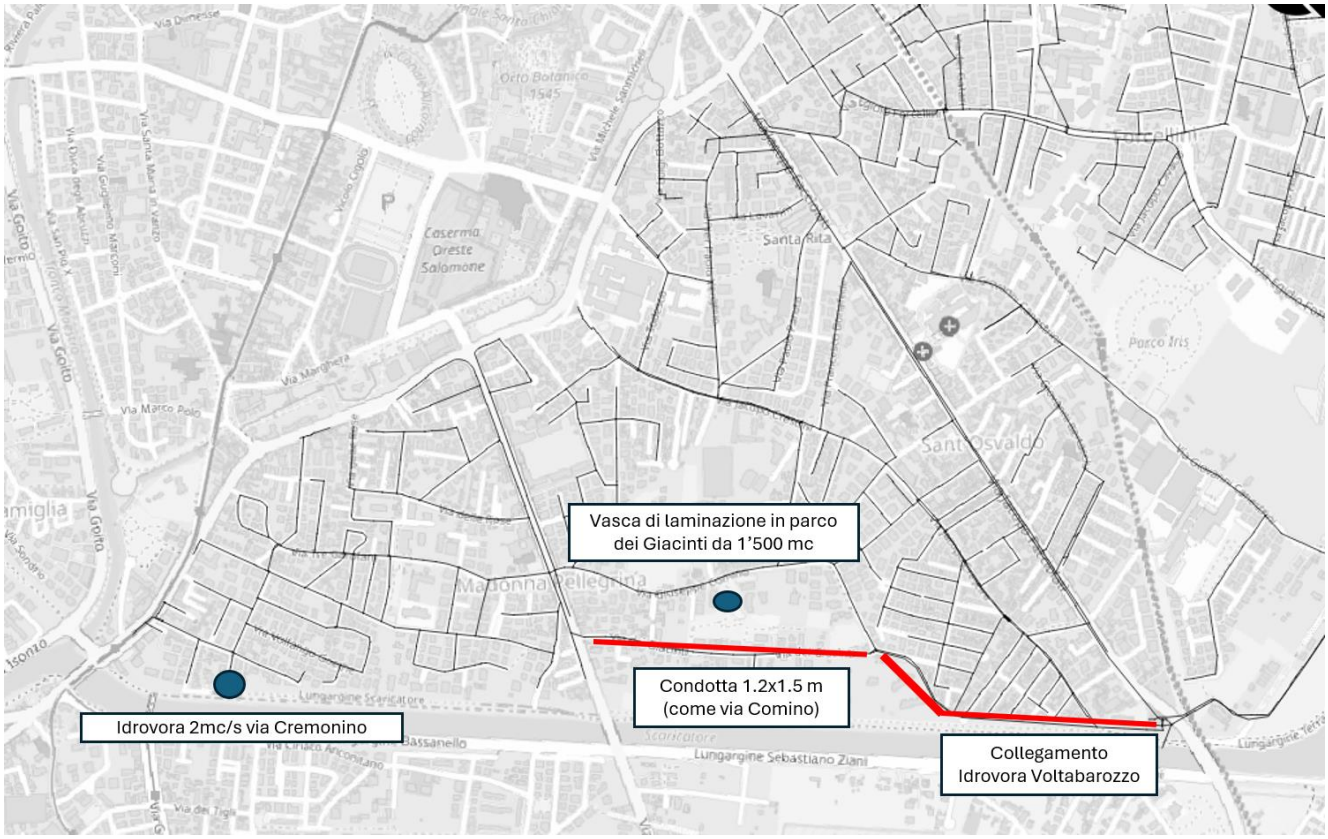


Figura 117- immagine in pianta degli interventi PA_01, PA_02 e PA_03 combinati per dare luogo all'intervento complessivo

Nella figura seguente sono riportati i risultati dello stato di progetto per l'evento con tempo di ritorno pari a 5 anni.

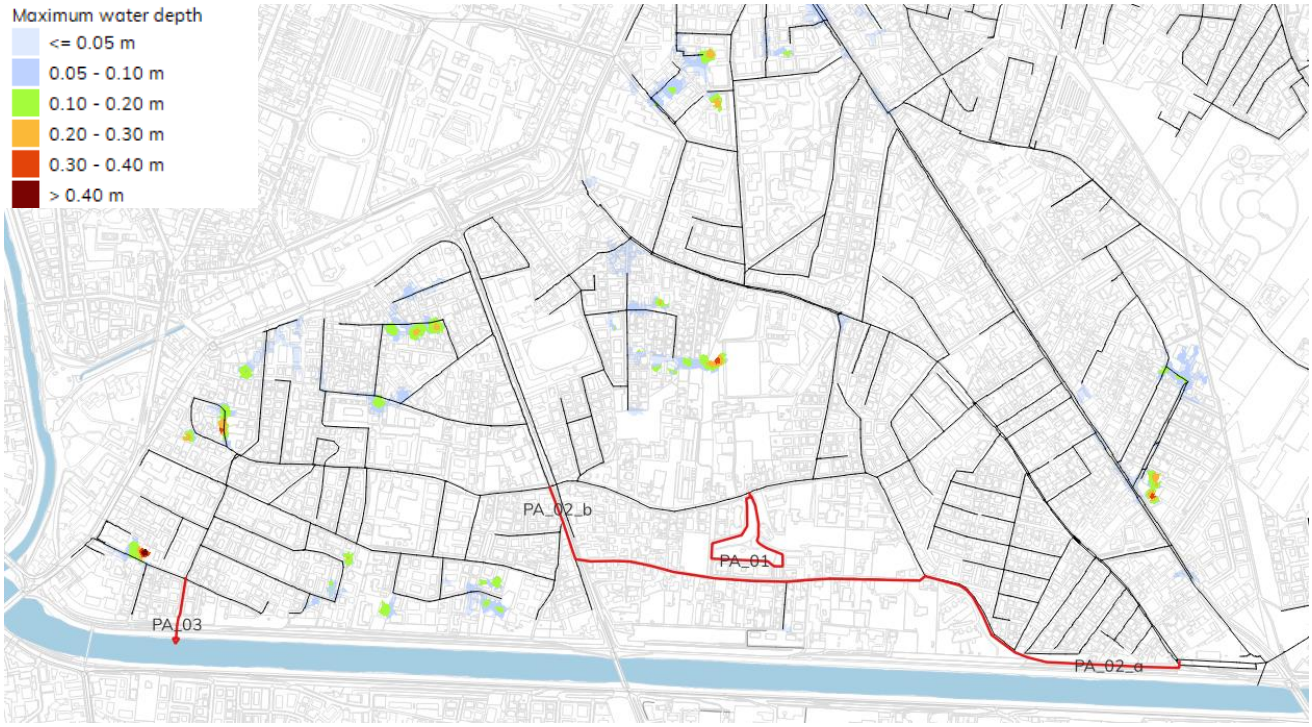


Figura 118- Planimetria degli allagamenti residui nel comparto Madonna Pellegrina per tempo di ritorno pari a 5 anni, a seguito della combinazione degli interventi PA_01, PA_02 e PA_03.

Permangono tuttavia alcune criticità residue sulla rete minore, in particolare a nord di via Tre Garofani, dove il piano campagna si trova a quote sensibilmente superiori rispetto alla dorsale principale. In tali aree, la persistenza degli allagamenti è riconducibile alla configurazione locale della rete secondaria e alla difficoltà di garantire un efficace trasferimento delle portate verso le dorsali principali di recapito.

6.4.2.5 Intervento PA_04 – Scarico in Alicorno della porzione nord di Madonna Pellegrina

L'intervento PA_04 interessa la porzione nord-occidentale del rione Madonna Pellegrina, compresa tra via Costa – via Giordano Bruno e lo scolo Bassanello, tombinato sotto via Tre Garofani. L'area è servita da una rete di fognatura mista costituita da condotte di dimensioni contenute, con percorsi idraulici particolarmente lunghi prima del recapito finale nello scolo Bassanello e, successivamente, all'impianto idrovoro di Voltabarozzo.

In particolare, la rete di via delle Rose e delle vie laterali confluisce nella dorsale di via D'Acquapendente, per poi recapitare nello scolo Bassanello a sud del piazzale della chiesa. Tale configurazione determina una risposta idraulica sfavorevole per la parte più periferica del quartiere, che risulta posta a distanza significativa dal recapito principale e servita da una rete secondaria con capacità limitata.
La criticità è accentuata dall'assetto altimetrico del comparto. La porzione settentrionale di Madonna Pellegrina si trova infatti a quote sensibilmente superiori rispetto alla dorsale principale di via Tre Garofani; tuttavia, le giaciture del terreno e i vincoli fisici presenti lungo via Costa – via Giordano Bruno impediscono, nello stato di fatto, l'attivazione di direzioni

di drenaggio alternative. Ne deriva che le portate meteoriche sono costrette a percorrere lunghi tratti di rete prima di raggiungere lo scolo Bassanello, con conseguenti rigurgiti e allagamenti nelle aree centrali e settentrionali del rione già per eventi con tempo di ritorno superiore a 2 anni.

Le segnalazioni raccolte interessano in particolare l'intorno di via delle Ortensie, via De Boso e via Copernico, aree idraulicamente sfavorite perché lontane dal recapito ultimo della rete meteorica. La simulazione dello stato di fatto per evento con tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di precipitazione di 45 minuti conferma la presenza di criticità nella porzione nord-occidentale del quartiere.

La figura seguente, estratta dal DTM del Comune di Padova realizzato nel 2023, evidenzia la differenza altimetrica tra le zone centrali del rione e le aree esterne. L'elaborato consente di leggere il rapporto tra via Capodilista, via delle Rose, la dorsale di recapito verso via Tre Garofani e il margine nord-occidentale del comparto.

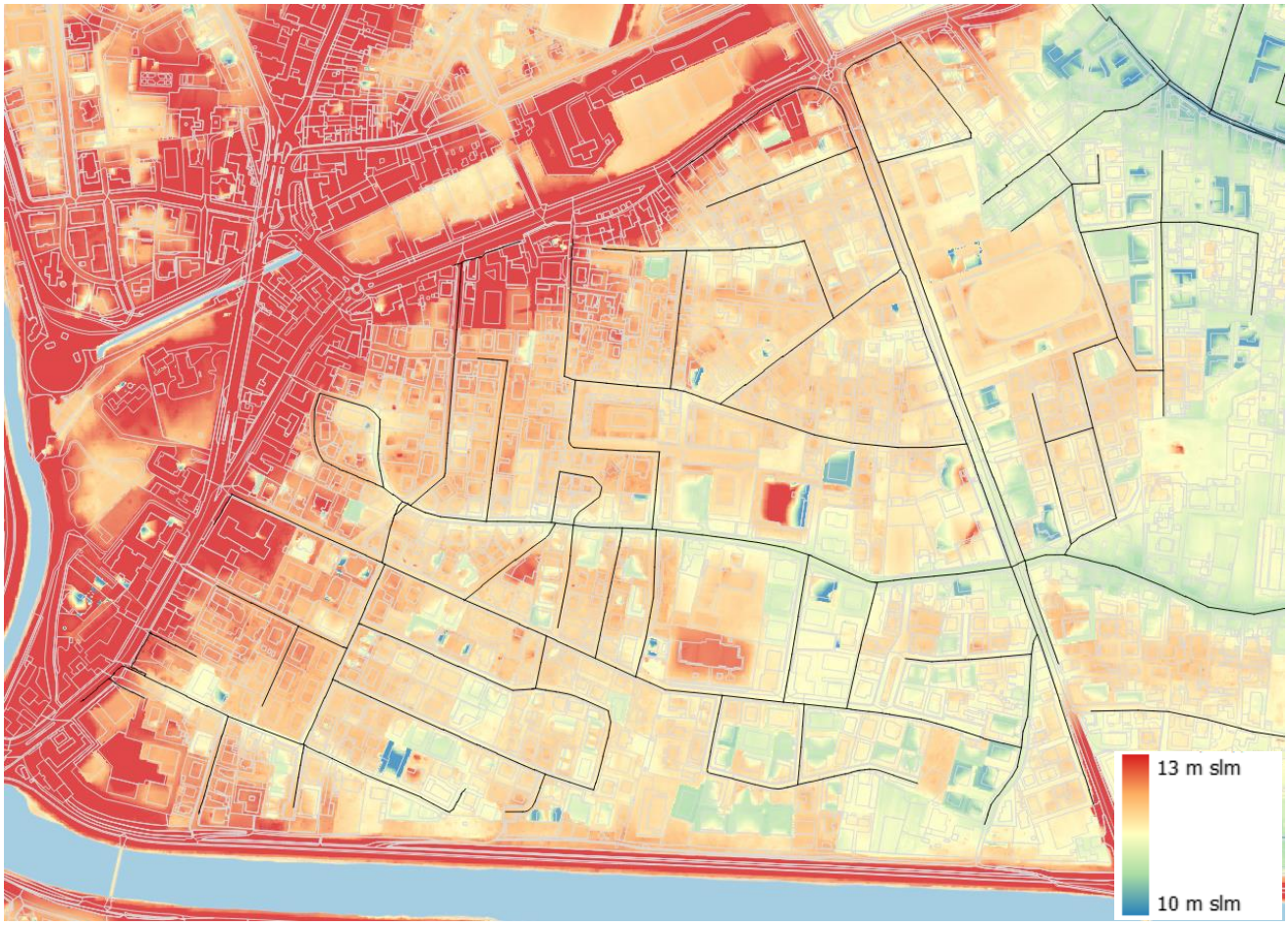
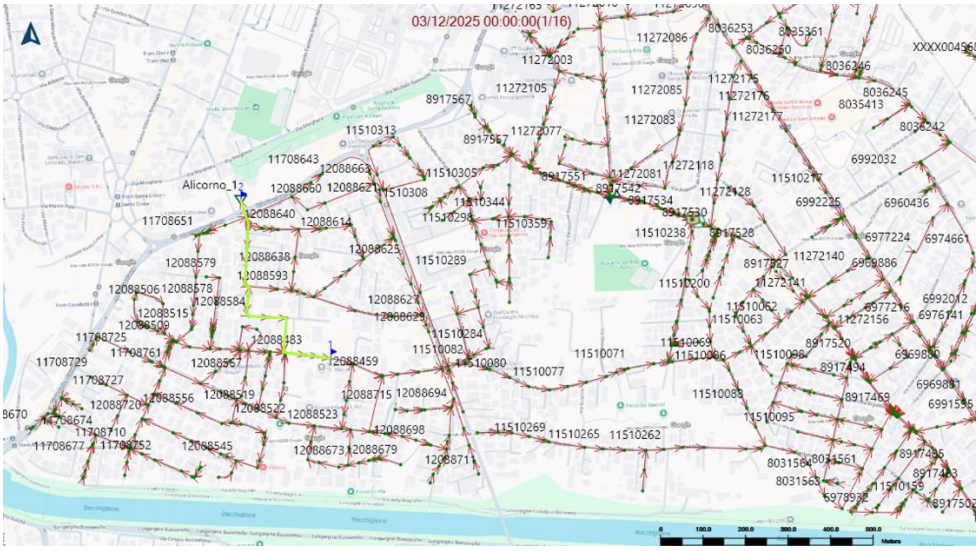


Figura 119- Andamento altimetrico del territorio nella porzione nord-occidentale di Madonna Pellegrina, estratto dal DTM del Comune di Padova 2023.

Il profilo longitudinale riportato di seguito evidenzia il dislivello esistente tra la zona nord del quartiere e la dorsale di via Tre Garofani, posta a quote significativamente più profonde. Tale differenza altimetrica conferma la difficoltà del sistema esistente a garantire un trasferimento efficace delle portate verso il recapito principale, soprattutto in occasione degli eventi brevi e intensi.



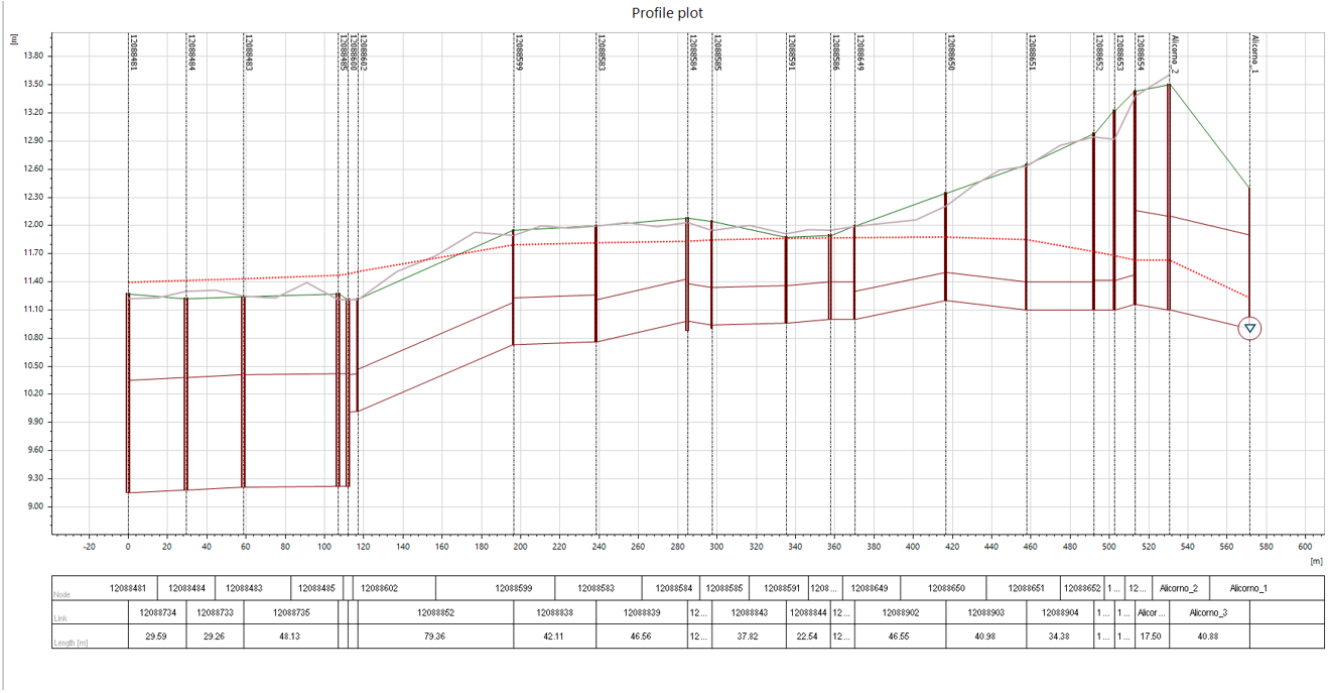


Figura 120- profilo longitudinale da via delle Rose a via Tre Garofani per tempo di ritorno 2 anni

L'intervento PA_04 ha l'obiettivo di offrire un recapito alternativo alla parte più periferica del rione Madonna Pellegrina, riducendo i livelli idrici nelle reti di via Capodilista, via delle Rose, via delle Ortensie e via Copernico. La soluzione proposta prevede il collegamento dell'estremità nord della rete di via delle Rose con il canale Alicorno, che scorre tombinato al piede del Baluardo di Santa Croce.

L'opera consiste nella realizzazione di una nuova condotta DN1200 mediante tecnologia di microtunneling sotto via Giordano Bruno. Tale scelta esecutiva consente di superare le interferenze presenti in ambito urbano e di realizzare il nuovo collegamento con limitata interferenza superficiale rispetto alla viabilità e ai sottoservizi. Il recapito avverrà nel canale Alicorno, anch'esso tombinato in condotta DN1200, che più a est sottopassa a sifone le mura cinquecentesche.

A monte del tratto in microtunneling dovrà essere realizzato un apposito manufatto di sfioro, finalizzato a garantire la separazione tra le portate nere e le portate meteoriche eccedenti. Il manufatto dovrà consentire il trasferimento verso il canale Alicorno della sola portata meteorica di esubero, mantenendo il corretto funzionamento della rete mista in condizioni ordinarie.

La soluzione proposta consente di intercettare parte delle portate prima che raggiungano la dorsale di via Tre Garofani e generino condizioni di rigurgito, riducendo gli allagamenti nella porzione settentrionale del quartiere. I benefici risultano tuttavia prevalentemente localizzati all'area nord-occidentale del rione, in ragione della specifica configurazione altimetrica e della limitata estensione della rete effettivamente intercettabile dal nuovo recapito.

Nelle figure seguenti sono riportati i risultati della simulazione dello stato di progetto per evento con tempo di ritorno pari a 2 e 5 anni e durata di precipitazione pari a 45 minuti, nonché il profilo longitudinale per tempo di ritorno 2 anni del nuovo collegamento verso il canale Alicorno.



Figura 121- Risultati della simulazione nello stato di progetto per tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di precipitazione di 45 minuti, a seguito della realizzazione dell'intervento PA_04.

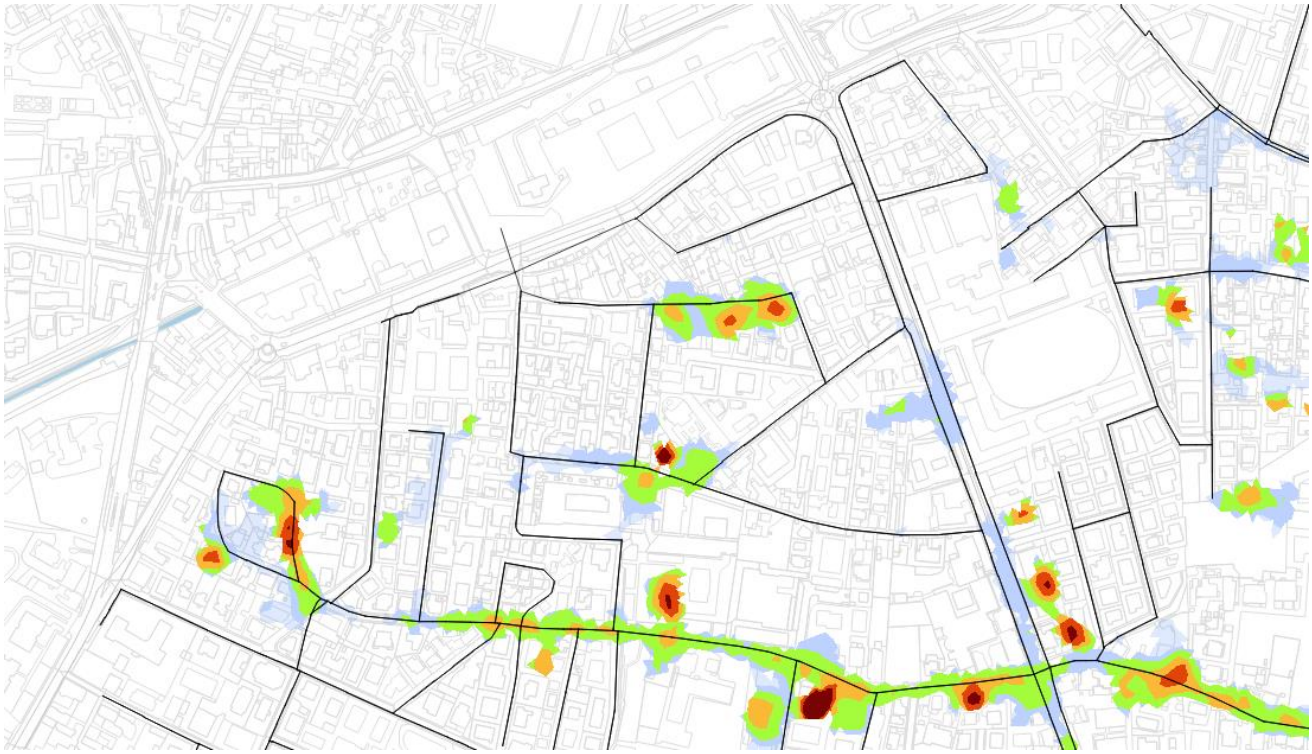


Figura 122- Risultati della simulazione nello stato di progetto per tempo di ritorno pari a 5 anni e durata di precipitazione di 45 minuti, a seguito della realizzazione dell'intervento PA_04.

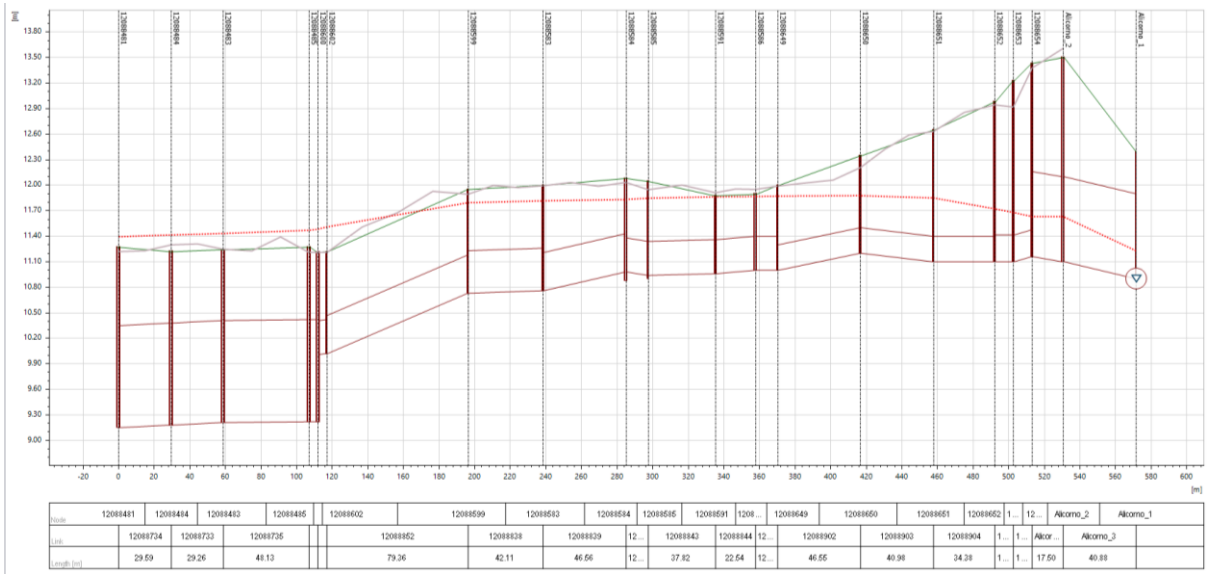


Figura 123- Profilo longitudinale del nuovo collegamento verso il canale Alicorno nello stato di progetto, per tempo di ritorno pari a 2 anni e durata di precipitazione di 45 minuti.

L'intervento dovrà essere approfondito nelle successive fasi progettuali con particolare riferimento alla compatibilità idraulica del recapito nel canale Alicorno, alle interferenze con il sistema tombinato esistente, al comportamento del sifone sotto le mura cinquecentesche e alla corretta taratura del manufatto sfioratore. Dovranno inoltre essere valutati gli aspetti realizzativi connessi al microtunneling, agli spazi di cantiere, ai pozzi di spinta e arrivo, nonché alle interferenze con la viabilità e i sottoservizi lungo via Giordano Bruno.

6.5 Bacino Idrovia

Per il bacino in esame, la durata di pioggia risultata maggiormente critica è pari a 1 ora. Tale comportamento è riconducibile alla rapida risposta idrologica del bacino, caratterizzato da un'elevata impermeabilizzazione delle superfici e, conseguentemente, da tempi di corrivazione contenuti. Anche per questo bacino è stato assunto uno ietogramma di progetto di forma rettangolare.

Il comportamento modellato risulta coerente con l'elevato grado di urbanizzazione dell'area. Nonostante la presenza di una rete di smaltimento costituita, lungo le dorsali principali, da condotte di dimensioni rilevanti, il sistema presenta infatti condizioni di sovraccarico già per eventi caratterizzati da tempi di ritorno contenuti. Le criticità sono legate alla rapida formazione del deflusso superficiale e alla conseguente concentrazione delle portate nella rete in intervalli temporali relativamente brevi. Nel presente capitolo è illustrato il solo stato di fatto; lo stato di progetto del bacino Idrovia, con la descrizione e la verifica degli interventi proposti, è riportato nell'addendum alla presente relazione (elaborato P25068-A-72-0A.00-RIL-r00), cui si rimanda.

6.5.1 Stato di fatto

Dagli allagamenti simulati (tavola P25068-A-72-02.00-TAV-r00) emerge un comportamento complessivamente coerente nei tre scenari analizzati, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 2, 5 e 10 anni. All'aumentare della gravosità dell'evento si osserva principalmente un'estensione delle aree interessate e un incremento della severità delle criticità già presenti negli scenari meno gravosi, più che la comparsa di nuove zone problematiche.
Il confronto tra le criticità censite e gli allagamenti restituiti dalla modellazione evidenzia una buona corrispondenza nelle principali aree di sofferenza del bacino Idrovia. In particolare, le segnalazioni concentrate nella Zona Industriale, lungo gli assi di via Uruguay, via del Progresso, viale della Ricerca Scientifica, Corso Spagna e via Messico, ricadono in settori nei quali il modello individua condizioni di sovraccarico della rete e fuoriuscite superficiali già per gli eventi con tempo di ritorno più contenuto.
La distribuzione delle criticità osservate conferma quindi la tendenza del modello a individuare le maggiori condizioni di sofferenza nei settori in cui convergono più rami della rete verso le dorsali principali. La corrispondenza tra segnalazioni e risultati modellistici costituisce pertanto un riscontro della capacità del modello di rappresentare le principali dinamiche di insufficienza della rete del bacino Idrovia, pur considerando le semplificazioni introdotte in corrispondenza dei limiti del dominio di calcolo.

Le condizioni più significative si concentrano nella porzione settentrionale e nord-orientale dell'area modellata, in corrispondenza della viabilità principale della Zona Industriale e dell'Interporto. In particolare, risultano interessati i settori lungo Corso Stati Uniti, via Messico, via Uruguay, via del Progresso e viale della Ricerca Scientifica, dove la rete presenta numerose diramazioni secondarie che convergono verso alcune dorsali principali. Tra queste si segnalano il collettore DN1200 di Corso Stati Uniti, i due collettori di via Messico, rispettivamente DN1200 e scatolare 3000×1500 mm, e le dorsali che gravitano verso lo Scolo Progresso e l'Idrovia.
In tali settori le simulazioni evidenziano condizioni di sovraccarico già per lo scenario con Tr 2 anni, con fuoriuscite localizzate in corrispondenza di alcuni nodi e tratti della rete. Per Tr 5 e Tr 10 anni le medesime criticità tendono ad ampliarsi, con una maggiore propagazione superficiale dei volumi lungo la viabilità e nelle aree morfologicamente più

depresse. Il comportamento modellato risulta coerente anche con le criticità già riscontrate nell'area, che hanno interessato in particolare via Uruguay, viale della Ricerca Scientifica, Corso Spagna, via del Progresso e parte di via Messico.

Un ulteriore settore interessato dalle simulazioni è quello prossimo a via Inghilterra e alla zona ferroviaria dell'Interporto. In quest'area la presenza dei sottopassi, delle due aree di laminazione e degli impianti di sollevamento rende il funzionamento del sistema fortemente dipendente dalla corretta efficienza dei manufatti e dei collegamenti idraulici. Le criticità risultano prevalentemente localizzate e aumentano di estensione con il crescere del tempo di ritorno, interessando in particolare le aree poste a quota inferiore rispetto alla viabilità circostante.
Verso est, lungo l'asse di via Vigonovese e in prossimità del passaggio verso il bacino Valli di Camin, la rete principale è costituita anche da un collettore DN1200. La fuoriuscita evidenziata dalla simulazione in corrispondenza del limite del dominio non viene tuttavia assunta come rappresentativa delle effettive condizioni del bacino Valli di Camin: il modello è infatti stato sviluppato specificamente per l'area dell'Interporto ed è interrotto in questo settore, senza approfondire la successiva propagazione delle portate all'interno del bacino Valli di Camin. L'accumulo visibile in prossimità del limite è pertanto principalmente conseguenza del "taglio" del dominio modellato.

Nella porzione centrale e meridionale dell'Interporto le criticità risultano nel complesso più discontinue e circoscritte. Sono presenti punti di sovraccarico lungo alcune delle dorsali principali e in corrispondenza delle confluenze con la rete secondaria, ma senza la continuità osservata nei settori settentrionali. In particolare, verso via Portogallo è presente una dorsale DN1500 con recapito nel Canale Villatora, mentre nella zona di via Messico le condotte principali recapitano verso l'inizio dell'Idrovia Padova-Venezia, che costituisce uno dei principali ricettori del sistema.

Nel complesso, lo stato di fatto modellato mostra quindi una rete che presenta le maggiori condizioni di sofferenza lungo alcuni assi principali della Zona Industriale e dell'Interporto, con particolare riferimento al sistema Corso Stati Uniti–via Messico–via Uruguay–via del Progresso–viale della Ricerca Scientifica. Per gli eventi più frequenti le insufficienze risultano prevalentemente localizzate, mentre per Tr 5 e Tr 10 anni aumentano la continuità delle fuoriuscite e l'estensione delle aree interessate. Il comportamento evidenzia come le criticità siano legate non soltanto alla capacità dei singoli collettori, ma anche alla concentrazione delle portate nelle dorsali principali e all'efficienza dei recapiti e dei manufatti che regolano il deflusso verso l'Idrovia e gli scoli di bonifica.

6.6 Bacino Colli

Anche per il bacino dei Colli la durata di pioggia più gravosa, con ietogramma di progetto rettangolare, è risultata pari a 1 ora. In questo caso il risultato dipende soprattutto dalla struttura della rete locale: condotte di diametro contenuto, con frequenti cambi di sezione e collegate a fossi e capofossi di ridotta capacità di invaso, entrano rapidamente in crisi durante gli scrosci brevi e intensi, mentre le piogge più lunghe e meno intense vengono smaltite senza effetti significativi.
La rete a servizio del bacino in esame, corrispondente all'unità urbana della Mandria, è di tipo misto e localizzata in corrispondenza degli agglomerati urbani di Paltana a nord est, di Voltabrusegana a nord ovest e di Mandria a sud.
Il recapito finale della rete è identificato nello scolo Menona, che raccoglie i contributi dei canali consortili presenti all'interno del bacino e diretto verso lo scolo Rialto.

I quartieri ricadenti nel bacino dei Colli evidenziano criticità idrauliche che, sulla base delle analisi svolte, non risultano riconducibili principalmente all'insufficiente capacità di recapito dello scolo Menona, bensì alle caratteristiche della rete di drenaggio locale. Quest'ultima è infatti costituita da un insieme eterogeneo di condotte realizzate in epoche differenti, caratterizzate da diametri spesso ridotti, frequenti variazioni di sezione e numerosi restringimenti che limitano la capacità di trasferimento delle portate verso valle.
A tali criticità si aggiunge la stretta interazione tra la rete fognaria e il reticolo idraulico minore, costituito da fossi e capofossi che svolgono una funzione importante nello smaltimento delle acque meteoriche. In diversi casi, tuttavia, l'efficienza di tali elementi risulta compromessa da condizioni manutentive non ottimali, dalla presenza di ostruzioni localizzate, da tratti intubati o tombinati e da attraversamenti di dimensioni non sempre adeguate alle portate attese durante gli eventi meteorici più intensi.
Di conseguenza, la criticità principale non appare legata tanto alla capacità del recapito finale, quanto piuttosto alla capacità del sistema di drenaggio secondario e della rete fognaria di trasferire rapidamente verso valle i volumi generati dagli eventi di pioggia più gravosi. Le limitazioni presenti lungo il percorso determinano infatti significative perdite di carico e condizioni di rigurgito che si manifestano ben prima che venga raggiunta la capacità massima dello scolo Menona.
Va inoltre evidenziato che il quadro conoscitivo della rete risulta complessivamente soddisfacente e caratterizzato da un livello di incertezza relativamente contenuto rispetto ad altri contesti urbani. Le principali criticità individuate possono pertanto essere ricondotte con buona affidabilità alle effettive limitazioni infrastrutturali del sistema, consentendo di indirizzare gli interventi progettuali verso il potenziamento dei tratti maggiormente penalizzanti e verso il miglioramento dell'efficienza del reticolo idraulico minore.

6.6.1 Stato di fatto

Il bacino Colli interessa la porzione sud-occidentale del territorio comunale e comprende ambiti fortemente eterogenei, nei quali si alternano aree residenziali consolidate, porzioni agricole residuali, infrastrutture viarie e ferroviarie e tratti di rete idraulica minore parzialmente tombinata. Il sistema di drenaggio è costituito da reti di fognatura prevalentemente mista, fossi e capofossi locali e collettori tombinati afferenti a diversi scoli consortili, tutti confluenti allo scolo Menona, quale recapito finale della rete di smaltimento del bacino.

Nella porzione nord est del bacino, nell'abitato di Paltana, dalla modellazione idraulica si osservano diffuse criticità distribuite lungo le condotte di fognatura mista, in buona rispondenza con le segnalazioni pervenute agli enti, a partire da eventi idrologici con tempo di ritorno di 2 anni. Le reti presentano dimensioni generalmente insufficienti a smaltire le portate generate da eventi brevi ed intensi e in particolare confluiscono nella dorsale principale lungo via Armistizio, costituita da un susseguirsi di collettori e scatolari di differenti sezioni (DN1000, scat. 1000x800 mm, scat. 800x800 mm) che, oltre a generare fenomeni di strozzatura, risultano inadeguati a far defluire verso valle gli apporti del quartiere con conseguente rigurgito a monte delle acque, funzionamento in pressione delle condotte e superamenti del piano campagna.
Nell'agglomerato urbano attorno a via Rovereto e via Merano risultano superamenti del piano campagna a partire da un tempo di ritorno di 2 anni legati all'insufficienza del collettore recettore DN400 lungo il lato est di via Armistizio, il quale funge oltretutto da strozzatura rispetto alle sezioni dei collettori di monte (scat. 500x400 mm).

Un'altra criticità idraulica riscontrata già a partire dal tempo di ritorno 2 anni risulta localizzata lungo la dorsale di via Decorati al Valore Civile, dall'incrocio con via Cadore fino al civico 115. La conformazione geometrica della rete mista in questa tratta è caratterizzata da diametri molto contenuti (DN160, DN200) con un collegamento DN125 verso il collettore DN250 diretto al sollevamento PAD072, all'incrocio con via Polesine, comportando conseguentemente insufficienze idrauliche e rigurgiti verso monte dei deflussi.
La rete dell'abitato di Voltabrusegana, nella porzione nord-ovest del bacino, presenta superamenti del piano campagna già in occasione di eventi caratterizzati da tempi di ritorno pari o superiori a 5 anni. In particolare, le dorsali di via Decorati al Valore Civile, immediatamente a monte della tangenziale, presentano in alcuni tratti sezioni idrauliche ridotte che costituiscono elementi di criticità per il deflusso delle portate. A tali condizioni si aggiunge la presenza di geometrie eterogenee lungo la rete, che determinano un susseguirsi di strozzature che ostacolano il regolare smaltimento delle acque.
Infine, in alcune aree meno urbanizzate del bacino in cui la presenza di fossi e capofossi è predominante rispetto alla rete tubata, permangono fenomeni localizzati di superamento dei cigli derivanti spesso dal parziale interramento o ostruzione dei collettori e dei tombinamenti in corrispondenza degli accessi carrai e dell'attraversamento della viabilità.
Per tale ambito non sono stati individuati, nel presente Piano, specifici interventi strutturali aggiuntivi, in quanto la zona è già interessata da attività programmate tra gli interventi di immediata attuazione quali pulizia e risezionamento dei fossati, sfalcio erboso, rimozione di ostruzioni.

6.6.2 Stato di progetto

Nel contesto urbano consolidato, caratterizzato da un'elevata densità edilizia e infrastrutturale, gli interventi di mitigazione delle criticità idrauliche risultano generalmente vincolati dalla limitata disponibilità di spazi. In tali situazioni, le soluzioni più efficaci e concretamente realizzabili consistono spesso nel potenziamento delle infrastrutture esistenti, mediante la sostituzione delle condotte con elementi di maggiore sezione o la realizzazione di nuovi collegamenti in grado di incrementare la capacità di deflusso della rete.
Il bacino dei Colli presenta tuttavia caratteristiche differenti rispetto al contesto urbano centrale di Padova. Trattandosi di un'area periferica, ancora ampiamente connotata da usi agricoli e dalla presenza di una diffusa rete di fossati e scoli rurali, è stato possibile valutare, oltre agli interventi tradizionali sulla rete fognaria, anche soluzioni basate sull'incremento della capacità di laminazione del territorio. In particolare, sono state sviluppate alcune proposte che prevedono la realizzazione di bacini di invaso e l'utilizzo di volumi di accumulo temporaneo, finalizzati a ridurre i picchi di portata transitanti in rete e le condizioni di rigurgito durante gli eventi meteorici più intensi.
Gli interventi analizzati sono i seguenti:

1. CO_01.a: Sostituzione DN125 e DN200 con DN600 su via Decorati al Valore Civile (civv. 131 – 115);
2. CO_01.b+c: Separazione reti con collegamento via Decorati al Valore Civile a DN800 esistente (01.b) e scarico in Fosso Voltabrusegana (01.c);
3. CO_02.a+b: Sostituzione di 350 m con scatolare 150x100 cm (02.a) e nuovo invaso di 1800 m³ in via Armistizio (02.b);
4. CO_02.c: Nuovo bacino di invaso di 800 m³ in via Rovigo;
5. CO_03.a+b: Rimozione strozzature in via Decorati al Valore Civile (quartiere Voltabrusegana) (03.a) e risezionamento fossati di guardia di Corso Australia (03.b);
6. CO_03.c: Nuovo bacino di laminazione di 1000 m³ in via Decorati al Valore Civile (quartiere Voltabrusegana);

7. CO_04: Collegamento del quartiere di via Rovereto a via Armistizio.

6.6.2.1 CO_01.a – Sostituzione DN125 e DN200 con DN600 su via Decorati al Valore Civile (civv. 131 – 115)

L'intervento è localizzato in via Decorati al Valore Civile tra i civv. 131 e 115 circa e prevede la sostituzione delle condotte di fognatura mista esistenti il cui diametro ridotto (DN125 e DN200) è causa di fenomeni di rigurgito lungo l'intera via a partire da Tr 2 anni. La nuova condotta avrà diametro DN600 per uno sviluppo di circa 170 m con la finalità di ridurre i livelli idrici in caso di piogge intense e garantire il corretto drenaggio delle aree edificate. È inoltre valutabile il reimpiego della condotta esistente per la realizzazione di una nuova rete fognaria nera separata, previa regolazione delle quote e, se necessario, relining, con collegamento diretto alla rete nera esistente in direzione est.

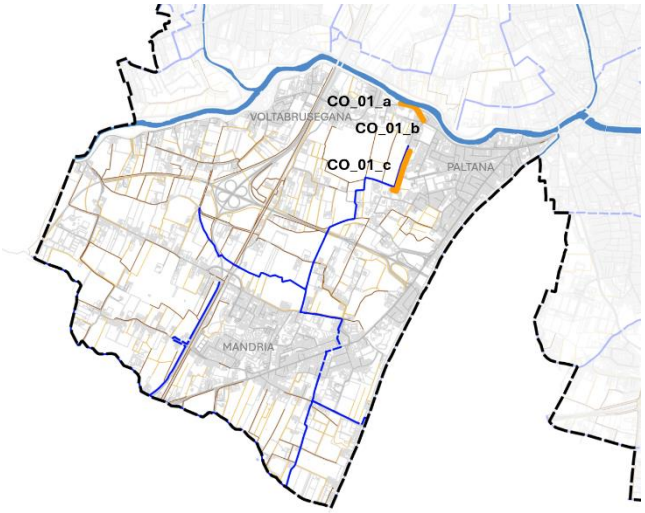


Figura 124- Keyplan intervento CO_01

Di seguito si riporta il profilo longitudinale della tratta oggetto di intervento dall'origine fino al sollevamento PAD072 in via Polesine per lo stato di fatto, evidenziando l'insufficienza idraulica e il funzionamento rigurgitato della rete a monte (livello graficato in rosso).

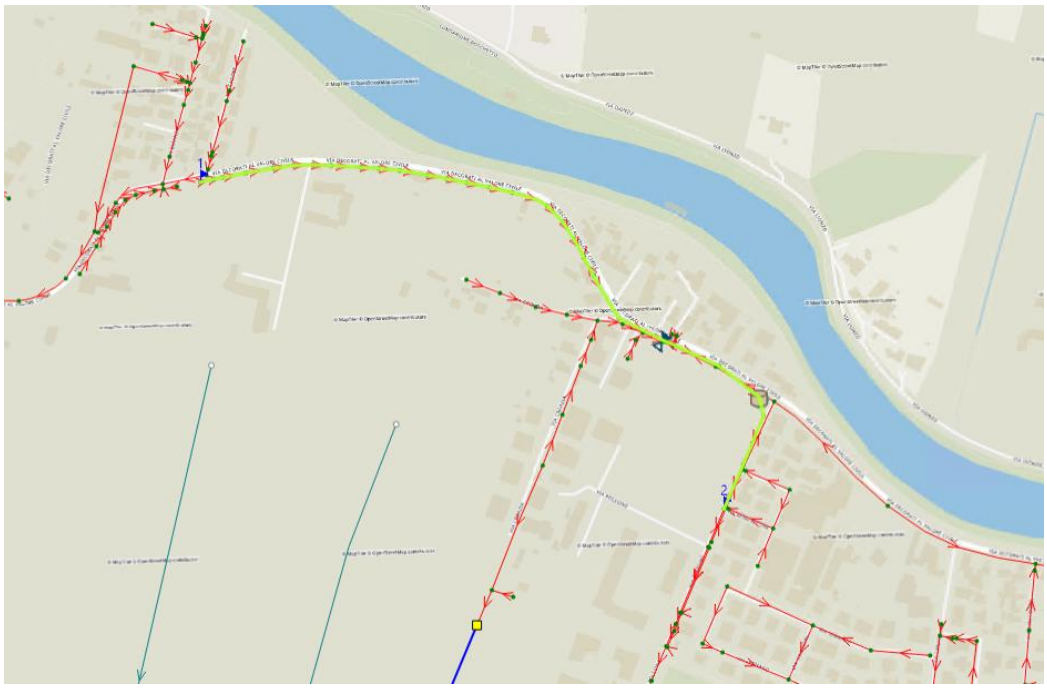


Figura 125- CO_01.a: tracciato del profilo longitudinale in verde

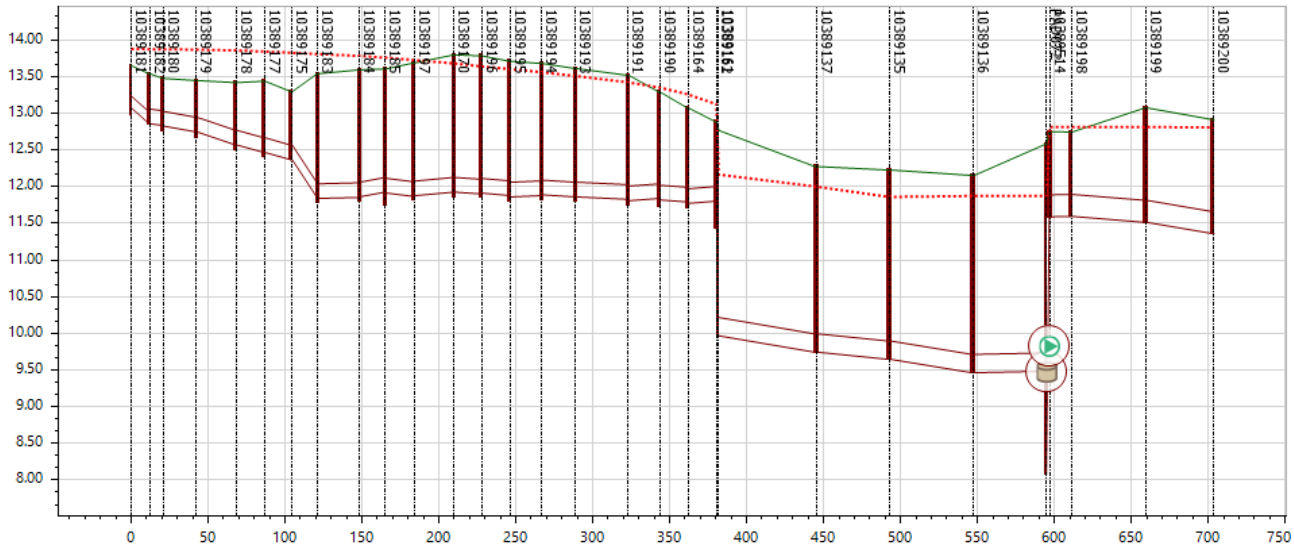


Figura 126- CO_01.a: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile, stato di fatto (Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF)

L'immagine seguente raffigura invece il profilo longitudinale della medesima tratta nella configurazione di progetto, con la previsione del DN600 e l'andamento del livello massimo raggiunto per lo stesso evento (in blu).

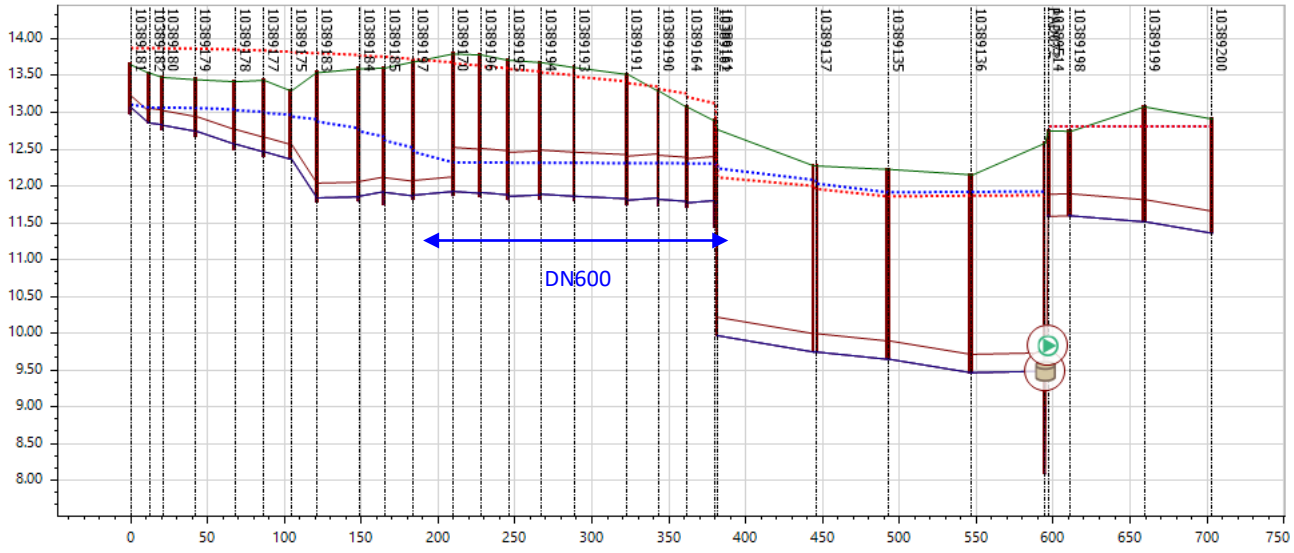


Figura 127- CO_01.a: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile, condotta in progetto (Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

Dal confronto dell'andamento dei livelli per le due configurazioni si evince come l'intervento proposto sia mitigativo in termini di abbassamento dei tiranti in rete nella tratta critica di monte, mantenendo inalterata la condizione idraulica a valle.

6.6.2.2 CO_01.b+c – Separazione reti con collegamento via Decorati al Valore Civile a DN800 esistente (01.b) e scarico in Fosso Voltabrusegana (01.c)

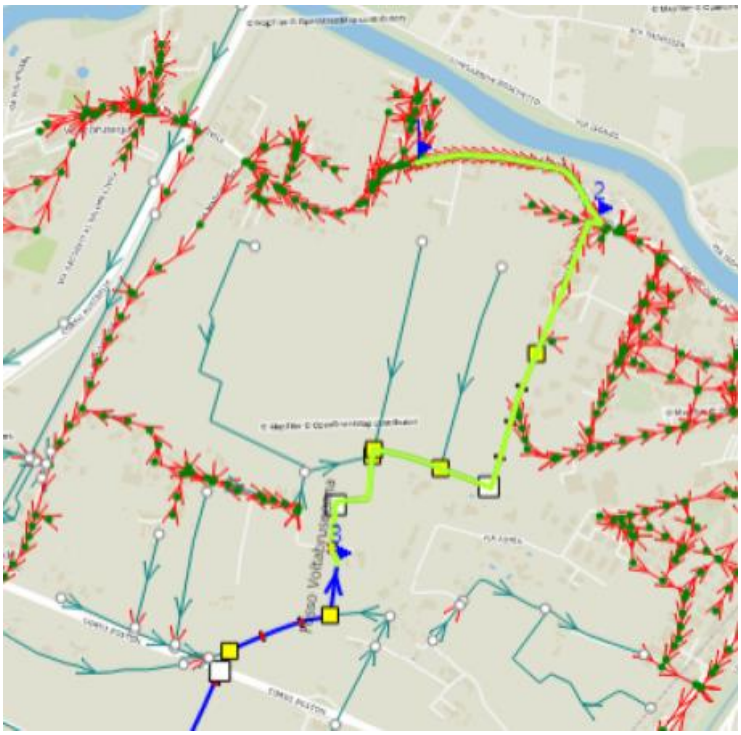
Ad integrazione dell'intervento di mitigazione di via Decorati al Valore Civile, si prevede il completamento della separazione delle reti della via con collegamento della tratta oggetto di sostituzione (intervento 01.a) al DN800 esistente mediante la posa di una nuova condotta DN600 per uno sviluppo di 70 m e la riprofilatura delle livellette esistenti, la

disattivazione dello sfioro esistente a monte del sollevamento PAD072 e lo scarico in Fosso Voltabrusegana, previo risezionamento dello scolo ed escavo del fondo per circa 350 m a partire da via Croazia.



Figura 128- Localizzazione interventi CO_01.b in via Decorati al Valore Civile

Di seguito si riporta il profilo longitudinale della configurazione di progetto che prevede la realizzazione dei tre interventi proposti (a+b+c), evidenziando non solo il beneficio derivante dall'abbassamento dei livelli a monte, ma anche in via Croazia e nel tratto di monte dello scolo Voltabrusegana, conseguente al risezionamento del fondo e alla rimozione delle ostruzioni esistenti, mantenendo pressoché invariate le condizioni idrauliche della tratta di valle.



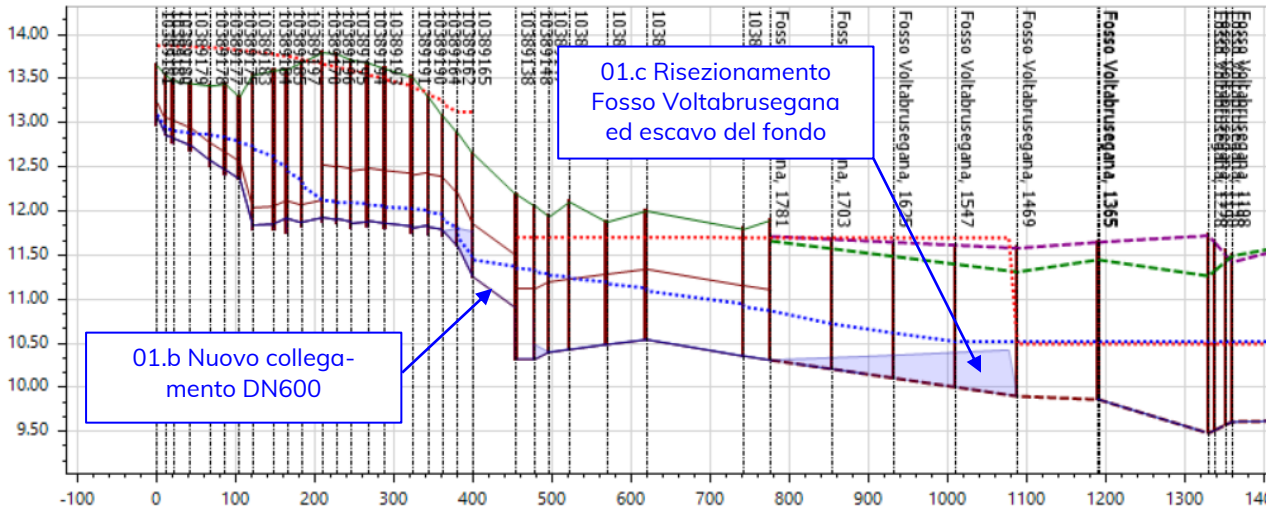


Figura 129- CO_01: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile e via Croazia, interventi di progetto (a+b+c)
(Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.6.2.3 CO_02.a+b: Sostituzione di 350 m con scatolare 150x100 cm (02.a) e nuovo invaso di 1800 m³ in via Armistizio (02.b)

La soluzione proposta per la mitigazione della criticità della Paltana per Tr 2 anni si riassume nell'effetto congiunto di due principali interventi strutturali. Il primo (02.a) prevede l'eliminazione di strozzature presenti lungo la dorsale principale di scarico dell'intero quartiere mediante la sostituzione delle condotte esistenti con un nuovo scatolare di dimensioni 150x100 cm su via Armistizio a partire dall'incrocio con viale S. Giovanni Bosco per uno sviluppo di 350 m verso sud. La soluzione progettuale consente il ripristino della continuità geometrico–idraulica della dorsale, eliminando la discontinuità indotta dal tratto circolare sottodimensionato e garantendo il corretto deflusso verso valle delle portate, con conseguente riduzione delle perdite di carico e dei livelli idraulici a monte.

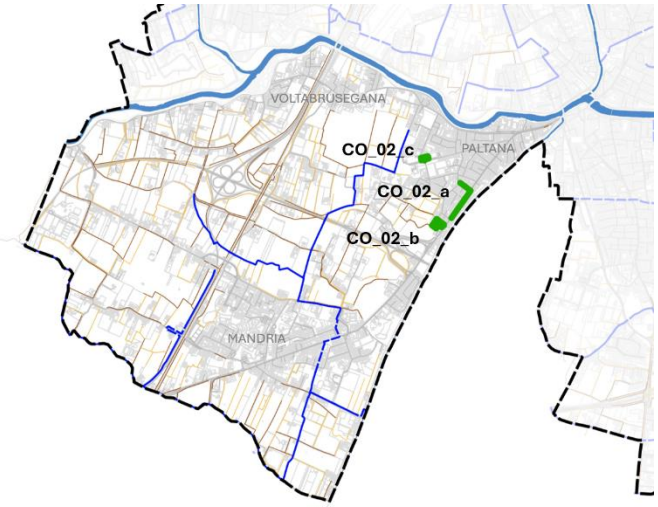
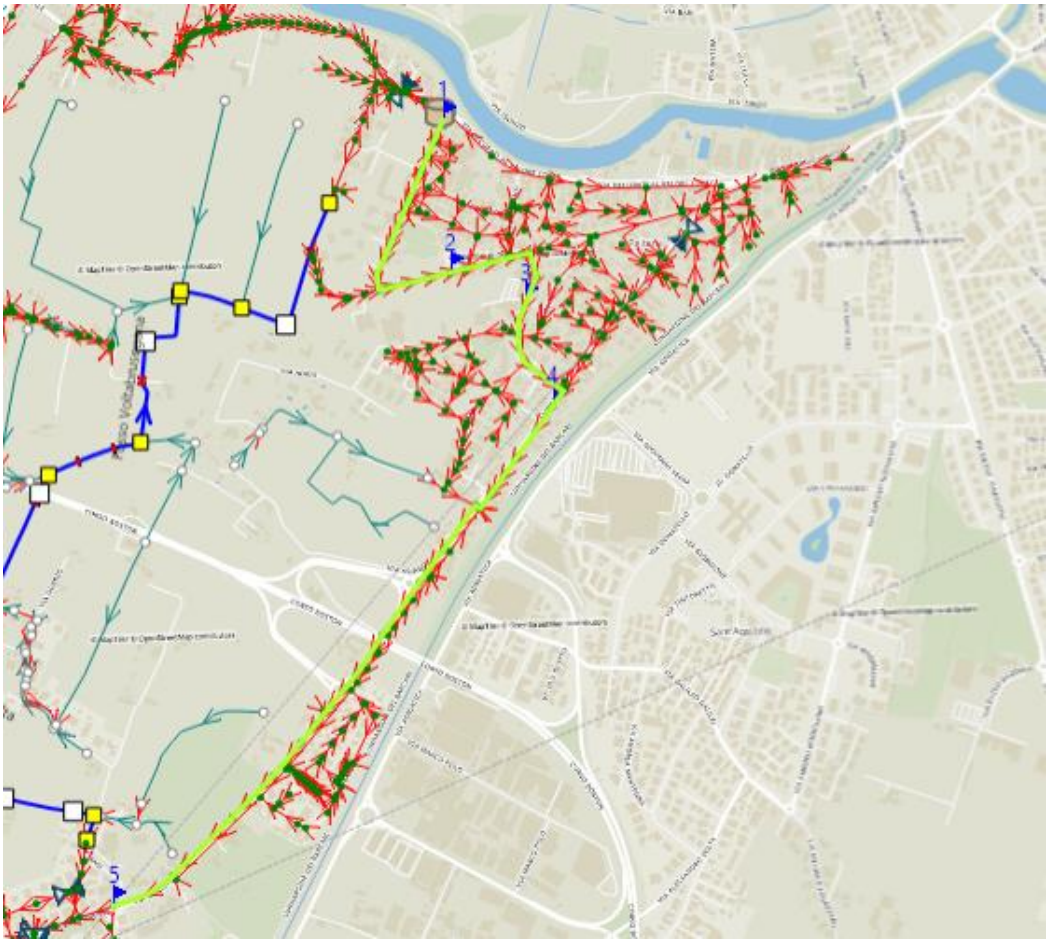


Figura 130- Keyplan intervento CO_02

Il secondo intervento (02.b) prevede la realizzazione di un nuovo bacino di invaso di volume pari a 1800 m³, alimentato mediante sfioro dalla rete esistente, localizzato nei pressi dell'incrocio con via Asiago per la laminazione delle piene e la riduzione dei volumi di piena a carico della rete esistente.

Di seguito si riporta il profilo longitudinale tracciato lungo la dorsale in verde nell'immagine seguente, che rappresenta dapprima la configurazione dello stato attuale delle condotte, in termini di altimetria e conformazione geometrica, e in seguito la configurazione di progetto con gli interventi strutturali proposti ed il loro effetto in termini di abbassamento dei tiranti in rete e sgravio delle dorsali di monte.



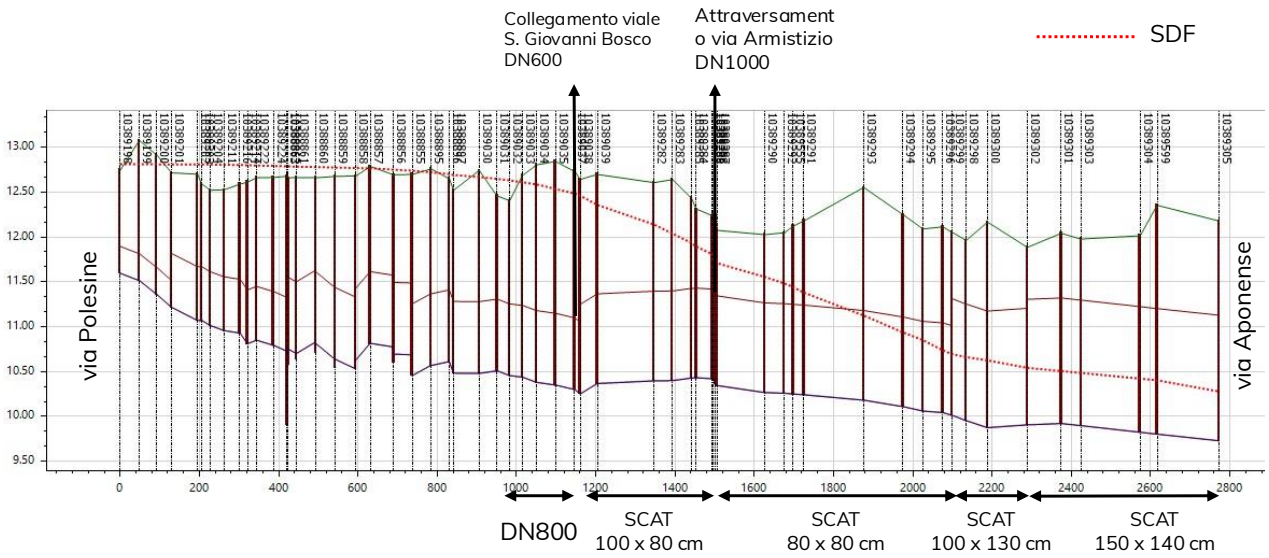
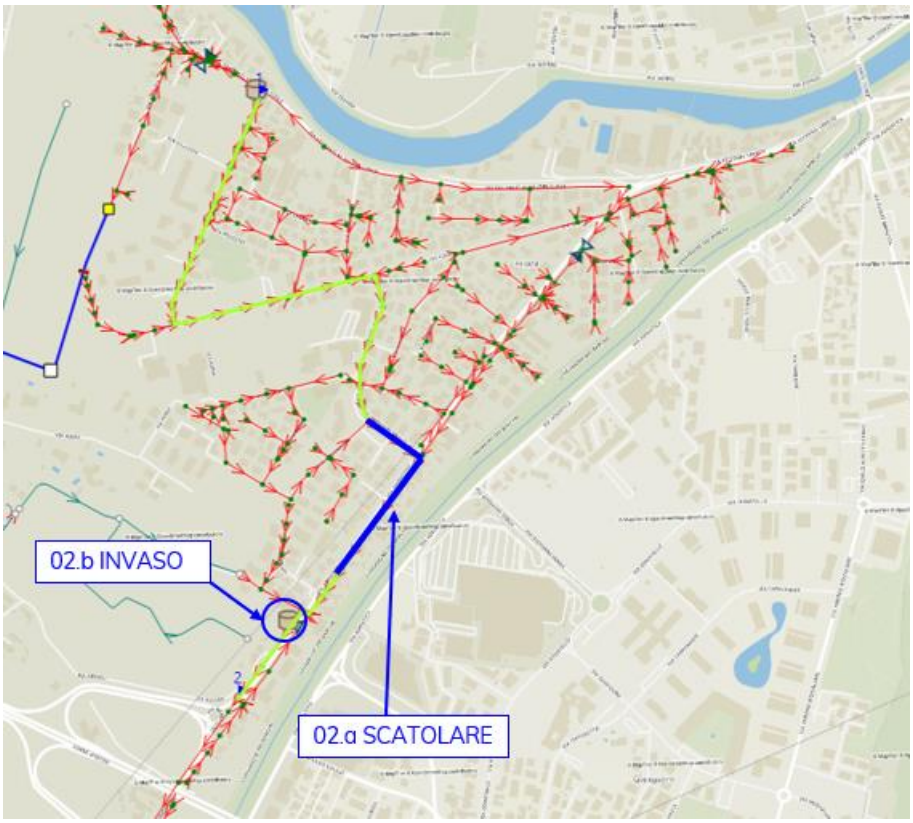


Figura 131- CO_02.a+b: profilo longitudinale via Armistizio, stato di fatto (Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF)

L'interpretazione del profilo idraulico evidenzia una pronunciata situazione di rigurgito nel tratto compreso tra via Polesine e la porzione iniziale di via Armistizio. In tale settore il franco idraulico risulta pressoché esaurito e le condotte operano per gran parte dell'evento in condizioni di carico. La limitata capacità idraulica della rete è ulteriormente confermata dal comportamento del tratto di via Armistizio posto a monte degli scatolari di maggiore dimensione, nel quale

si osserva un rilevante incremento della linea piezometrica associato a consistenti perdite di carico, sintomo di una situazione di insufficienza idraulica del sistema.

Di seguito si riporta il tracciato e il relativo profilo longitudinale considerato per la configurazione di progetto, in cui sono stati ubicati gli interventi previsti.



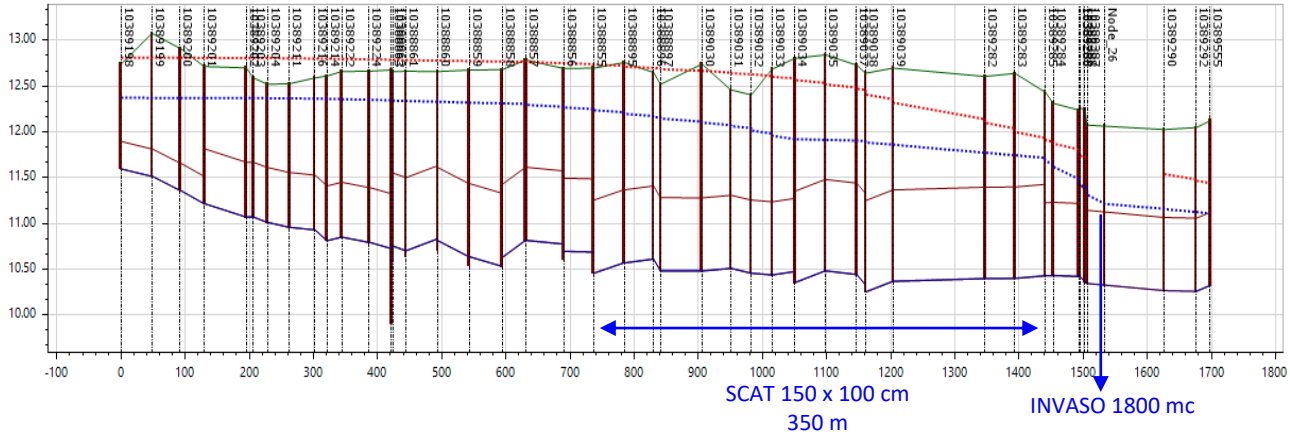


Figura 132- CO_02.a+b: profilo longitudinale via Armistizio, interventi di progetto (a+b)
(Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

Dal confronto tra lo stato di fatto (linea rossa) e lo stato di progetto (linea blu) emerge un netto miglioramento delle condizioni idrauliche dell'intero collettore, con una riduzione significativa dei livelli massimi raggiunti durante l'evento di verifica. Il profilo di progetto evidenzia un abbassamento pressoché continuo della linea dei massimi livelli idrici rispetto

allo stato attuale, indice di una riduzione delle perdite di carico e di un incremento della capacità di smaltimento del sistema, con un aumento sensibile del franco idraulico.

Nel tratto più critico, compreso tra via Polesine e la parte iniziale di via Armistizio, il livello massimo si riduce mediamente di alcune decine di centimetri, allontanandosi dalle quote dei chiusini e diminuendo il rischio di funzionamento in pressione delle condotte. La rete continua localmente a lavorare in condizioni di carico durante gli eventi più gravosi, ma con valori di sovraccarico notevolmente inferiori rispetto alla configurazione esistente.

L'efficacia dell'intervento risulta ancora più evidente in corrispondenza della progressiva circa 1500 m, dove si osserva una marcata riduzione della linea piezometrica associata all'ingresso nel sistema di maggiore capacità idraulica. Da questo punto verso valle il livello di progetto si mantiene stabilmente inferiore a quello dello stato di fatto, garantendo un franco maggiore rispetto al piano campagna e riducendo sensibilmente le condizioni di rigurgito.

6.6.2.4 CO_02.c: Nuovo bacino di invaso di 800 m³ in via Rovigo

Al fine di mitigare la criticità del quartiere Paltana anche per eventi con Tr 5 anni, in aggiunta agli interventi strutturali già previsti (02.a+b) si propone la realizzazione di un bacino di invaso di volume pari a 800 m³ localizzato in via Rovigo poco a valle dell'incrocio con via Polesine (02.c), alimentato mediante sfioro dalla rete esistente che risulta ad oggi di sezione insufficiente a far defluire tutta la portata verso valle.

Di seguito si riportano i profili longitudinali ante e post intervento.



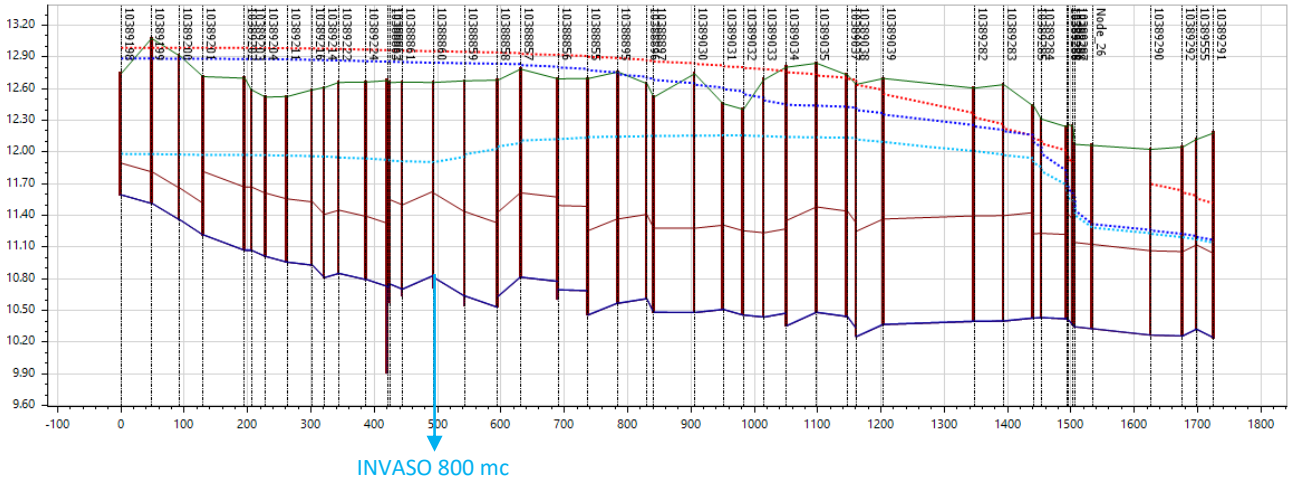


Figura 133- CO_02.a+b+c: profilo longitudinale via Armistizio, interventi di progetto (a+b+c)
(Tr 5 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP a+b, in azzurro SDP a+b+c)

Dal confronto tra le tre configurazioni analizzate emerge chiaramente il contributo progressivo degli interventi alla riduzione dei livelli idrici e delle condizioni di rigurgito lungo l'asta principale.

Per l'evento simulato con Tr 5 anni l'introduzione dei primi due interventi (linea blu) determina un sensibile miglioramento del comportamento della rete; infatti, rispetto allo stato di fatto si osserva un abbassamento generalizzato della linea piezometrica, particolarmente evidente nel tratto compreso tra le progressive 1000 e 1500 m. La riduzione dei livelli consente di aumentare il franco disponibile e di limitare le condizioni di pressione all'interno delle condotte, pur mantenendo nel tratto più a monte valori ancora relativamente elevati e prossimi alle quote dei chiusini.

L'aggiunta del terzo intervento 02.c (linea azzurra) produce un ulteriore e significativo beneficio soprattutto nel settore di monte, dove si concentravano le maggiori criticità idrauliche. In questo caso il livello massimo si riduce notevolmente rispetto allo scenario con i soli due interventi 02.a e 02.b, portandosi su valori sostanzialmente uniformi compresi intorno a quota 12,0-12,1 m lungo gran parte del primo chilometro di rete. Il nuovo assetto consente quindi di eliminare gran parte del rigurgito che permaneva nello scenario intermedio e di ripristinare un franco idraulico sensibilmente maggiore.

Dal punto di vista funzionale, il terzo intervento produce un effetto evidente di decompressione del tratto di monte, riducendo il carico idraulico trasmesso a valle e distribuendo più efficacemente le portate lungo il sistema. A valle della progressiva circa 1500 m, invece, le differenze tra lo scenario a due interventi e quello a tre interventi risultano più contenute, segno che in tale settore la capacità della rete era già stata sostanzialmente ripristinata dagli interventi precedenti.

6.6.2.5 CO_03: Rimozione strozzature in via Decorati al Valore Civile (quartiere Voltabrusegana) (03.a) e risezionamento fossati di guardia di Corso Australia (03.b)

Gli interventi di progetto descritti al presente paragrafo sono stati proposti al fine di mitigare le insufficienze della rete esistente di via Decorati al Valore Civile a monte della tangenziale nel quartiere di Voltabrusegana, evidenziate da eventi con Tr 5 anni.

Come citato nella restituzione dello stato di fatto, la rete urbana in questa zona presenta sezioni idrauliche ridotte e geometrie eterogenee, che determinano un susseguirsi di strozzature che, oltre a risultare di capacità idraulica insufficiente, ostacolano il regolare smaltimento delle acque.

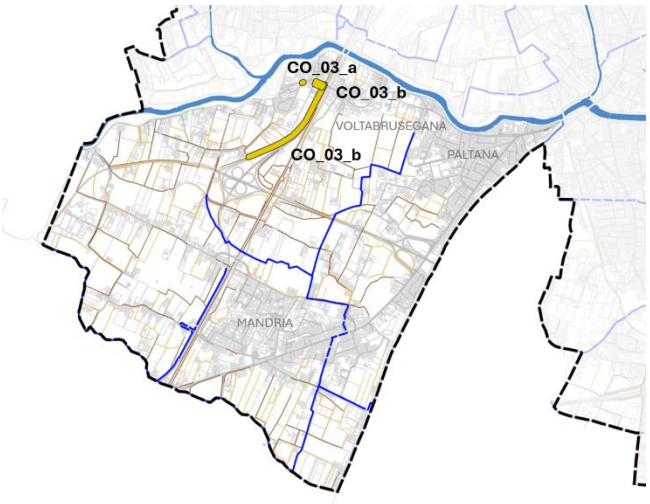
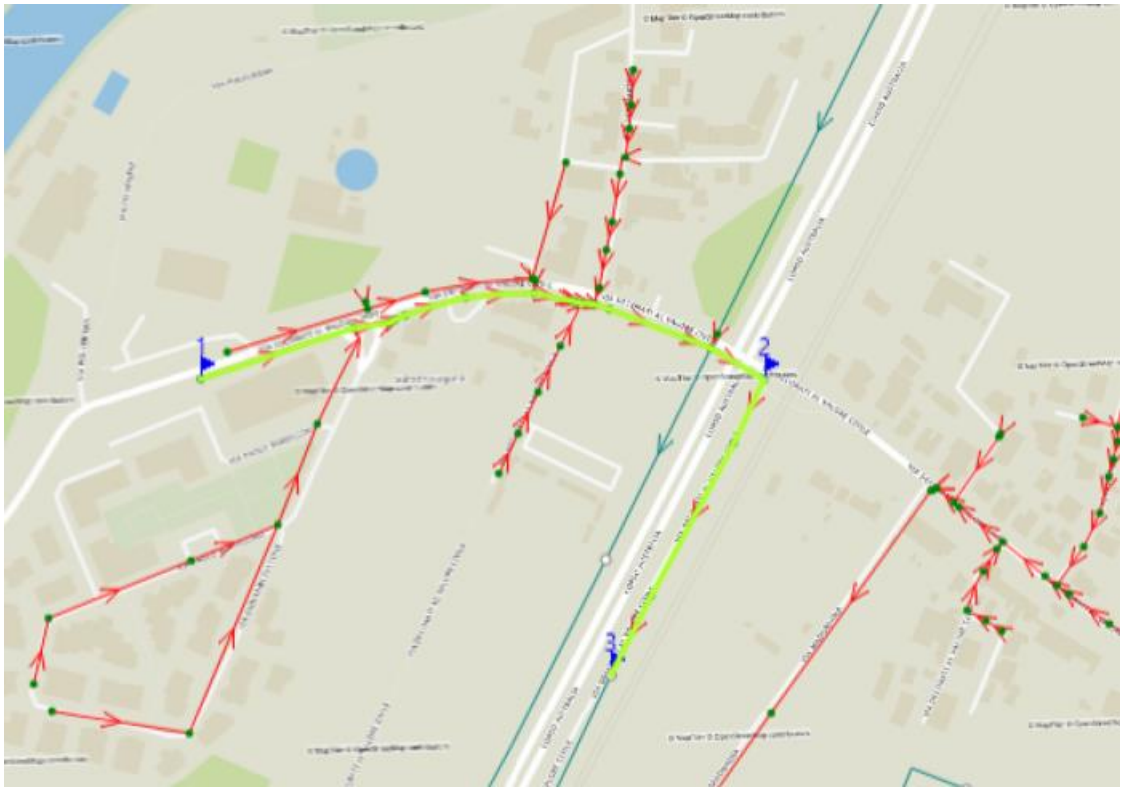


Figura 134- Keyplan intervento CO_03

Un primo intervento strutturale (03.a) propone la rimozione delle strozzature rappresentate dalle condotte di diametro DN300 e DN400 all'incrocio con via Giovanni Falcone con un nuovo scatolare di sezione 50x50 cm, con adeguamento delle livellette.

Ad integrazione di tale soluzione, si prevede un secondo intervento (03.b) di risezionamento dei fossati di guardia della tangenziale Corso Australia, da collegare alla rete urbana e sfruttare come invaso lineare temporaneo al passaggio delle portate di piena.

Di seguito si riportano i profili longitudinali della rete allo stato di fatto e nella configurazione di progetto, con indicato l'andamento dei livelli idrometrici simulati per un evento con tempo di ritorno di 5 anni.



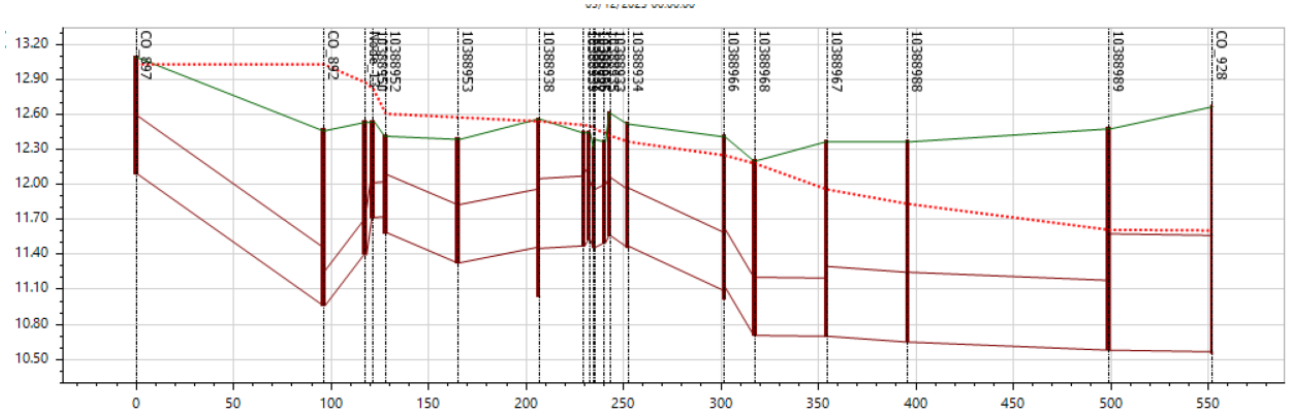


Figura 135- CO_03.a+b: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana), stato di fatto (Tr 5 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF)

L'analisi della geometria del collettore e dell'andamento dei livelli massimi evidenzia un comportamento idraulico fortemente influenzato dalle variazioni altimetriche e dalle discontinuità della rete.

Osservando nel dettaglio l'andamento del livello massimo, questo appare pressoché costante nella tratta di monte, tipico di una condizione di rigurgito, nella quale la capacità di deflusso a valle limita il drenaggio delle portate provenienti da monte. La linea piezometrica tende quindi a mantenersi elevata e quasi orizzontale.

Tra le progressive 100 e 310 m il livello massimo decresce gradualmente evidenziando una perdita di carico distribuita lungo il collettore, riconducibile all'elevata portata transitante e alle resistenze idrauliche presenti nella rete. In questa tratta il franco idraulico rispetto al piano campagna risulta molto ridotto, con punti in cui si azzera completamente.

La tratta di valle registra un ulteriore abbassamento della linea dei massimi livelli, indicando che il sistema acquisisce capacità di smaltimento e che il carico idraulico tende progressivamente a dissiparsi. In questo tratto il franco disponibile aumenta sensibilmente, con condizioni decisamente più favorevoli rispetto al settore di monte.

Di seguito si riporta il confronto con l'andamento dei livelli nella configurazione di progetto.

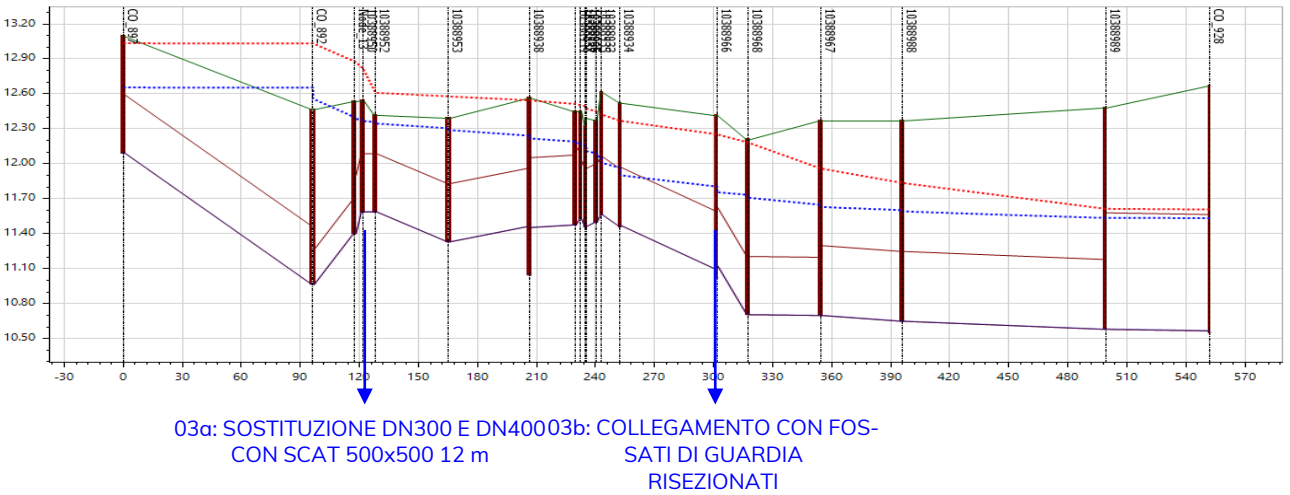
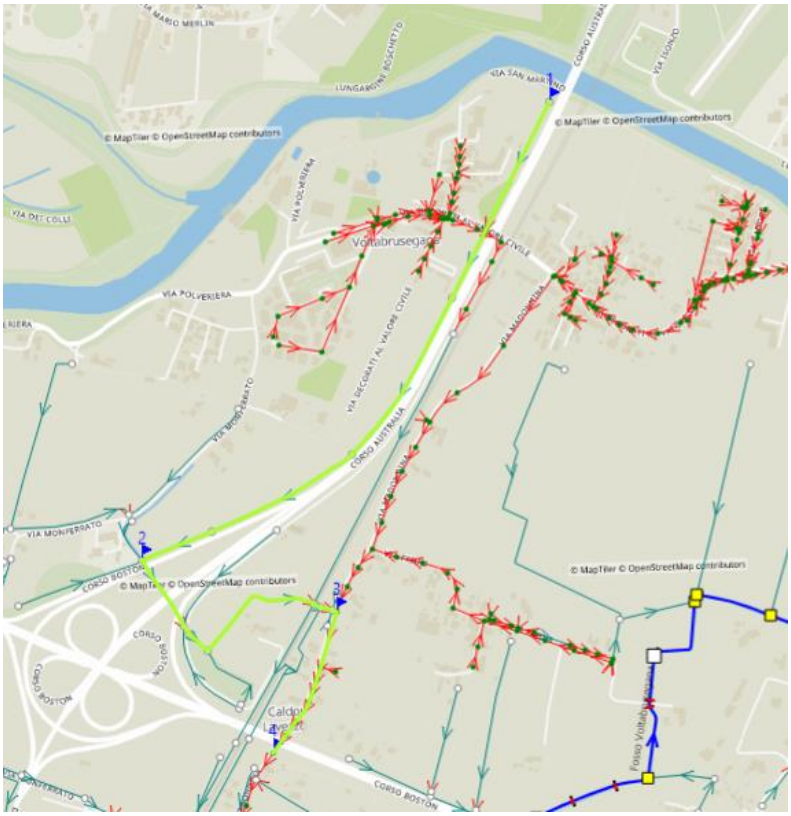


Figura 136- CO_03.a+b: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana), interventi di progetto (a+b) (Tr 5 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP a+b)

Con l'intervento di sostituzione delle condotte di diametro ridotto, il livello massimo a monte si abbassa di circa 30-40 cm, l'aumento della sezione idraulica riduce le velocità e le perdite di carico distribuite, consentendo al collettore di smaltire una quota maggiore di portata senza generare significativi innalzamenti piezometrici. Ne consegue un aumento del franco disponibile rispetto al piano campagna e una riduzione delle condizioni di funzionamento in pressione. L'effetto del collegamento ai fossi di guardia risezionati (con sezione triangolare di base 4,5 m e altezza 1 m) risulta visibile soprattutto a partire dalla progressiva circa 240-250 m e prosegue lungo tutto il tratto di valle. Il sistema beneficia del volume di laminazione lineare aggiuntivo: durante il picco di portata parte dei deflussi viene temporaneamente accumulata nei fossi di guardia, riducendo il carico idraulico trasmesso alla rete principale. L'invaso lineare determina pertanto l'attenuazione del picco di portata, riduzione dei livelli massimi e la diminuzione delle condizioni di rigurgito.
Per una valutazione completa degli effetti apportati dalle modifiche strutturali al sistema idraulico del quartiere, si riporta di seguito anche il profilo longitudinale dei fossi di guardia risezionati in cui si evidenzia che l'incremento di portata proveniente da via Decorati al Valore Civile non si traduce in un aggravio delle condizioni di valle. Il massimo livello raggiunto in via Madonnina si mantiene pressoché invariato, con ampio franco idraulico rispetto al piano campagna.



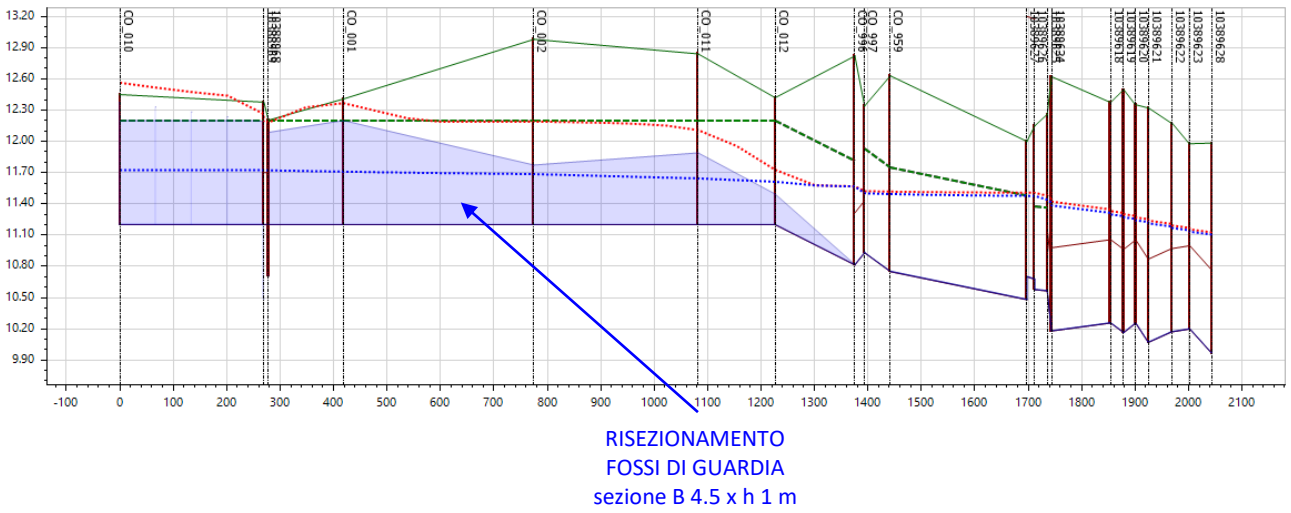


Figura 137- CO_03.a+b: profilo longitudinale fosso di guardia di corso Australia, interventi di progetto (a+b)
(Tr 5 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP a+b)

6.6.2.6 CO_03.c: Nuovo bacino di laminazione di 1000 m³ in via Decorati al Valore Civile (quartiere Voltabrusegana)

Al fine di apportare ulteriore beneficio al quartiere di Voltabrusegana, in particolare nella tratta di monte indagata, in aggiunta agli interventi già previsti (03.a+b) si propone la realizzazione di un bacino di invaso di 1000 m³ (03.c) localizzato in via Decorati al Valore Civile a valle dell'incrocio con via San Martino. Gli effetti del nuovo invaso migliorerebbero il deflusso locale delle vie di monte del bacino, fungendo da compensazione alle carenze strutturali e altimetriche della rete esistente. Nel profilo longitudinale riportato di seguito si delinea un abbassamento del livello massimo di circa 60 cm rispetto alla condizione attuale (in azzurro lo scenario di progetto 03.a+b+c) che si traduce in un ulteriore aumento del franco idraulico e una riduzione delle condizioni di funzionamento in pressione della rete.

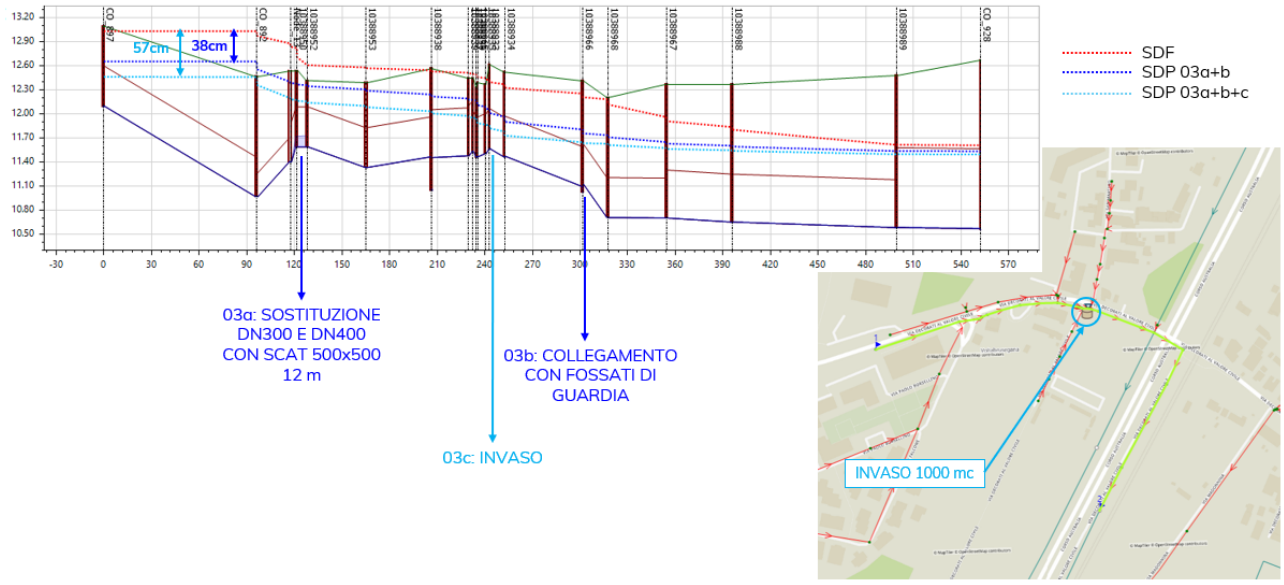


Figura 138- CO_03.a+b+c: profilo longitudinale via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana), interventi di progetto (a+b+c)
(Tr 5 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP a+b, in azzurro livello SDP a+b+c)

Infine, di seguito si riepiloga l'ubicazione degli interventi previsti nel quartiere di Voltabrusegana.

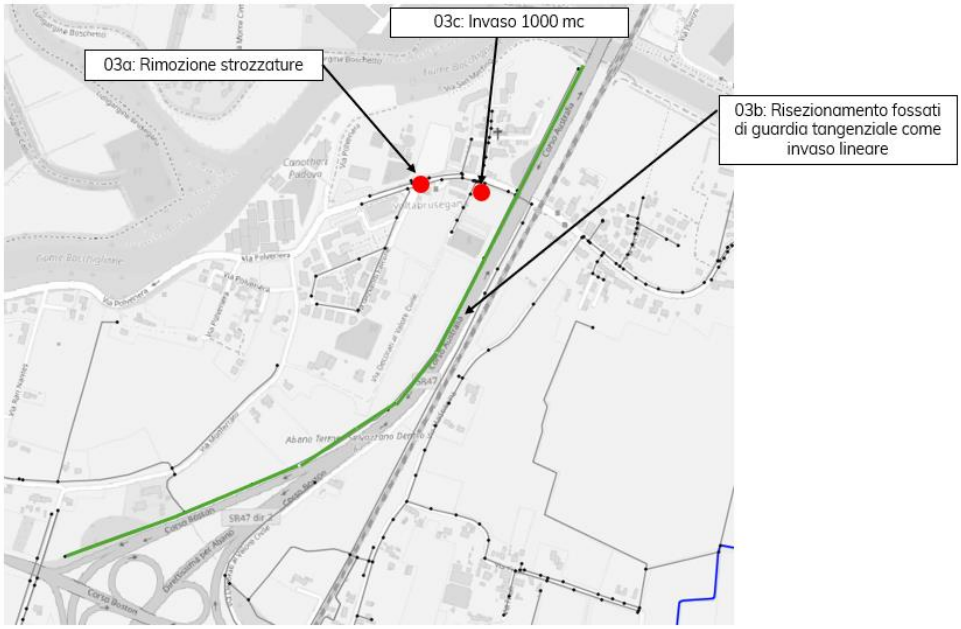


Figura 139- Localizzazione interventi CO_03.a+b+c in via Decorati al Valore Civile (Voltabrusegana)

6.6.2.7 CO_04: Collegamento del quartiere di via Rovereto a via Armistizio

In riferimento alla criticità di via Rovereto riscontrata dagli esiti della modellazione, dettata dall'insufficiente capacità idraulica del collettore di diametro DN400 che riceve le acque dell'abitato e che si identifica come strozzatura al libero deflusso verso valle, la soluzione proposta è quella di realizzare un nuovo collegamento tra la linea di via Armistizio lato est (abitato di via Rovereto) e la dorsale principale di via Armistizio lato ovest, mantenendo il collegamento esistente più a sud a servizio della sola porzione sud dell'abitato.
Di seguito si riporta l'ubicazione del nuovo collegamento e i relativi profili longitudinali di stato di fatto e di progetto a confronto.

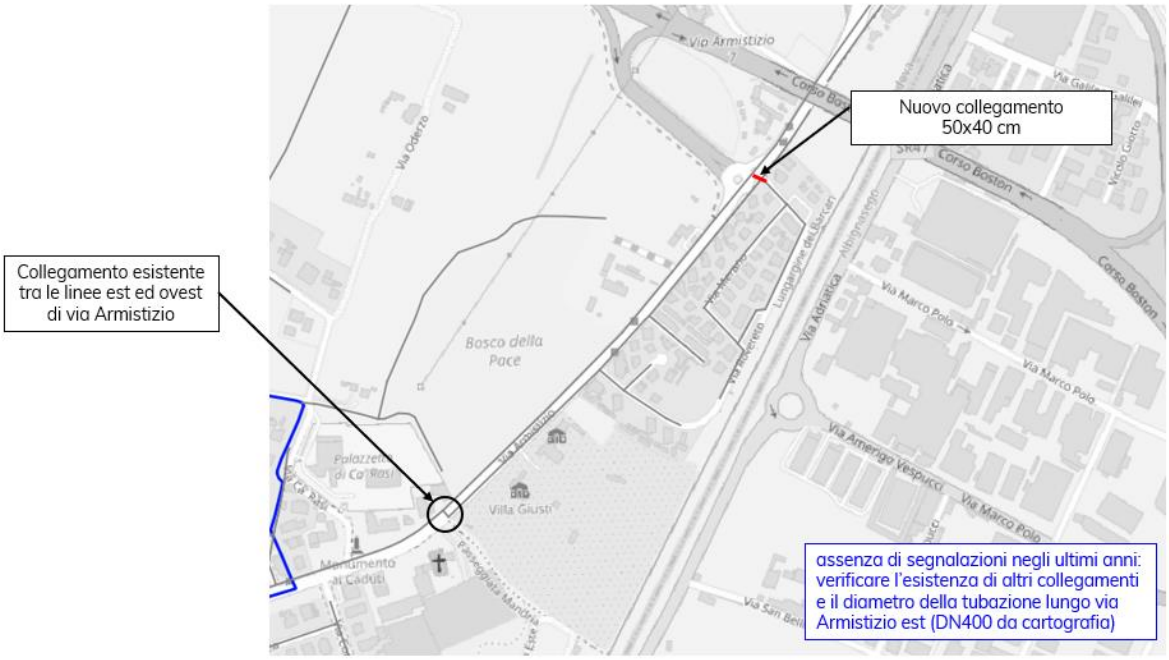


Figura 140- Localizzazione intervento CO_04 in via Armistizio – via Rovereto

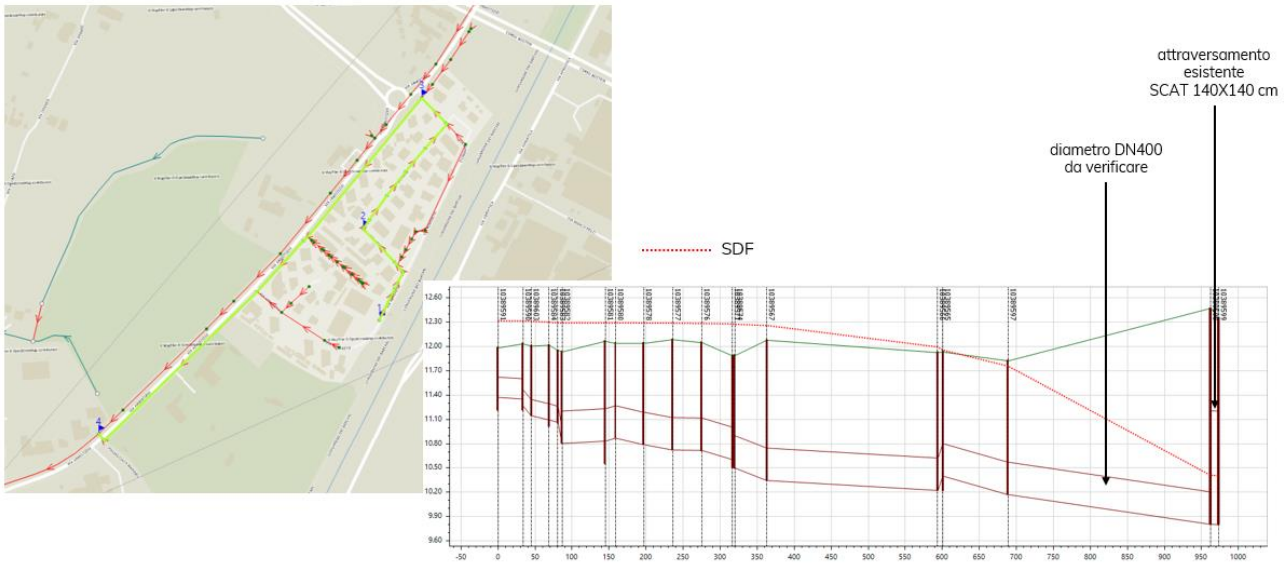


Figura 141- CO_04: profilo longitudinale via Rovereto e via Armistizio, stato di fatto
(Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF)

Tra la progressiva 0 e circa 250-300 m il livello massimo si mantiene quasi costante attorno a quota 12,0 m, con un andamento suborizzontale. Questo comportamento è tipico di una situazione controllata dalle condizioni di valle, nella quale il deflusso risulta ostacolato e il carico idraulico si propaga verso monte sotto forma di rigurgito.

Tra circa 300 e 700 m il livello massimo decresce molto lentamente, mantenendosi comunque elevato lungo tutta l'asta. Nella tratta di valle invece il livello massimo presenta una forte diminuzione, che evidenzia un sistema fortemente influenzato dalle condizioni del recapito. Il restringimento rispetto allo scatolare 140×140 cm potrebbe infatti

rappresentare un elemento critico della rete, soprattutto durante gli eventi meteorici più intensi. La verifica idraulica di questo tratto appare quindi fondamentale per escludere fenomeni di insufficienza locale.

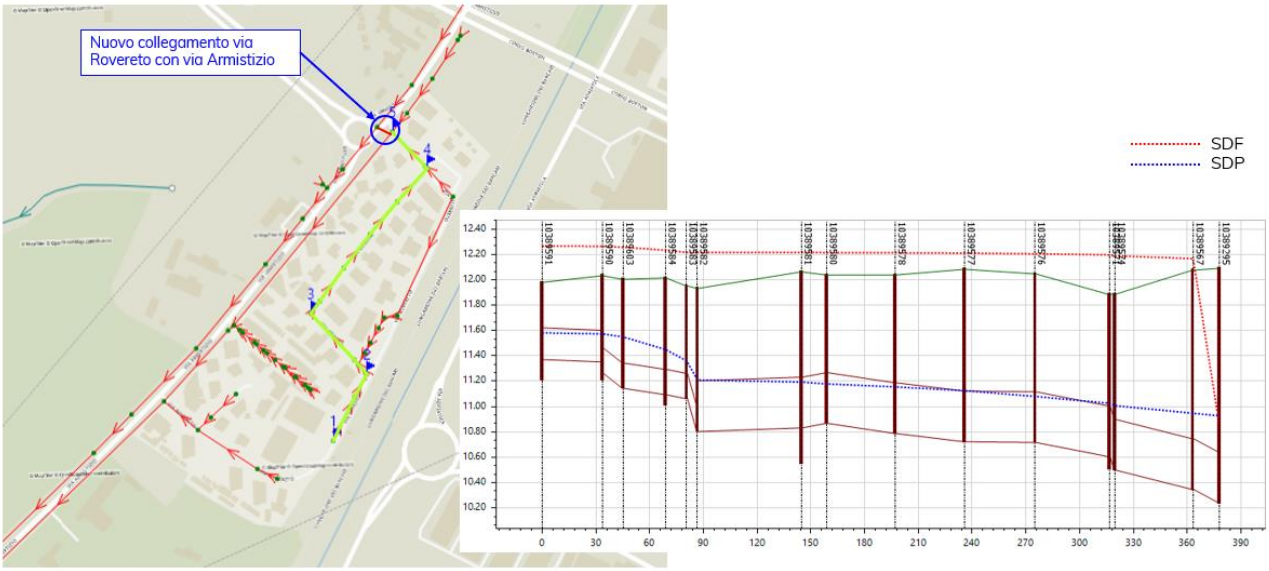


Figura 142- CO_04: profilo longitudinale via Rovereto, intervento di progetto
(Tr 2 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

Dal confronto tra lo stato di fatto (in rosso) e lo stato di progetto (in blu) emerge che l'intervento di collegamento tra via Rovereto e via Armistizio risulta particolarmente efficace perché consente di sfruttare la capacità residua della dorsale principale di via Armistizio lato ovest, riducendo i volumi che gravano sul collettore esistente DN400. Il profilo evidenzia una diminuzione diffusa dei livelli massimi, dell'ordine di mezzo metro o più lungo gran parte dell'asta, con conseguente riduzione del rigurgito, aumento del franco disponibile e miglioramento complessivo della sicurezza idraulica della rete.

Considerata l'assenza di segnalazioni documentate da parte dei residenti e degli enti in merito a ricorrenti fenomeni di allagamento nell'area in esame, si ritiene opportuno approfondire ulteriormente il quadro conoscitivo prima di procedere alle successive fasi di progettazione e realizzazione dell'intervento. In particolare, risulta necessario verificare l'eventuale presenza di un secondo collegamento tra la rete fognaria a servizio del quartiere di via Rovereto e la dorsale principale di via Armistizio, nonché accertare le effettive caratteristiche geometriche e dimensionali del collettore ubicato in via Armistizio Est.

6.7 Bacino Maestro

Per la determinazione della durata di pioggia maggiormente critica per la rete del bacino Maestro è necessario svolgere alcune considerazioni preliminari sulla struttura e sul funzionamento idraulico del sistema.
Il bacino Maestro è situato nella porzione meridionale del territorio comunale e comprende aree con caratteristiche molto differenti sotto il profilo idrologico e idraulico. I settori maggiormente urbanizzati, localizzati prevalentemente a nord della tangenziale, sono serviti da reti di fognatura mista caratterizzate da tempi di risposta piuttosto rapidi agli eventi meteorici, con limitate capacità di invaso e recapito verso il reticolo di bonifica mediante manufatti di sfioro. Nella porzione meridionale, invece, prevalgono aree agricole e insediamenti più dispersi, drenati da una fitta rete di fossati,

scoline, capifossi e canali consortili, il cui comportamento è riconducibile a quello tipico dei bacini di bonifica a bassa pendenza. Tutte le portate generate all'interno del comprensorio convergono infine verso lo scolo Maestro, che costituisce il recapito finale del sistema.

In un contesto così eterogeneo non risulta possibile individuare a priori un'unica durata di precipitazione rappresentativa della condizione più gravosa per l'intero bacino. La risposta del sistema dipende infatti dalla diversa dinamica di trasferimento e di accumulo dei volumi idrici nelle sue componenti urbane e rurali.

Le reti urbane tendono generalmente a manifestare le condizioni più critiche in corrispondenza di eventi di breve durata e elevata intensità. In tali circostanze le portate affluenti aumentano rapidamente, superando la capacità di smaltimento delle condotte e determinando sovraccarichi localizzati, rigurgiti ed eventuali allagamenti superficiali. Al contrario, il reticolo di bonifica e i canali a cielo aperto risultano maggiormente sollecitati da precipitazioni di durata medio-lunga, che pur presentando intensità inferiori generano volumi complessivi più elevati. In questi casi l'effetto cumulato degli afflussi provenienti dall'intero bacino provoca il progressivo innalzamento dei livelli idrici nei canali principali, fino a determinare condizioni di insufficienza idraulica nei tratti più critici.

Ne consegue che la durata di pioggia critica non è un parametro univoco, ma varia in funzione dell'elemento della rete considerato. Le criticità delle aree urbanizzate sono principalmente associate a eventi brevi, mentre quelle del sistema di bonifica e dello scolo Maestro tendono a manifestarsi per eventi di durata maggiore, quando il contributo idrologico dell'intero bacino raggiunge il massimo sviluppo.

Per tale ragione l'individuazione della condizione di progetto è stata effettuata mediante l'analisi di un ampio spettro di durate di precipitazione, al fine di individuare, per ciascuna porzione di bacino, l'evento effettivamente più gravoso in termini di massimi livelli idrici, volumi invasati e superamenti del piano campagna.

In sintesi, per il territorio urbanizzato del bacino è risultata critica la durata di pioggia pari a 30 minuti, mentre per il territorio più rurale è stata considerata la durata critica pari a 3 ore di pioggia, considerando in entrambi i casi ietogrammi di tipo rettangolare.

6.7.1 Stato di fatto

Analizzando dapprima la porzione urbana del bacino, le simulazioni idrauliche condotte per eventi di pioggia della durata di 30 minuti evidenziano, già per tempi di ritorno pari a 2 anni, diffuse condizioni di criticità a nord-est nell'abitato di Voltabarozzo ubicato a est di via Piovese. Il modello restituisce infatti superamenti del piano campagna lungo gran parte della viabilità locale, configurando uno scenario di allagamento esteso.

Tale risultato risulta tuttavia solo parzialmente coerente con il quadro conoscitivo disponibile. Le segnalazioni di allagamento raccolte presso i cittadini e gli enti gestori individuano infatti le principali criticità in corrispondenza di via Giardinetto, con fenomeni più localizzati lungo via Zacco e nelle aree limitrofe, senza evidenziare situazioni di diffuso allagamento dell'intero quartiere.

La discrepanza tra gli esiti modellistici e le evidenze osservate sul territorio suggerisce che la rappresentazione della rete drenante in tale settore possa essere affetta da incompletezze o imprecisioni, sia con riferimento alla ricostruzione dei collegamenti idraulici effettivamente esistenti, sia riguardo alle caratteristiche geometriche e funzionali delle condotte e dei manufatti presenti. Alla luce di tali considerazioni, si ritiene opportuno prevedere, nell'ambito dei futuri aggiornamenti del Piano, una specifica campagna di rilievi e indagini conoscitive finalizzata alla verifica e all'affinamento del modello idraulico.

Un'altra criticità idraulica riscontrata dalle simulazioni a partire da eventi con tempo di ritorno 2 anni è localizzata lungo via del Commissario, ubicata a est di via Bembo nella parte centrale del rione SS Crocefisso. La via è attualmente servita da una dorsale di fognatura mista DN400 che porta le acque verso il manufatto di sfioro in prossimità dell'incrocio con via Sandelli, dove le portate di magra proseguono a est in rete separata DN250 e le acque meteoriche vengono dirette al fossato collegato allo scolo Salboro, che scorre circa 300 m più a nord. Il ridotto diametro della condotta di fognatura mista a monte dello sfioro causa fenomeni di rigurgito lungo l'intera via e nelle aree edificate adiacenti.

Tra i quartieri del SS. Crocefisso e di Voltabarozzo, il tratto iniziale di via Venier, che si sviluppa a partire dall'argine destro del Canale Scaricatore, è attualmente drenato da una condotta di fognatura mista in calcestruzzo del diametro di 600 mm, recapitante in un tratto tombinato dello scolo Salboro, a sua volta connesso a sud-est allo scolo Inferiore di Terranegra. Le simulazioni idrauliche evidenziano come la limitata capacità di deflusso della condotta esistente determini, già in occasione di eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 2 anni, condizioni di insufficienza idraulica e conseguenti fenomeni di rigurgito a monte dell'immissione nello scolo Salboro. L'innalzamento dei livelli idrici che ne deriva, associato alle quote particolarmente depresse della sede stradale e delle aree circostanti, favorisce la formazione di ristagni e allagamenti localizzati che interessano sia la viabilità sia le proprietà private adiacenti. Tali criticità tendono ad accentuarsi durante gli eventi di precipitazione più intensi, quando l'aumento delle portate affluenti comporta un ulteriore aggravio delle condizioni di sovraccarico della rete.

Sempre all'interno del quartiere di SS Crocefisso, nella parte centrale del bacino, allo stato attuale lo scolo Bembo risulta tombinato sotto via Marsili (DN800-1000), via Bembo (DN800) e via Venier (DN800-scat.1500x1000). In particolare, il primo tratto di tombinamento di via Venier risulta limitato a una condotta DN800 in CLS per un'estesa di circa 230 m. I ridotti diametri implicano l'insufficienza del tombinamento in occasione di eventi con tempo di ritorno superiore a 2 anni e durate di pioggia ridotte (scrosci di 30 minuti), con fenomeni di allagamento nella rete di monte, in particolare in via Pontedera, servita da una condotta di fognatura bianca DN500.

Più a monte, inoltre, lungo la tratta nord di via Bembo e la laterale via Marsili in occasione di precipitazioni con tempo di ritorno di 5 anni si instaurano livelli idrici tali da superare il piano stradale, con ripercussioni negative sulle reti afferenti che subiscono effetti di rigurgito.

Nella porzione orientale del quartiere Guizza, diffuse criticità per allagamento in caso di piogge intense sono state segnalate nelle laterali di via dell'Orna (vie dei Tigli, degli Ontani, Pannonio, Verga) nonché in via Anconitano, a sud dell'argine destro del Canale Scaricatore. Le simulazioni modellistiche hanno confermato l'annullamento del franco idraulico per eventi con tempo di ritorno di 5 anni a partire dal tratto in cui la condotta di via dell'Orna ha diametro DN800.

Infine, tra le criticità urbane del bacino, al confine est del quartiere Guizza si segnala la parte di via Guasti a sud dello scolo Amolari, ossia dell'incrocio di via Algarotti, interessata da ripetuti episodi di allagamento per piogge intense negli ultimi anni. Questa zona non drena direttamente nel tombinamento dello scolo Guasti ma in una condotta 400x600 mm diretta verso nord che parte da via Bosco Wollemborg (dove sfiora in scolo Rocchetti) e va a scaricare nel pozzettone di intersezione fra gli scoli tombinati Guasti e Amolari. Il superamento del piano campagna è da attribuirsi sia alla morfologia depressa della strada, sia all'insufficienza della capacità idraulica del collettore rispetto agli afflussi idrologici impulsivi.

Passando poi alla porzione più rurale del bacino Maestro, a sud della tangenziale, immediatamente a valle dell'attraversamento autostradale (5x4m) dello scolo Boracchia, lo stesso incontra una particolare strozzatura in corrispondenza a un ponticello di accesso a una proprietà privata (via Pozzoveggiani 19), caratterizzato da un'apertura ad arco con larghezza massima di 2,2 m e altezza massima di 2,5 m, nettamente minore della sezione trasversale tipica per questo

tratto. Le simulazioni modellistiche confermano che tale restringimento provoca, per eventi di piena con tempo di ritorno pari a 10 anni e durata di precipitazione pari a 3 ore, un notevole effetto di rigurgito verso monte (circa 50 cm in corrispondenza al ponte) con conseguente superamento delle sommità spondali, particolarmente basse in sinistra idraulica. Spostandosi verso l'abitato di Salboro, la principale criticità idraulica è relativa a fenomeni di allagamento segnalati in generale a monte del tombinamento dello scolo Rocchetti e in particolare a nord dell'attraversamento della tangenziale Corso Primo Maggio, dove sono segnalate ripetute esondazioni dalla rete secondaria in via Fondà e in via Guasti. Con la modellazione effettuata è stato possibile verificare che per tempo di ritorno pari a 10 anni i livelli nel tratto tombinato risultano critici anche se solo localmente confrontabili con il piano campagna, mentre a monte del tratto tombinato si instaurano livelli tali da provocare esondazioni dall'alveo nelle aree adiacenti.
Nell'area più a monte, sul perimetro sud del quartiere Guizza, numerose criticità, in caso di piogge intense, sono segnalate lungo via Fogazzaro, in via Guizza e nell'intorno di via Bosco Wollemborg, in particolare nelle laterali via Guasti, Pascoli, Decembrio, Biondo. La modellazione idrodinamica ha confermato diffuse insufficienze sia lungo lo scolo Rocchetti (in particolare nella parte di monte lungo via Fogazzaro) sia nella rete afferente in occasione di precipitazioni con durate medio-lunghe (3 ore) per tempi di ritorno Tr 10 anni.

6.7.2 Stato di progetto

Anche nel caso del bacino Maestro, caratterizzato da una marcata urbanizzazione nella porzione settentrionale e da una prevalente vocazione agricola e rurale nella parte meridionale, si è privilegiato, ove tecnicamente ed economicamente fattibile, il ricorso a soluzioni di mitigazione basate su infrastrutture verdi e sistemi di drenaggio sostenibile. Tale approccio, affiancato dove necessario agli interventi tradizionali di adeguamento della rete mediante la sostituzione delle condotte esistenti con manufatti di maggiore sezione, consente non solo di ridurre i volumi e le portate meteoriche affluenti alla rete, ma anche di generare benefici ambientali e paesaggistici aggiuntivi. Le misure green favoriscono infatti l'infiltrazione e la laminazione delle acque meteoriche, contribuiscono al miglioramento della qualità delle stesse e incrementano la resilienza del territorio nei confronti degli eventi pluviometrici intensi, limitando al contempo l'impatto delle opere sul contesto urbano e rurale.
Nelle aree maggiormente urbanizzate, tuttavia, non è stato sempre possibile adottare soluzioni di questo tipo. In tali contesti si è reso necessario ricorrere anche a interventi di carattere tradizionale, quali il potenziamento o la sostituzione delle condotte esistenti, a causa della limitata disponibilità di spazi idonei alla realizzazione di opere mitigative diffuse. In altri casi, pur in presenza di aree libere, le quote altimetriche disponibili risultavano non compatibili con il funzionamento idraulico delle opere di laminazione o infiltrazione previste, rendendo di fatto inefficace o eccessivamente onerosa la loro realizzazione. La strategia progettuale adottata ha pertanto perseguito un approccio integrato, combinando soluzioni nature-based e interventi tradizionali in funzione delle specifiche caratteristiche morfologiche, urbanistiche e idrauliche del territorio, al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione del rischio idraulico con il miglior equilibrio tra efficacia, sostenibilità e fattibilità realizzativa.

Gli interventi in ambito urbano proposti sono elencati nel seguito.

1. MA_01: Sostituzione DN400 con nuovo scatolare di dimensioni 100x80 cm su via del Commissario;
2. MA_02: Sostituzione DN600 con nuovo scatolare 120x100 cm su tratto di monte di via Venier;
3. MA_03: Sostituzione DN800 con nuovo scatolare 150x100 cm su scolo Bembo in via Venier e sostituzione DN500 con DN800 tratta finale via Pontedera;

4. MA_04: Sostituzione DN800 con nuovo scatolare 150x120 cm su tratto di valle di via dell'Orna (04.a) e nuovo sfioro in scolo Guasti da via Filelfo (04.b);
5. MA_05: Nuovo bacino di laminazione in PUA Boschi-Bembo via Marsili di 1000 m³;
6. MA_06: Nuovo sfioro via Guasti in scolo Guasti.

Gli interventi in ambito di bonifica proposti sono elencati nel seguito.

7. MA_07: Rimozione strozzatura su scolo Boracchia in corrispondenza di ponte carraio via Pozzoveggiani 19;
8. MA_08: Nuovo bacino di laminazione di 5000 m³ a servizio dello scolo Rocchetti a monte del tombinamento di Salboro;
9. MA_09: Risezionamento fossato esistente tra via Guizza e via Bosco Wollemborg per la creazione di un bypass sullo scolo Rocchetti.

6.7.2.1 MA_01: Sostituzione DN400 con nuovo scatolare di dimensioni 100x80 cm su via del Commissario

L'intervento proposto prevede la sostituzione dell'attuale condotta DN400 con un nuovo scatolare di dimensioni minime 1000x800 mm, per un'estesa di circa 410 m, dall'incrocio con via Bembo alla posizione dell'attuale sfioro nel capofosso a nord.

Potrà essere valutato il reimpiego della condotta esistente per la realizzazione di una nuova linea di fognatura nera separata, previa sistemazione in quota ed eventuale relining, direttamente collegata alla rete nera esistente verso est.

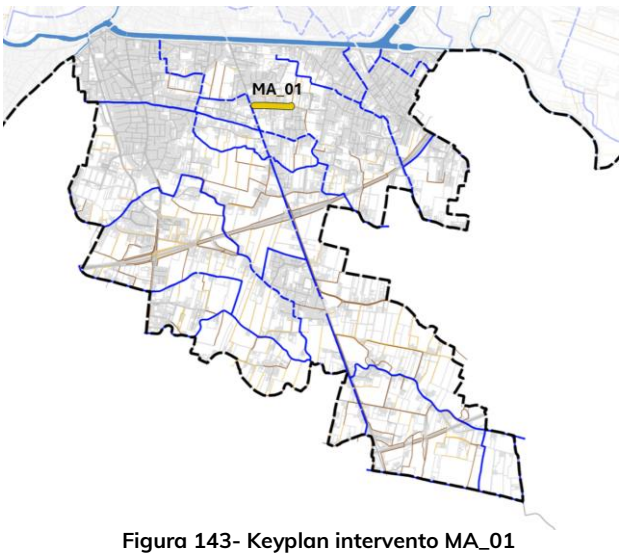


Figura 143- Keyplan intervento MA_01

Di seguito si riporta il tracciato (in verde) ed il profilo longitudinale del collettore allo stato attuale, dove si evidenzia una condizione di rigurgito diffusa lungo gran parte del ramo analizzato, con livelli idrici che si mantengono superiori al piano campagna e che determinano il funzionamento in pressione della rete. Tale comportamento sembra essere legato alla limitata capacità di smaltimento del sistema, che genera un effetto di rigurgito propagato verso monte e condiziona il funzionamento dell'intero collettore.

In prossimità del nodo collocato nella parte terminale del profilo si osserva una brusca riduzione della linea dei massimi livelli, a testimonianza di una variazione significativa delle condizioni idrauliche del sistema. Tale comportamento suggerisce che la criticità principale sia riconducibile a una limitazione della capacità di deflusso in uno specifico tratto della rete, a monte del quale si sviluppa il rigurgito che interessa l'intero bacino contribuente.

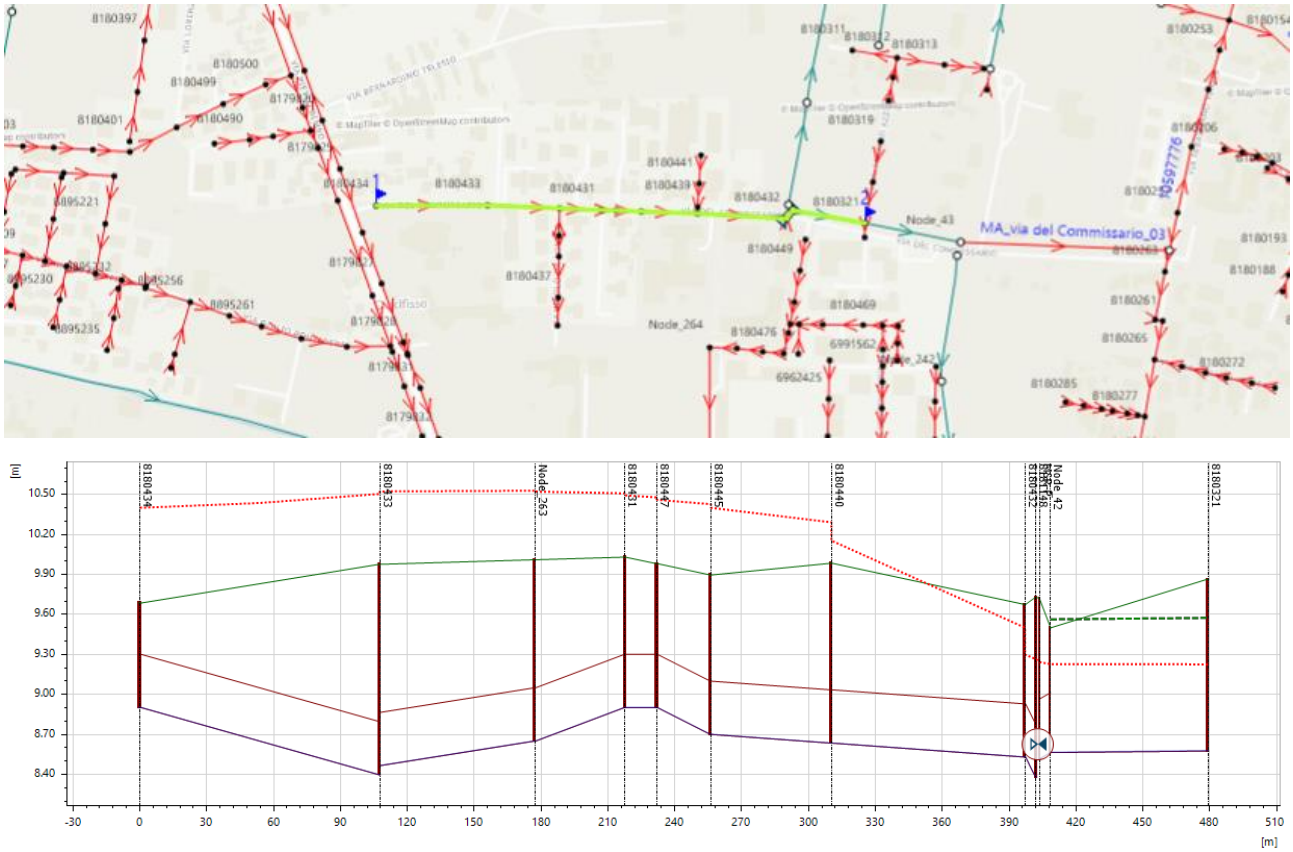


Figura 144- MA_01: profilo longitudinale via del Commissario, stato di fatto
(Tr 2 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF)

L'incremento della sezione idraulica determina una significativa riduzione delle perdite di carico lungo il collettore, con conseguente abbassamento della linea piezometrica e contenimento dei fenomeni di rigurgito che interessavano i tratti di monte. Come evidenziato dal profilo di progetto riportato di seguito, il livello idrometrico massimo (in blu) subisce una consistente diminuzione lungo tutto il tratto oggetto di intervento, attestandosi su valori pressoché costanti e nettamente inferiori rispetto allo stato di fatto.

La riduzione del carico idraulico determina l'eliminazione delle condizioni di pressione diffuse che caratterizzano la configurazione esistente e comporta un sensibile incremento del franco disponibile nei pozzetti e nelle condotte. Il beneficio non si limita al solo tratto sostituito, ma si estende all'intero sistema afferente, poiché la maggiore capacità del collettore consente di smaltire più efficacemente le portate provenienti da monte, attenuando l'effetto di rigurgito che governava il comportamento della rete.

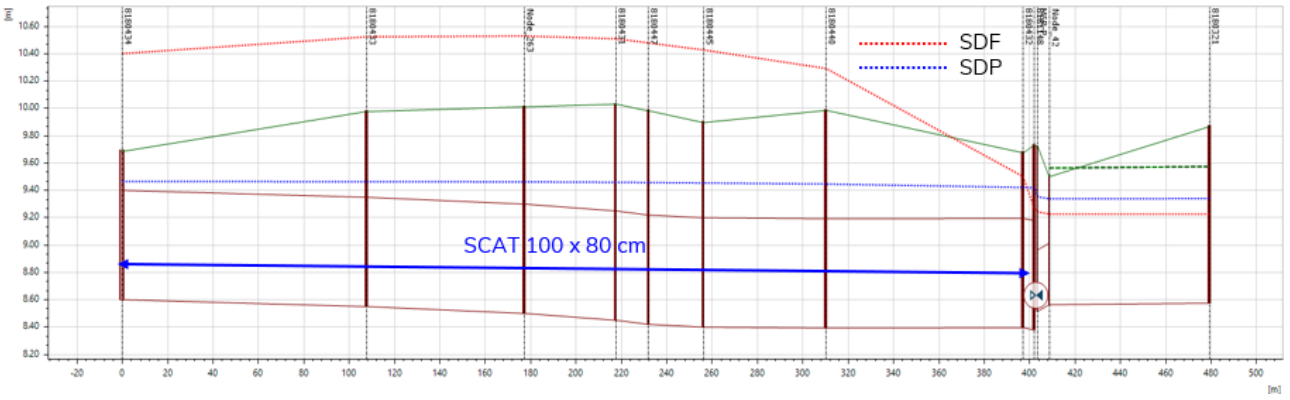


Figura 145- MA_01: profilo longitudinale via del Commissario, intervento di progetto (Tr 2 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.7.2.2 MA_02: Sostituzione DN600 con nuovo scatolare 120x100 cm su tratto di monte di via Venier

L'intervento proposto per la mitigazione della criticità nella tratta di monte di via Venier prevede la sostituzione dell'attuale condotta DN600 con un nuovo scatolare di dimensioni minime 1200x1000 mm, per un'estesa di circa 200 m, dall'incrocio con via Bosco Rignano alla confluenza con lo scolo Salboro.

La soluzione progettuale elimina di fatto le strozzature idrauliche esistenti dovute a sezioni caratterizzate da diametri insufficienti a garantire il corretto deflusso delle portate verso valle.

Di seguito si riporta il tracciato e i relativi profili longitudinali delle configurazioni attuale e di progetto a confronto.

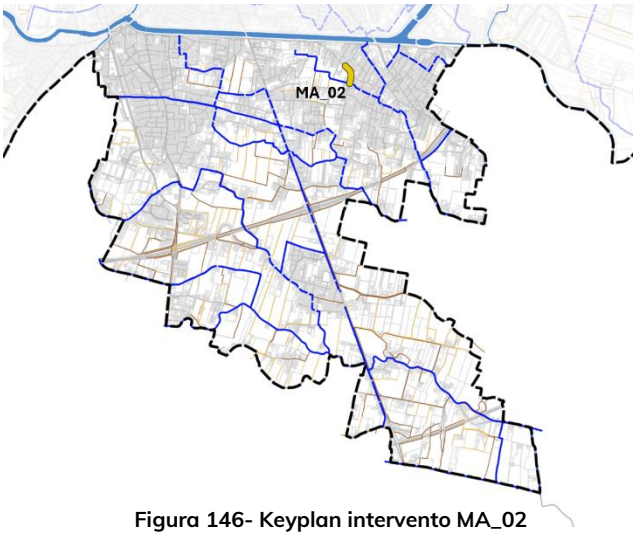
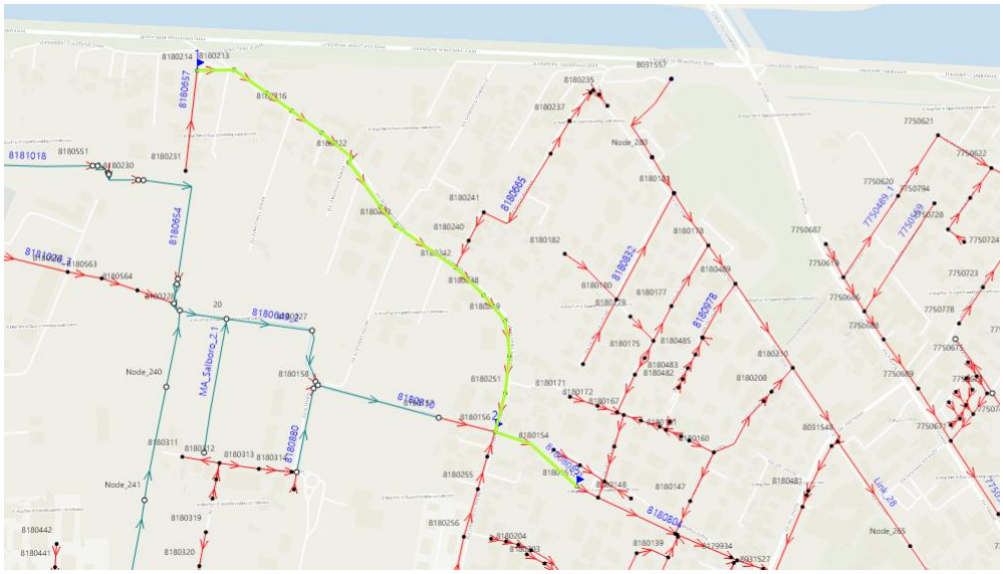


Figura 146- Keyplan intervento MA_02



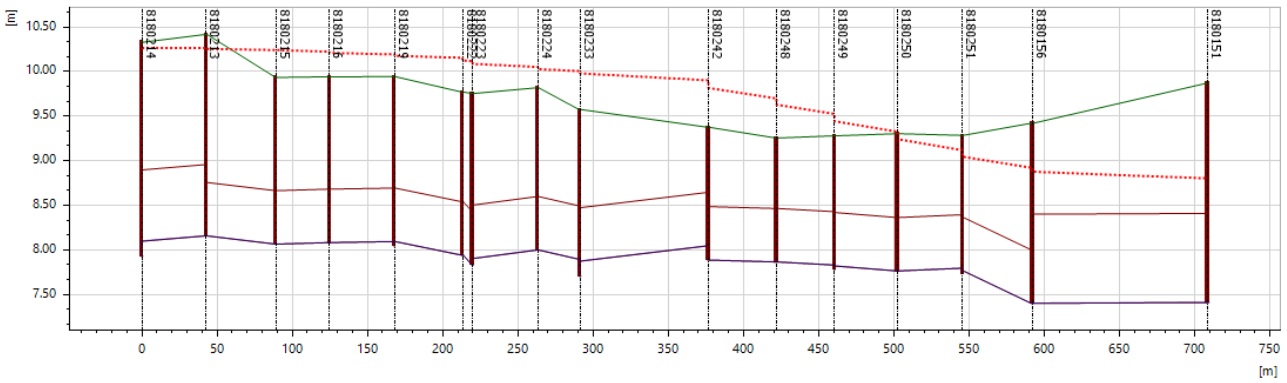


Figura 147- MA_02: profilo longitudinale via Venier, stato di fatto
(Tr 2 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF)

Anche in questo caso, allo stato di fatto la rete presenta livelli massimi elevati che si mantengono al di sopra del piano campagna per gran parte del profilo e un diffuso effetto di rigurgito che si propaga verso monte. Ciò evidenzia condizioni di funzionamento in pressione e una significativa influenza delle limitazioni idrauliche presenti nel tratto terminale del collettore.

Con la realizzazione dello scatolare di progetto si osserva una sensibile riduzione dei livelli massimi lungo tutto il ramo analizzato dell'ordine di oltre 50 cm. L'aumento della capacità di deflusso nel tratto caratterizzato dalle maggiori perdite di carico, evidenziate dalla marcata pendenza della linea piezometrica nello stato di fatto, consente di smaltire più efficacemente le portate provenienti da monte, riducendo il rigurgito che caratterizzava il funzionamento della rete. Il beneficio non risulta dunque confinato alla sola porzione oggetto di sostituzione, ma si estende all'intero collettore, come dimostra l'abbassamento pressoché uniforme della linea piezometrica anche nei tratti più a monte.

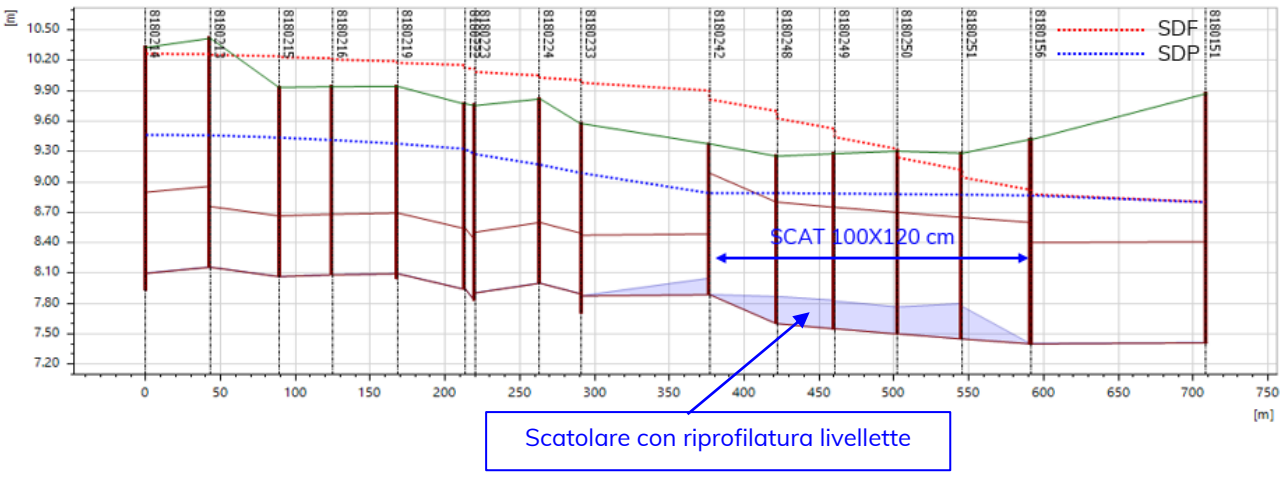


Figura 148- MA_02: profilo longitudinale via Venier, intervento di progetto
(Tr 2 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.7.2.3 MA_03: Sostituzione DN800 con nuovo scatolare 150x100 cm su scolo Bembo in via Venier (03.a) e sostituzione DN500 con DN800 tratta finale via Pontedera (03.b)

Gli interventi proposti sono finalizzati al miglioramento della capacità di deflusso dello scolo Bembo, attraverso l'adeguamento delle dimensioni del tratto tombinato ubicato all'inizio di via Venier, e della rete di via Pontedera, a monte della confluenza in via Bembo. L'obiettivo è ridurre le perdite di carico continue che si verificano durante il transito delle portate di massima piena, favorendo un più efficiente smaltimento dei deflussi e determinando, di conseguenza, una riduzione dei livelli idrici lungo la rete di via Bembo, via Venier e via Pontedera.

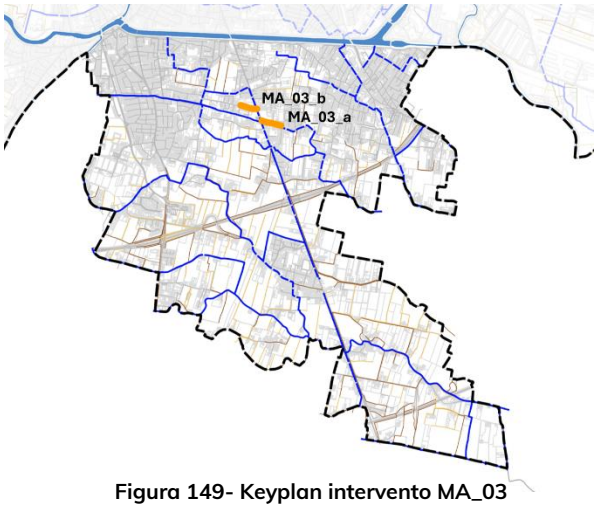


Figura 149- Keyplan intervento MA_03

L'eliminazione delle strozzature idrauliche, determinate da sezioni insufficienti a garantire un adeguato deflusso delle portate verso valle, consente di mitigare completamente la criticità in occasione di eventi meteorici ordinari.

Di seguito si riportano il tracciato e il profilo longitudinale della configurazione attuale, in cui appare evidente la criticità idraulica sopra descritta.



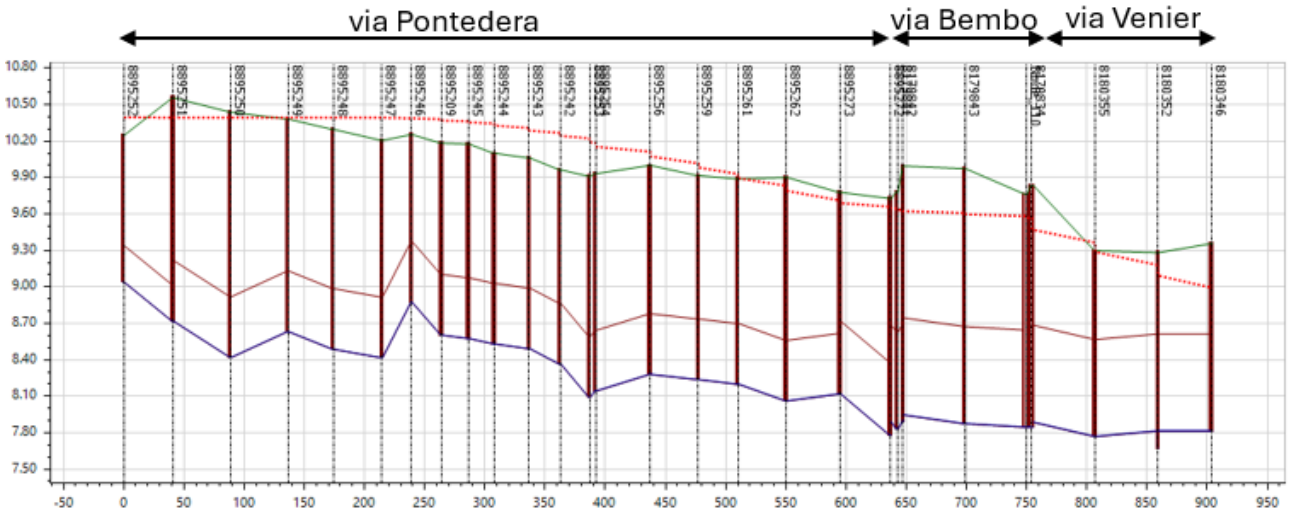


Figura 150- MA_03: profilo longitudinale via Pontedera, via Bembo e via Venier, stato di fatto (Tr 2 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF)

Il profilo evidenzia come il livello massimo raggiunto dalla corrente in occasione dell'evento simulato presenti, in particolare nel tratto di via Pontedera, quote idrauliche superiori rispetto alla quota del piano campagna. Ciò indica condizioni di sovraccarico della rete e potenziale fuoriuscita delle portate, riconducibili alla limitata capacità di deflusso del sistema. Procedendo verso valle, il livello idraulico massimo si mantiene elevato e decresce progressivamente, evidenziando la presenza di perdite di carico e di un progressivo abbattimento del carico idraulico lungo il tratto di via Venier. Di seguito si riporta l'ubicazione degli interventi previsti per la mitigazione della criticità, che consistono nella sostituzione del tombinamento dello scolo Bembo nel tratto più a ovest di via Venier (attualmente DN800) con una condotta scatolare 1500x1000 mm in analogia con la tratta di valle, per un'estensione di circa 230 m (03.a), e nell'adeguamento della condotta di fognatura meteorica separata di via Pontedera, passando dall'attuale DN500 a una nuova condotta DN800, per un'estesa di circa 200 m subito a monte della confluenza nella rete di via Bembo (03.b).

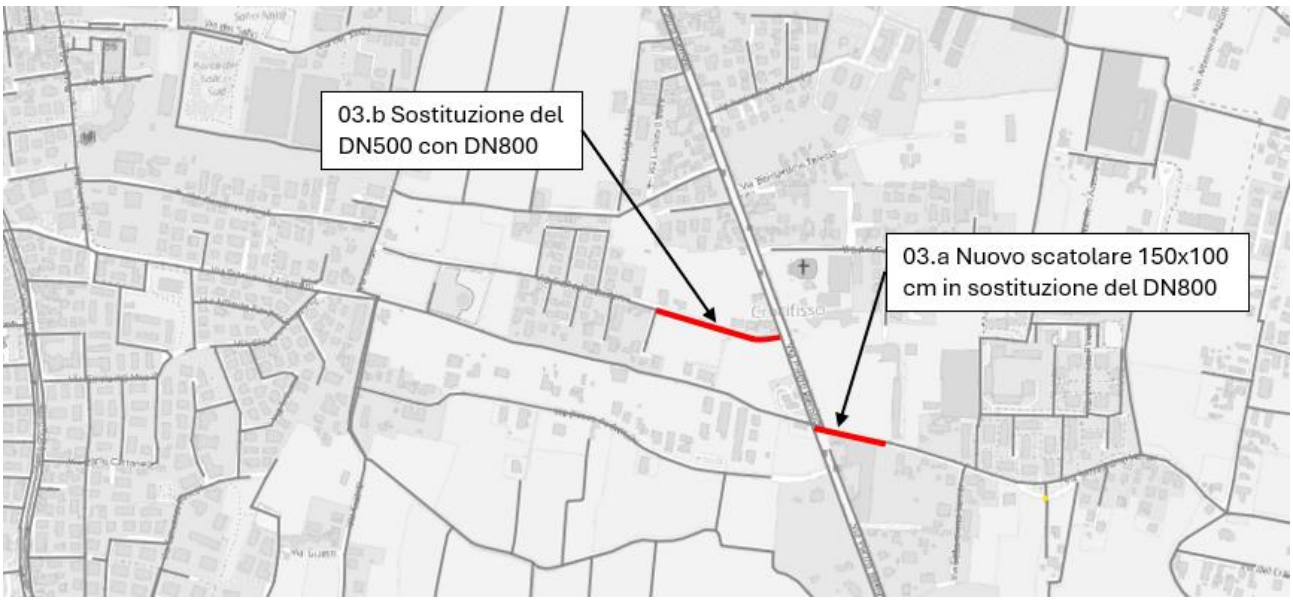


Figura 151- MA_03: Localizzazione degli interventi proposti in via Venier (03.a) e in via Pontedera (03.b)

Di seguito si riporta infine il profilo longitudinale della configurazione di progetto. Nel tratto di via Pontedera, l'effetto positivo dell'intervento è particolarmente evidente già a partire dalle condotte di monte, con riduzione del deflusso rigurgitato e abbassamenti del massimo livello raggiunto fino a circa 70 cm. Anche lungo via Bembo e via Venier l'abbassamento del livello è significativo, attestandosi rispettivamente tra i 40-50 cm in via Bembo e i 20-30 cm sullo scolo tombinato.

In sintesi, l'effetto degli interventi si propaga anche a monte degli stessi e si manifesta con una riduzione importante del rigurgito complessivo e un aumento del franco idraulico rispetto al piano campagna in ogni sezione del profilo, non semplicemente un abbassamento locale in corrispondenza delle opere.

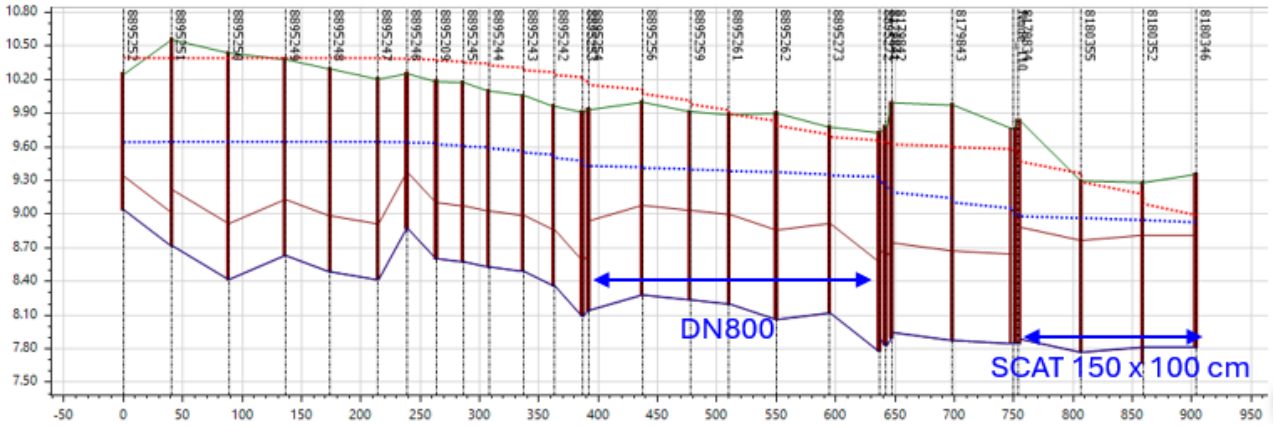


Figura 152- MA_03: profilo longitudinale via Pontedera, via Bembo e via Venier, interventi di progetto (Tr 2 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

Tra le possibili soluzioni analizzate, in alternativa alla sostituzione della condotta DN500 di via Pontedera, è stata valutata la realizzazione di un invaso di laminazione da 1.000 m³ in un'area disponibile prevista nell'ambito del PUA Pontedera 2, situata lungo il tratto terminale della via. Tuttavia, a causa delle quote altimetriche della rete e dell'area individuata, nonché delle limitate capacità di deflusso delle condotte di via Pontedera, i volumi idrici non riuscirebbero a raggiungere efficacemente l'invaso. Di conseguenza, l'intervento determinerebbe un beneficio apprezzabile per la rete di via Bembo, ma non consentirebbe di alleggerire in modo significativo le criticità idrauliche di via Pontedera. L'efficacia dell'opera risulterebbe pertanto sostanzialmente circoscritta all'area immediatamente adiacente all'invaso, senza produrre effetti rilevanti sul resto della rete.

6.7.2.4 MA_04: Sostituzione DN800 con nuovo scatolare 150x120 cm su tratto di valle di via dell'Orna (04.a) e nuovo sfioro in scolo Guasti da via Filelfo (04.b)

Il primo intervento previsto per la mitigazione della criticità di via dell'Orna e delle laterali collegate consiste nella sostituzione dell'attuale condotta DN800 con un nuovo scatolare 1500x1200 mm (04.a), per un'estesa di circa 130 m, nel tratto antistante la scuola Marsilio da Padova e la biblioteca comunale, fino all'incrocio con via Pannonio dove ha inizio la condotta DN1200. Il secondo intervento prevede poi la realizzazione di un nuovo manufatto di sfioro dalla rete di via Filelfo allo scolo Guasti in corrispondenza alla relativa intersezione.

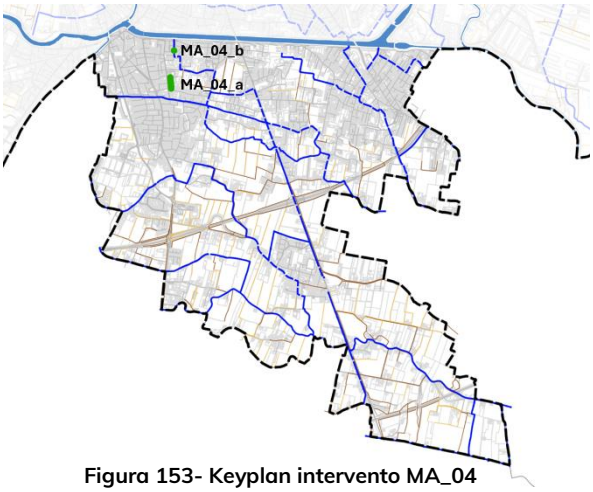
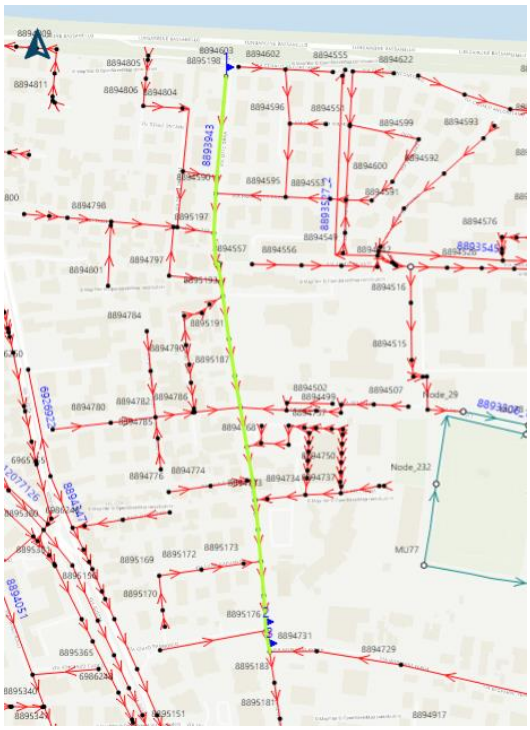


Figura 153- Keyplan intervento MA_04

Di seguito si riporta il profilo longitudinale dello stato di fatto tracciato lungo la dorsale di via dell'Orna fino all'incrocio con via Verga. L'andamento dei massimi livelli idrici simulati per l'evento con tempo di ritorno di 5 anni evidenzia la completa saturazione del sistema, con annullamento del franco lungo gran parte del tracciato e locali fenomeni di allagamento della sede stradale nel settore di monte. La criticità è imputabile ancora una volta all'insufficiente capacità di trasporto delle condotte esistenti che, dopo aver recepito gli apporti provenienti dai sottobacini laterali, non sono in grado di garantire il trasferimento a valle delle portate di piena. Tale insufficienza determina condizioni di rigurgito diffuse, con un'evidente perdita di carico tra le progressive 400 e 550 m.



Il primo intervento è stato conseguentemente previsto in corrispondenza di tali progressive, con lo scopo di incrementare in modo significativo la capacità di trasporto verso valle e ridurre le perdite di carico lungo il collettore principale. Ne deriva un miglioramento diffuso delle condizioni idrauliche lungo l'intera tratta, con un abbassamento generale dei massimi livelli raggiunti e un recupero significativo del franco rispetto al piano campagna.

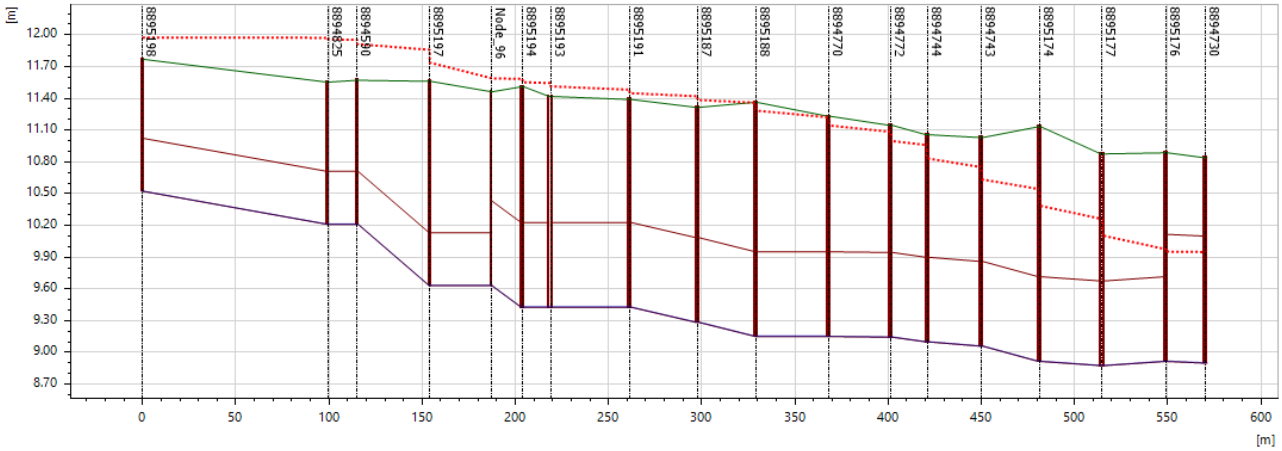


Figura 154- MA_04: profilo longitudinale via dell'Orna, stato di fatto
(Tr 5 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF)

Il secondo intervento è finalizzato ad alleggerire ulteriormente il tratto di monte della rete, che continua a presentare condizioni di maggiore saturazione rispetto al collettore di valle. La realizzazione dello sfioro da via Filelfo allo scolo Guasti introduce infatti un recapito alternativo per le portate eccedenti, una volta raggiunta e superata la quota di attivazione dello sfioratore. Tale soluzione consente di intercettare parte dei deflussi e convogliarli direttamente verso lo scolo Guasti, senza determinare incrementi significativi dei livelli idrici lungo il suo tracciato. Ne deriva una riduzione dei volumi e delle portate gravanti sulla rete principale di via dell'Orna e delle vie laterali, con conseguente miglioramento complessivo delle condizioni di sicurezza idraulica della zona.
Di seguito si riportano l'ubicazione degli interventi e il profilo longitudinale della configurazione di progetto.

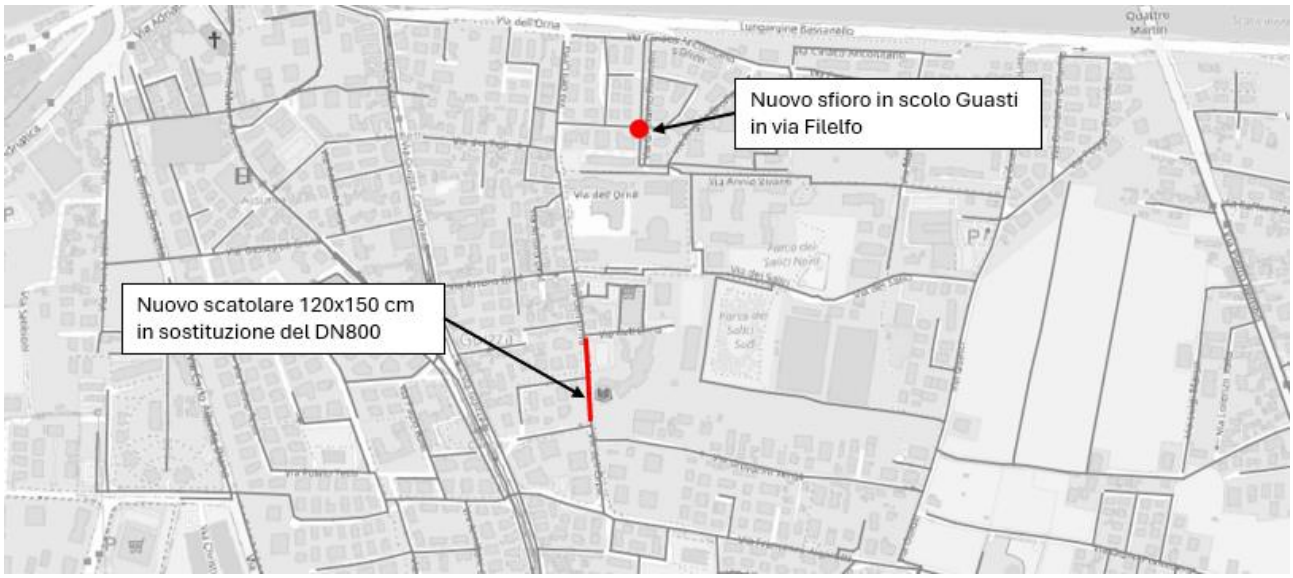


Figura 155- MA_04: Localizzazione degli interventi proposti in via dell'Orna (04.a) e in via Filelfo (04.b)

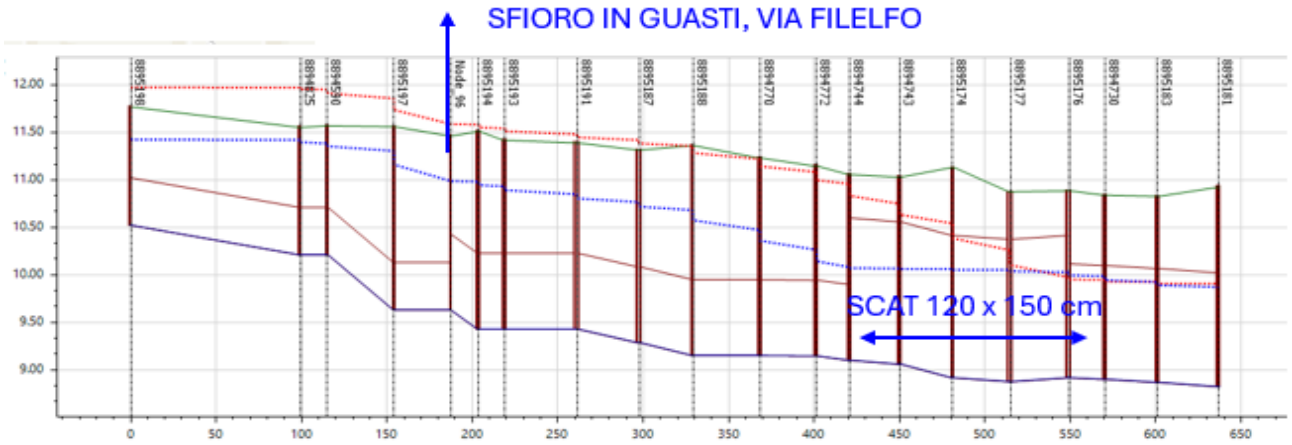


Figura 156- MA_04: profilo longitudinale via dell'Orna, interventi di progetto
(Tr 5 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

Si riportano infine il tracciato e il relativo profilo longitudinale dello scolo Guasti nel tratto compreso tra l'immissione dello sfioro previsto in corrispondenza di via Filelfo e l'incrocio tra via Guasti e via Algarotti, passando per via Vivanti e via Guasti. Dall'analisi dei risultati emerge che il contributo idraulico derivante dall'attivazione del nuovo sfioro comporta un incremento dei livelli idrici limitato alla porzione più prossima al punto di recapito, dell'ordine di circa 10 cm. Procedendo verso valle, tale effetto tende rapidamente ad attenuarsi grazie alla capacità di trasporto disponibile nel corso d'acqua, fino a risultare pressoché trascurabile lungo il resto del tracciato analizzato.

I risultati evidenziano pertanto come lo scolo Guasti sia in grado di assorbire le portate addizionali derivanti dall'intervento senza manifestare significative condizioni di rigurgito o incrementi apprezzabili dei livelli idrici a valle del punto di immissione. L'aumento localizzato dei livelli rimane contenuto e compatibile con la capacità idraulica del recapito, confermando l'efficacia dello sfioro quale misura di alleggerimento della rete di monte e l'assenza di trasferimenti significativi della criticità idraulica verso il sistema recettore.



Figura 157- MA_04.b: profilo longitudinale via dell'Orna, via Filelfo e scolo Guasti, intervento di progetto (Tr 5 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.7.2.5 MA_05: Nuovo bacino di laminazione in PUA Boschi-Bembo via Marsili di 1000 m³



Figura 158- Keyplan intervento MA_05

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova area di laminazione superficiale con volume di invaso di 1000 m³, ottenuta mediante rimodellamento di un'area agricola privata adiacente a via Marsili, individuata nell'ambito del PUA Boschi-Bembo.

Come visibile dal profilo longitudinale dello stato di fatto, per eventi con tempo di ritorno pari a 5 anni emerge una situazione di criticità idraulica moderata ma diffusa, caratterizzata principalmente da un franco ridotto tra i massimi livelli simulati e le quote della sede stradale, in particolare lungo la tratta nord di via Bembo e nelle reti afferenti che subiscono effetti di rigurgito.

La rete appare in grado di smaltire le portate senza evidenti fenomeni di esondazione diffusa, tuttavia il sistema opera in condizioni di saturazione. L'andamento relativamente uniforme della linea dei massimi livelli suggerisce la presenza di un regime controllato dalle condizioni di valle, con una significativa propagazione dei rigurgiti lungo il collettore.



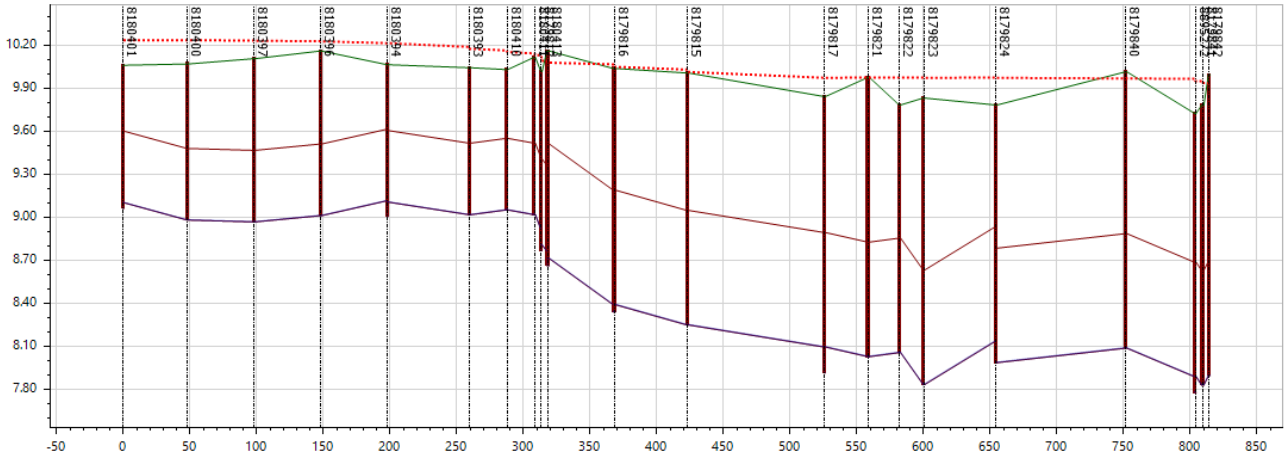


Figura 159- MA_05: profilo longitudinale via Marsili e via Bembo, stato di fatto (Tr 5 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF)

La soluzione proposta consente la pressoché completa mitigazione delle criticità lungo via Marsili, dove la prossimità dell'invaso favorisce l'intercettazione e la laminazione di una quota significativa dei volumi di piena. Tale effetto determina un abbassamento del livello idrico massimo nelle condotte che può raggiungere fino a circa 60 cm rispetto allo stato attuale. La riduzione dei livelli comporta un minore grado di riempimento della rete, limitando le condizioni di moto in pressione e aumentando il franco disponibile rispetto al piano campagna e alle quote dei chiusini. Ne deriva un sensibile incremento della sicurezza idraulica del sistema, con una marcata diminuzione del rischio di rigurgiti, sormonti e allagamenti localizzati durante gli eventi meteorici più intensi.

Parallelamente, l'intervento produce effetti benefici anche lungo via Bembo, sebbene in misura più contenuta a causa della maggiore distanza dall'opera di invaso e della conseguente minore capacità di intercettazione dei deflussi. In

questo tratto si osserva comunque una riduzione dei livelli massimi compresa mediamente tra 10 e 30 cm, sufficiente a diminuire il grado di sollecitazione idraulica della rete e a incrementarne la capacità residua durante gli eventi di pioggia più gravosi.

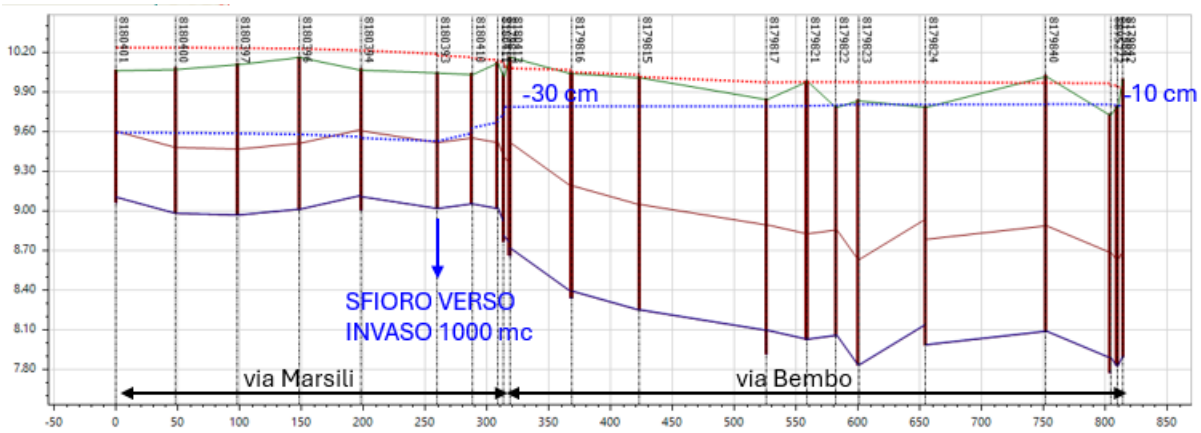


Figura 160- MA_05: profilo longitudinale via Marsili e via Bembo, intervento di progetto (Tr 5 anni, tp 30 min – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.7.2.6 MA_06: Nuovo sfioro via Guasti in scolo Guasti

Per la mitigazione della criticità idraulica di via Guasti, l'intervento proposto prevede la realizzazione di un nuovo manufatto di sfioro dalla rete di fognatura mista di via Guasti (scat. 400x600 mm) allo scolo Guasti, nell'ultimo tratto tombinato prima del corso a cielo aperto, a sud di via Bosco Pedrocchi.

Come evidenziato dal profilo longitudinale dello stato di fatto riportato di seguito, via Guasti si colloca in una posizione morfologicamente più depressa rispetto alle aree circostanti, risultando pertanto il tratto più vulnerabile sotto il profilo idraulico, con maggiore rischio di annullamento del franco di sicurezza e di esondazione in superficie in occasione degli eventi di pioggia più gravosi.

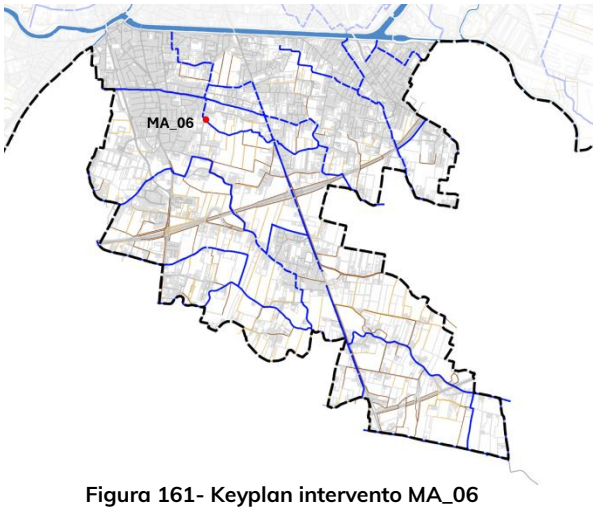


Figura 161- Keyplan intervento MA_06

Le portate meteoriche vengono recapitate secondo la pendenza delle condotte verso il nodo idraulico di confluenza tra gli scoli Amolari e Guasti, a nord. A completamento del sistema di drenaggio è inoltre presente uno sfioratore esistente ubicato più a sud, in via Bosco Wollemborg, che consente il trasferimento delle portate eccedenti verso lo scolo Rocchetti.

Dall'analisi dei massimi livelli raggiunti lungo via Guasti per un evento con tempo di ritorno pari a 5 anni, si osserva che questi si mantengono sostanzialmente costanti lungo gran parte della rete, con un profilo di chiamata verso il nodo Amolari-Guasti, evidenziando la propagazione di condizioni diffuse di sovraccarico idraulico. L'assenza di apprezzabili riduzioni dei livelli lungo l'asta indica una limitata capacità di smaltimento delle portate affluenti e una conseguente riduzione del franco disponibile, configurando condizioni di saturazione durante gli eventi pluviometrici più gravosi.

La soluzione progettuale produce un beneficio diffuso lungo tutta la rete, con riduzioni dei livelli massimi generalmente comprese tra 10 e 40 cm e con gli effetti più rilevanti nel tratto centrale dell'asta, in prossimità del nuovo sfioro di

progetto, dove si registra il maggiore alleggerimento dei carichi idraulici. Tale riduzione consente di incrementare in modo significativo il livello di sicurezza idraulica della via e di mitigare le criticità attualmente presenti durante gli eventi pluviometrici più severi.

L'intervento inoltre consente lo sgravio della linea senza alterare in modo significativo le condizioni di deflusso dello scolo Guasti, che non evidenzia incrementi significativi dei livelli idrici conseguenti ai volumi scaricati dall'opera. La soluzione progettuale garantisce pertanto un miglioramento delle condizioni di funzionamento della rete mantenendo sostanzialmente invariato il regime idraulico del recapito, senza generare effetti negativi o trasferire le criticità verso valle.

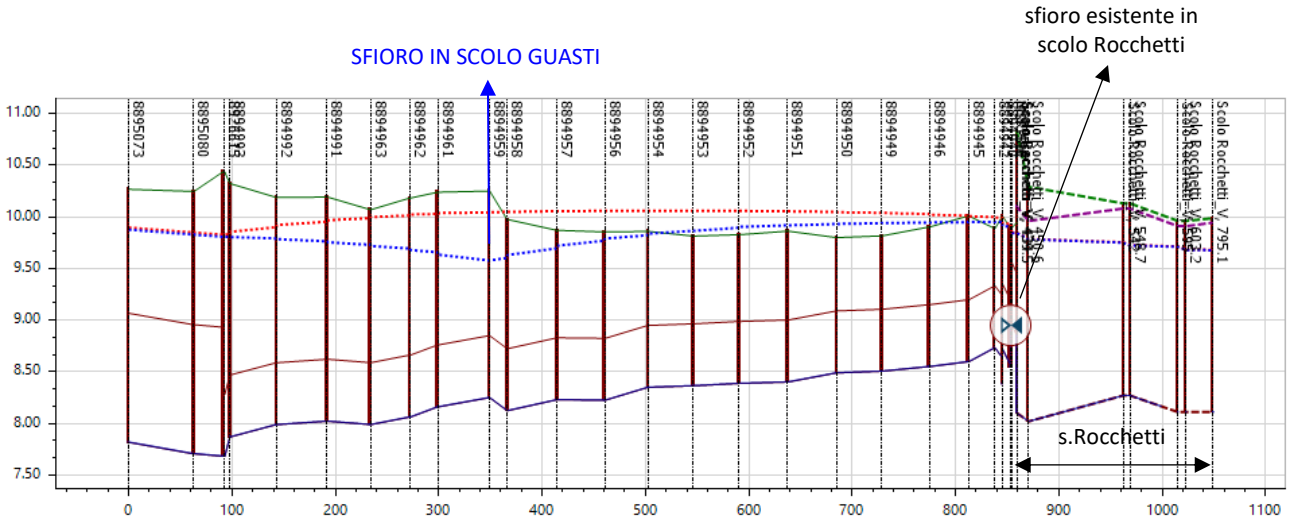


Figura 162- MA_06: profilo longitudinale via Guasti, intervento di progetto
(Tr 5 anni, tp 1 ora – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.7.2.7 MA_07: Rimozione strozzatura su scolo Boracchia in corrispondenza di ponte carraio via Pozzoveggiani 19



Figura 163- Keyplan intervento MA_07

L'obiettivo principale dell'intervento proposto è l'adeguamento della sezione di deflusso dello scolo Boracchia in corrispondenza dell'attraversamento carraio di via Pozzoveggiani n. 19, tale da consentire il libero deflusso delle acque verso valle anche in caso di eventi di piena generati da precipitazioni intense.

La presente criticità idraulica vede interessata via Pozzoveggiani tra l'incrocio con via Bembo e l'autostrada, oltre alle vie secondarie Palla Strozzi e Ca' Dolfin.

L'intervento prevede la demolizione dell'attuale ponticello in mattoni con la ricostruzione di un nuovo ponte di attraversamento con intradosso alla quota delle sommità spondali.

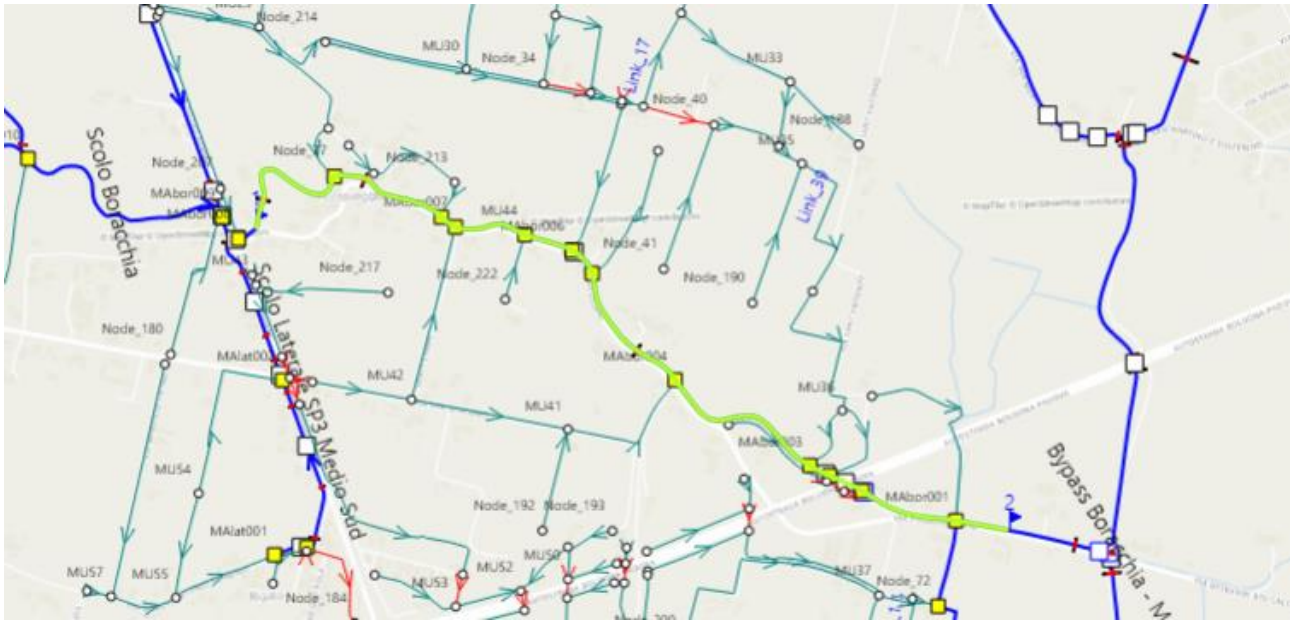


Le simulazioni condotte confermano che tale restringimento determina, in occasione di eventi di piena con tempo di ritorno superiore a 10 anni, un significativo effetto di rigurgito a monte dell'attraversamento, con un incremento dei livelli idrici dell'ordine di 50 cm in corrispondenza del ponte. Tale fenomeno comporta il superamento delle quote arginali, particolarmente basse in sinistra idraulica. La criticità risulta aggravata dal fatto che, immediatamente a monte dell'attraversamento autostradale e quindi del ponte di interesse, lo scolo Boracchia riceve gli apporti provenienti dalle reti di drenaggio delle vie Ca' Dolfin e Palla Strozzi, oltre ai deflussi generati dall'intero bacino agricolo posto a nord.

La modellazione idrodinamica allo stato di progetto dimostra come l'eliminazione della strozzatura causata dal ponticello consenta un abbassamento dei livelli idrici nel profilo di massimo riempimento dello scolo Boracchia verso monte, dell'ordine di 25 cm a monte dell'attraversamento autostradale (in occasione di un evento con tempo di ritorno Tr 10 anni e durata di pioggia di 6 ore). In tali condizioni, l'abbassamento rispetto allo stato attuale è sensibile e dell'ordine di 10 cm fino all'intersezione dello scolo Boracchia con gli scoli Laterale SP3 Medio Nord - Medio Sud (via Bembo).



Permangono locali criticità lungo la viabilità secondaria per effetto dell'annullamento del franco idraulico. La causa è da attribuire alla configurazione altimetrica delle sedi stradali, poste a quote più depresse rispetto alle abitazioni e alla campagna circostante; tali infrastrutture assumono quindi il ruolo di vie preferenziali di scorrimento delle acque esondate, favorendone la propagazione lungo il reticolo viario.



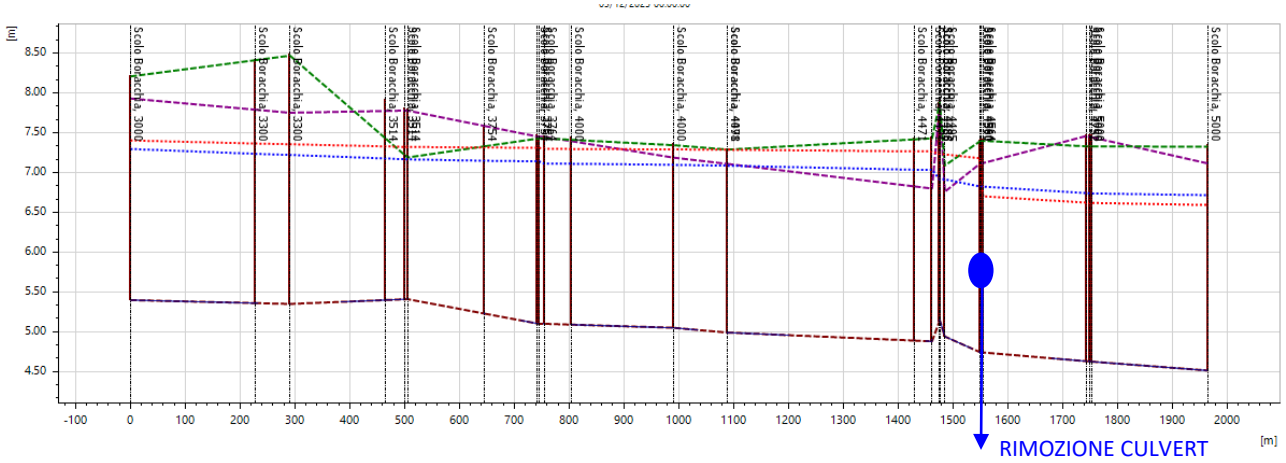


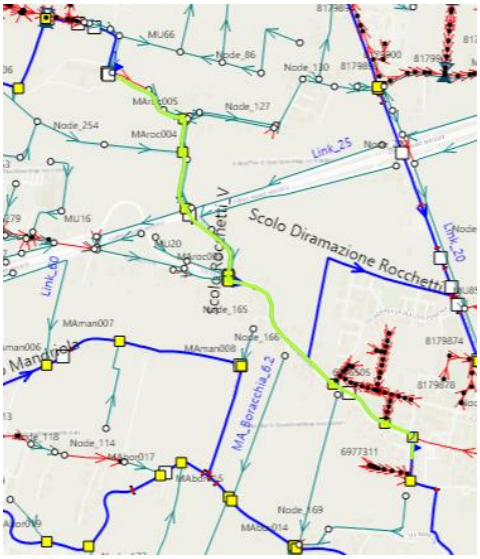
Figura 164- MA_07: profilo longitudinale scolo Boracchia in via Pozzoveggiani, intervento di progetto

(Tr 10 anni, tp 6 ore – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.7.2.8 MA_08: Nuovo bacino di laminazione di 5000 m³ a servizio dello scolo Rocchetti a monte del tombinamento di Salboro

La presente criticità idraulica è relativa a fenomeni di allagamento segnalati in generale a monte del tombinamento DN1200 dello scolo Rocchetti a margine di via Salboro e in particolare a nord dell'attraversamento della tangenziale Corso Primo Maggio, dove sono segnalate ripetute esondazioni dalla rete secondaria in via Fondà e in via Guasti.

Con la modellazione effettuata è stato possibile verificare che per tempi di ritorno superiori a 10 anni i livelli nel tratto tombinato risultano critici, anche se solo localmente confrontabili con il piano campagna, mentre a monte del tratto tombinato si instaurano livelli tali da provocare esondazioni dall'alveo nelle aree adiacenti. Dal profilo longitudinale riportato è possibile evidenziare i superamenti in sinistra idraulica a monte del tombinamento e a monte dell'attraversamento della tangenziale.



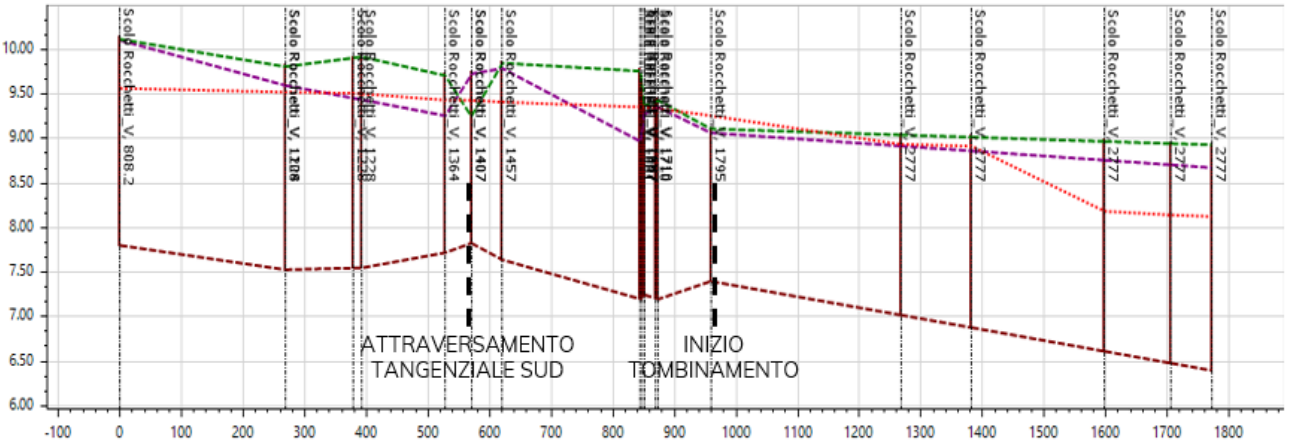


Figura 165- MA_08: profilo longitudinale scolo Rocchetti in via Bosco Wollemborg e via Salboro, stato di fatto

(Tr 10 anni, tp 3 ore – in rosso livello SDF)

L'intervento previsto consiste nella rimodellazione del terreno in una parte dell'area agricola in sinistra idraulica immediatamente a monte del tombinamento, a sud della tangenziale, in ambito di proprietà privata, finalizzata ad ottenere un volume utile di invaso di almeno 5000 m³, da collegare allo scolo esistente mediante un nuovo apposito manufatto sfioratore, atto a garantire un rapporto di diluizione elevato in occasione dell'attivazione dell'invaso.

Nell'intervento è considerata anche la pulizia e l'escavo del fondo in corrispondenza all'imbocco del tombinamento dello scolo Rocchetti, al fine di ottimizzare il libero deflusso delle acque in caso di eventi particolarmente intensi.

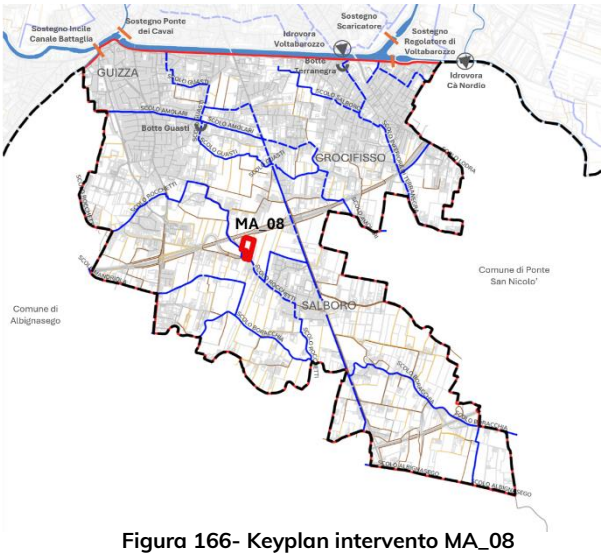
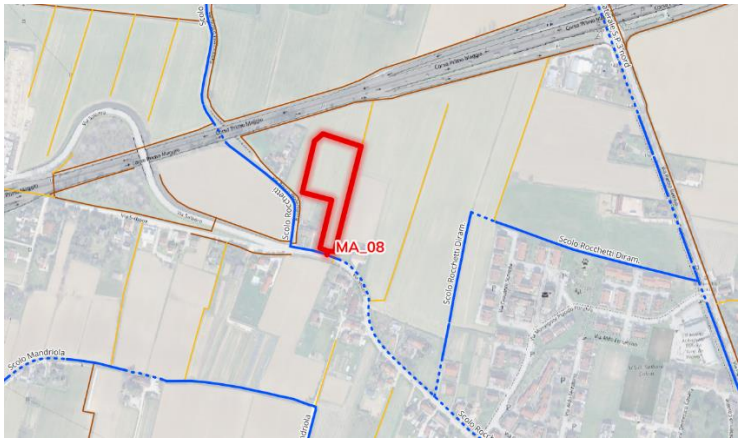


Figura 166- Keyplan intervento MA_08



La soluzione individuata consente una riduzione del sovralzo a monte generato dal tombinamento, con conseguente riduzione anche dei livelli di tutti i fossati minori collegati allo scolo. La realizzazione del bacino di laminazione è stata sviluppata come alternativa all'incremento della capacità di deflusso del tratto tombinato mediante un nuovo collettore scatolare, prevista in prima istanza. Rispetto a tale ipotesi, risultata più complessa sotto il profilo realizzativo, l'invaso permette di ottenere effetti analoghi in termini di mitigazione delle criticità idrauliche nel comparto di monte, con una soluzione complessivamente più agevole da attuare.

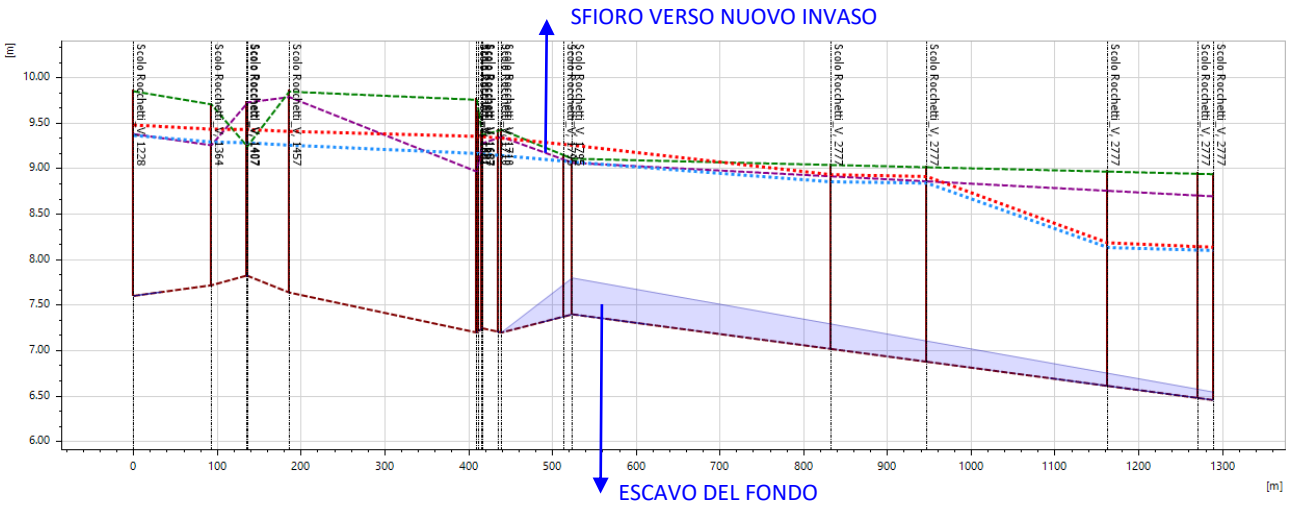


Figura 167- MA_08: profilo longitudinale scolo Rocchetti in via Bosco Wollemborg e via Salboro, intervento di progetto (Tr 10 anni, tp 3 ore – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

6.7.2.9 MA_09: Risezionamento fossato esistente tra via Guizza e via Bosco Wollemborg per la creazione di un bypass sullo scolo Rocchetti

La modellazione idrodinamica ha confermato diffuse insufficienze sia lungo lo scolo Rocchetti (in particolare nella parte di monte lungo via Fogazzaro) sia nella rete afferente in occasione di precipitazioni con durate medio-lunghe (3-6 ore) per tempi di ritorno Tr 10 anni.

L'intervento proposto consiste nel risezionamento del capofosso esistente che attraversa l'area agricola a sud di villa Wollemborg, che già allo stato attuale collega lo scolo Rocchetti da via Guizza a via Bosco Wollemborg.

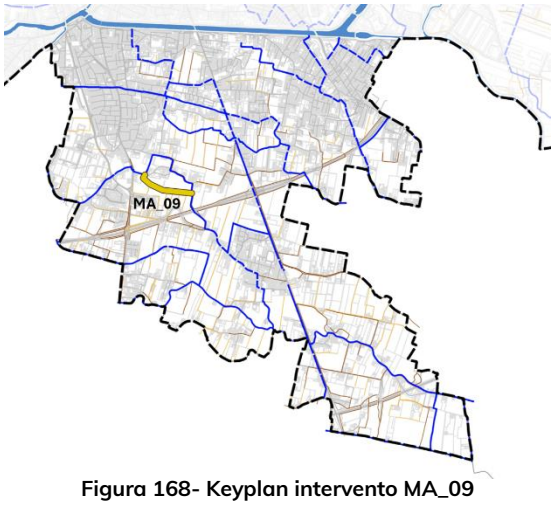


Figura 168- Keyplan intervento MA_09

Il capofosso oggetto di risezionamento ha estesa di circa 640 m e si prevede una sezione trasversale trapezia con cunetta di base larga 2 m, larghezza in sommità di 5 m e sponde 1:1,5.

Tale intervento consente la diversione dei deflussi verso una seconda via preferenziale, con un abbassamento dei massimi livelli lungo il tratto di scolo Rocchetti in cui confluiscono le reti di via Guizza e via Fogazzaro, nonché lo sfioro dalla rete di via Bosco Wollemborg – via Guasti, caratterizzato da diverse strozzature per attraversamenti carrai. I livelli più bassi lungo la tratta consentono anche la mitigazione di via Guasti per eventi con durate superiori all'ora (non impulsivi).

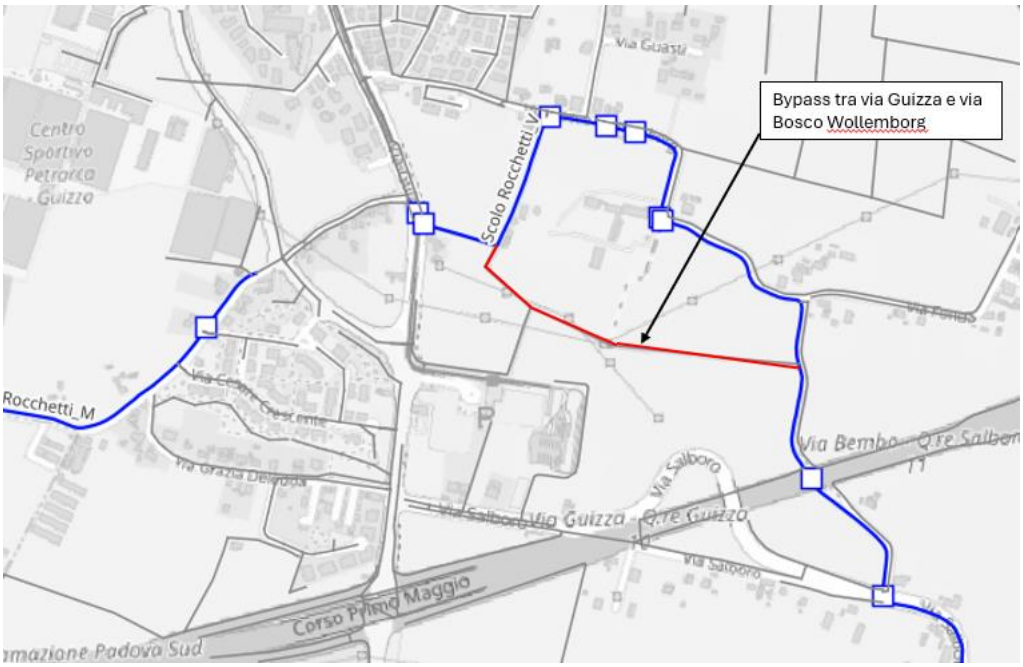


Figura 169- MA_09: Localizzazione dell'intervento di bypass tra via Guizza e via Bosco Wollemborg



Di seguito si riportano i profili longitudinali dello scolo Rocchetti lungo il tracciato evidenziato in verde, a partire da via Fogazzaro fino all'incrocio con via Salboro, nella configurazione attuale e di progetto a confronto.

Dal grafico si osserva che l'introduzione del nuovo bypass determina una sensibile riduzione dei livelli massimi lungo la tratta a monte dell'opera e a nord di Villa Wollemborg. I livelli di progetto (in blu) si attestano sistematicamente a quote inferiori rispetto ai corrispondenti livelli di stato di fatto (in rosso), evidenziando una diminuzione del rigurgito generato dal susseguirsi dei tombinamenti esistenti.

L'effetto del bypass risulta particolarmente evidente nel tratto compreso tra circa 800 m e 1.500 m, dove la linea dei massimi di progetto assume un andamento più uniforme e si mantiene a quote inferiori fino a 30 cm rispetto alla situazione attuale. Tale comportamento indica che parte delle portate viene intercettata e trasferita attraverso il nuovo collegamento, alleggerendo il carico idraulico sul corso d'acqua principale e aumentando la capacità complessiva di smaltimento del sistema.

A valle dell'immissione del bypass si osserva un contenuto incremento dei livelli, dovuto alla restituzione delle portate derivate; tuttavia, tale aumento risulta localizzato e non compromette il beneficio complessivo ottenuto nel tratto di monte. Nel complesso, l'intervento consente quindi di ridurre i livelli di piena e le condizioni di rigurgito nelle sezioni maggiormente critiche, migliorando il funzionamento idraulico dell'asta e contribuendo alla mitigazione del rischio di esondazione nelle aree limitrofe.

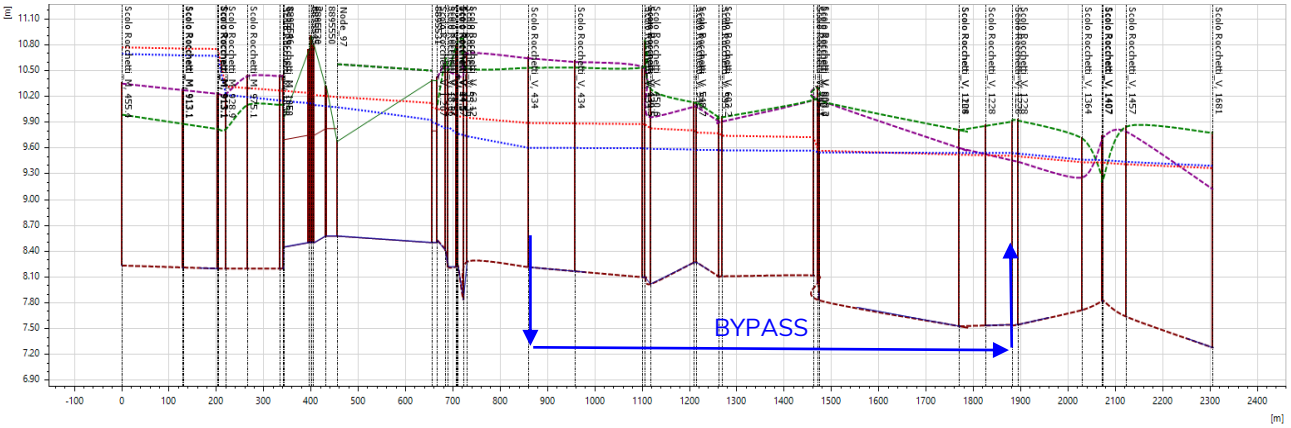


Figura 170- MA_09: profilo longitudinale scolo Rocchetti in via Fogazzaro, via Guizza e via Bosco Wollemborg, stato di progetto (Tr 10 anni, tp 3 ore – in rosso livello SDF, in blu livello SDP)

7. CONCLUSIONI

La presente relazione ha illustrato le analisi idrologico-idrauliche svolte a supporto del Piano delle Acque del Comune di Padova. Lo studio si è basato su modelli matematici integrati della rete di fognatura e della rete di bonifica, sviluppati con il software MIKE+ per i bacini Fossetta, Brusegana, Centro Storico, Padova Sud e APS, Idrovia, Colli e Maestro. I modelli sono stati costruiti a partire dai rilievi delle reti e delle sezioni dei corsi d'acqua, dalla carta dell'uso del suolo e dalla suddivisione del territorio in sottobacini, e sono stati tarati sulla base delle campagne di misura disponibili (AcegasApsAmga e Consorzio di Bonifica Bacchiglione) e delle segnalazioni di allagamento pervenute da cittadini ed enti.

Le simulazioni sono state condotte per eventi di progetto con tempo di ritorno pari a 2, 5 e 10 anni, rappresentati mediante ietogrammi rettangolari di durata variabile. I risultati confermano che la rete urbana è sollecitata in modo più gravoso dagli eventi brevi e intensi: la durata critica è risultata pari a 30 minuti per l'area urbanizzata del bacino Maestro, a 45 minuti per il Centro Storico e per Padova Sud e a 1 ora per i bacini Fossetta, Brusegana, Idrovia e Colli. La rete di bonifica e le porzioni rurali del territorio risentono invece maggiormente di precipitazioni di durata più lunga, dell'ordine di alcune ore.

Nella maggior parte dei casi le criticità individuate non sono riconducibili all'insufficienza dei recapiti finali, ma ai limiti della rete di drenaggio locale: tratti sottodimensionati, frequenti variazioni di sezione e restringimenti, tombinamenti e attraversamenti inadeguati, discontinuità e scarsa efficienza del reticolo minore di fossi e capofossi.

Sulla base di tali risultati è stato definito, per ciascun bacino, un insieme di interventi verificati con il modello allo stato di progetto: quattro interventi nel bacino Fossetta (FO_01-FO_04), sette nel bacino Brusegana (BR_01-BR_07), quattro nel bacino Padova Sud (PA_01-PA_04), valutati anche in combinazione, quattro gruppi di interventi nel bacino Colli (CO_01-CO_04) e nove nel bacino Maestro (MA_01-MA_09). Le soluzioni proposte comprendono il potenziamento delle condotte con nuovi scatolari, la realizzazione di aree e bacini di laminazione, nuovi sfiori e collegamenti tra le reti, il risezionamento di fossi e capofossi, la rimozione di strozzature e, per Padova Sud, una nuova idrovora in via Cremonino. Le simulazioni mostrano per tutti gli interventi una riduzione dei livelli e dei superamenti del piano campagna nelle aree critiche.

Per il Centro Storico, considerate le criticità limitate, il ridotto numero di segnalazioni e gli interventi già realizzati dagli enti competenti, le analisi sono state condotte sul solo stato di fatto. Lo stato di progetto del bacino Idrovia è invece riportato nell'addendum al Piano delle Acque (elaborato P25068-A-72-0A.00-RIL-r00).

I risultati vanno letti tenendo conto delle incertezze residue sulla configurazione della rete in alcune zone, già segnalate ai gestori, e dell'ipotesi di condotte in condizioni ideali, senza depositi o cedimenti. Gli interventi individuati hanno carattere pianificatorio e dovranno essere approfonditi e dimensionati nelle successive fasi progettuali, in coordinamento con AcegasApsAmga e con il Consorzio di Bonifica Bacchiglione. Si raccomanda inoltre di aggiornare periodicamente i modelli sulla base di nuovi rilievi, campagne di misura e opere realizzate, così che il Piano resti uno strumento di riferimento per la gestione del rischio idraulico nel territorio comunale.

Per la rappresentazione cartografica dei risultati si rimanda alle tavole da P24086-A-72-12.01-TAV-r00 a 12.08-TAV-r00 "Carta degli esiti della modellazione".

APPENDICE A- Caratteristiche tecniche dei software di simulazione idraulica

Modellazione della rete urbana

Il moto idraulico all'interno degli elementi monodimensionali che lavorano a superficie libera (sia le tratte fluviali aperte che le tubazioni) viene calcolato mediante l'integrazione delle equazioni di base di De Saint Venant (conservazione della massa e del momento).
Le equazioni sono le seguenti:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A}\right)}{\partial x} + gA\frac{\partial y}{\partial x} + gAI_f = gAI_0 \qquad (2)$$

dove:

- A area bagnata del condotto;
- Q portata;
- y livello idrico;
- x distanza lungo l'asse del condotto;
- t tempo;
- g accelerazione di gravità;
- α coefficiente di distribuzione della velocità;
- I_0 pendenza del fondo;
- I_f cadente piezometrica.

In particolare, la (1) è l'equazione di continuità in moto vario in assenza di afflussi e deflussi laterali, la (2) è l'equazione del momento della quantità di moto; quest'ultima può essere scritta in più forme, in funzione della scelta delle variabili dipendenti. La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell'utente): in MIKE+ sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook-White, Manning e Hazen-Williams. Le equazioni vengono trasformate in un insieme di equazioni implicite alle differenze finite su una griglia computazionale costituita dall'alternanza di punti q e h, ovvero sia portata e livello rispettivamente. Lo schema numerico adottato è lo schema implicito dei 6 punti di Abbott-Ionescu (1967), riportato nella figura seguente. L'idea di base è usare valori adiacenti nel tempo e nello spazio per scrivere le derivate di q ed h e quindi convertire le due equazioni di Saint-Venant in un insieme di equazioni implicite alle differenze finite accoppiate.

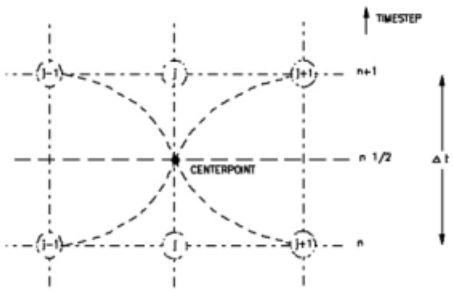


Figura 7 – Schema a 6 punti di Abbott

Le equazioni di cui sopra sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione; per permettere al software 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 è possibile utilizzare un sistema di equazioni più appropriato che elimina l'artifizio dello slot).
L'applicabilità di questo metodo di soluzione è stata testata in centinaia di studi e applicazioni anche con riscontri di misure idrometriche ottenuti su bacini sperimentali. La soluzione a moto vario consente inoltre di rappresentare l'effetto di laminazione dei volumi invasati nelle condotte, nei pozzetti e nelle vasche di accumulo inserite nel modello, nonché i fenomeni di rigurgito tra rami della rete e in corrispondenza dei manufatti di sfioro e di sollevamento.

Modellazione della rete a cielo aperto

Il modello idrodinamico *MIKE+ nel modulo "River"* utilizza uno schema implicito alle differenze finite per il calcolo dei flussi a moto vario nei corsi d'acqua superficiali. Il modulo può descrivere correnti subcritiche e supercritiche attraverso un sistema numerico che si adatta in funzione delle condizioni di flusso locali (nel tempo e nello spazio).
Il modello consente il calcolo idraulico monodimensionale di canali naturali ed artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori, paratoie, ecc.) eventualmente presenti nel sistema. Possono essere modellati sia canali singoli che reti chiuse o aperte di canali naturali o artificiali. Possono altresì essere integrati dal modello profili di corrente lenta, veloce e di tipo "misto". Sono inoltre inclusi moduli computazionali avanzati per la descrizione del flusso su opere idrauliche regolabili.
Il modello idrodinamico simula il flusso descrivibile attraverso i diversi approcci dell'"onda cinematica", dell'"onda diffusiva" e dell'"onda dinamica", considerando i seguenti fenomeni: portate laterali, flusso libero o rigurgitato, differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, aree d'espansione, nodi idraulici (biforcazioni e convergenze).
A seconda del tipo di problema da descrivere, l'utente può scegliere l'approccio più appropriato al caso di studio. In questo caso si è scelto di utilizzare l'approccio dell'"onda dinamica", che utilizza l'equazione completa del moto, comprese le forze di accelerazione, consentendo la simulazione di transitori rapidi, flussi di marea, profili di rigurgito variabili rapidamente, onde di piena, ecc. Il modello risolve le equazioni della quantità di moto e di continuità (De Saint Venant) sulla base delle seguenti ipotesi:

- fluido incomprimibile ed omogeneo, con variazione trascurabile di densità;

- pendenza del fondo ridotta;
- onde lunghe in acque basse (questo assicura che il flusso ovunque può essere considerato come con direzione parallela al fondo, cioè vengono trascurate le accelerazioni verticali e si assume una variazione idrostatica della pressione sulla verticale);
- flusso subcritico (corrente lenta).

Le equazioni risolte dal modello sono quelle di De Saint Venant:

$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial S}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}-q_f=0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial (VQ)}{\partial x}+gA(\frac{\partial z}{\partial x}+S_f)=0$$

dove: A è l'area liquida [m²]
S è il volume liquido [m³]
t è il tempo [s]
Q è la portata [m³/s]
x è la distanza progressiva lungo il canale [m]
q_f è la portata lateralmente affluente per unità di lunghezza [m²/s]
V è la velocità [m/s]
g è l'accelerazione di gravità [m/s²]
z è l'elevazione del fondo del canale rispetto ad un prefissato riferimento [m]
S_f è la pendenza della linea dell'energia [-].

L'effetto di eventuali strutture (ponti, tombinamenti, ecc.) sul profilo di moto è descritto introducendo in corrispondenza ad esse una perdita di carico localizzata S_h dipendente dalle caratteristiche geometriche del manufatto e dalle grandezze del moto (tirante e velocità) in corrispondenza ad esso.
Le equazioni vengono trasformate in un insieme di equazioni implicite alle differenze finite su una griglia computazionale costituita dall'alternanza di punti Q e h, ovvero sia portata e livello rispettivamente.
Lo schema numerico adottato è lo schema implicito dei 6 punti di Abbott-Ionescu (1967). L'idea di base è usare valori adiacenti nel tempo e nello spazio per scrivere le derivate di Q ed h e quindi convertire le due equazioni di Saint-Venant in un insieme di equazioni implicite alle differenze finite accoppiate.
La griglia computazionale è generata automaticamente sulla base della geometria implementata. I punti Q sono posizionati a metà dei tratti tra due punti h e sulle strutture. I punti h si trovano sulle sezioni. Il flusso, per convenzione, è definito positivo lungo la direzione x positiva.

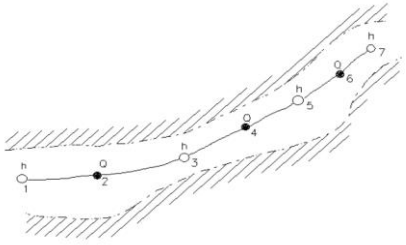


Figura 171- Tratto di canale modellato con ubicazione della griglia computazionale

Si noti che la metodologia di calcolo a moto vario è in grado di tener conto anche dei volumi in gioco e quindi di tener conto delle attenuazioni dell'onda di piena quando questa riempie dei volumi disponibili in alveo o in vere e proprie vasche di espansione opportunamente rappresentate nel modello.