



# COMUNE DI MIRA

Piazza IX Martiri, 3 - 30034 MIRA (VE)

Via Rovereto, 12 - 30174 VENEZIA  
e-mail: consorzio@acquerisorgive.it  
www.acquerisorgive.it



01.02.00 RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

## PIANO DELLE ACQUE COMUNALE

DATA		ELABORATO							
DICEMBRE 2014		RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA							
SCALA									
CODICE ELABORATO						GRUPPO DI LAVORO			
AR011	PA	01	02	00	RESP	02	COMUNE DI MIRA		
ing. Carlo Bendoricchio Consorzio di Bonifica ACQUE RISORGIVE DIRETTORE						Lorenzo Fontana Sabrina Zabotto	Alberto Franceschini Nicola Trevisan	Giorgio Mescalchin	
						CONSORZIO DI BONIFICA ACQUE RISORGIVE			
ing. Michele Caffini Consorzio di Bonifica ACQUE RISORGIVE DIRIGENTE AREA TECNICA						Luca Mason Matteo Bianchi	Giuliano Frison Italo Poletto	Martino Cazzin Gregorio Marinetto	
REV. N°	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE				REDIGE	VERIFICA	APPROVA	
2	27-09-2018	Correzioni e integrazioni				L. Mason	D. Denurchis	M. Caffini	
1	12-03-2015	Correzioni e integrazioni				L. Mason	L. Mason	M. Caffini	
0	09-12-2014	Prima emissione				L. Mason	L. Mason	M. Caffini	

AR011 PA

## Sommario

Premesse .....	3
1. Descrizione del modello .....	4
1.1. Condizioni al contorno e parametri assunti .....	4
2. Suddivisione in bacini .....	5
3. Definizione degli eventi pluviometrici di progetto .....	6
Regionalizzazione delle piogge .....	6
Scelta degli eventi.....	6
4. Taratura .....	7
5. Modello “Lusore” .....	8
5.1. Descrizione del bacino .....	8
5.2. Pluviogrammi di progetto .....	17
5.3. Condizioni al contorno .....	19
5.4. Simulazione dello stato di fatto .....	20
5.5. Individuazione criticità .....	21
5.6. Individuazione interventi .....	22
5.7. Interventi in fase di realizzazione .....	23
5.8. Interventi di manutenzione .....	24
5.9. Interventi di progetto .....	41
5.10. Verifica dello stato di progetto .....	55
6. Modello “Dogaletto” .....	56
6.1. Descrizione del bacino .....	56
6.2. Pluviogrammi di progetto .....	65
6.3. Condizioni al contorno .....	67
6.4. Simulazione dello stato di fatto .....	68
6.5. Individuazione criticità .....	69
6.6. Individuazione interventi .....	70
6.7. Interventi in fase di realizzazione .....	71
6.8. Interventi di manutenzione .....	73
6.9. Interventi di progetto .....	90
6.10. Verifica dello stato di progetto .....	108
7. Elenco interventi .....	109
7.1. Misure di mitigazione e compensazione .....	113

7.2. Interventi sui corsi del Naviglio Brenta, Taglio Novissimo e collaterali .....	114
8. Conclusioni .....	115
9. Appendice: descrizione del modello di calcolo epa swmm .....	116
9.1. Generalità .....	116
9.2. Descrizione matematica del modello di calcolo.....	117
Equazioni Generali .....	117
Soluzione generica per i tratti .....	119
Calcolo delle caratteristiche medie dei tratti.....	120
Descrizione del processo fisico di formazione dei deflussi .....	121
Meccanismo di generazione dei deflussi superficiali .....	122
Formulazione del modello matematico .....	123

## PREMESSE

Nell'ambito del Piano delle Acque del Comune di Mira è stato sviluppato il presente studio idrologico-idraulico del territorio indagato e dei corsi d'acqua principali che lo attraversano; lo studio ha comportato il rilievo piano altimetrico delle principali dorsali della fognatura bianca e mista, della rete consortile e delle principali affossature presenti sul territorio comunale.

## 1. DESCRIZIONE DEL MODELLO

Per la simulazione numerica del territorio comunale si è utilizzato il modello EPA SWMM, che risolvendo le equazioni di De Saint Venant a moto vario, consente di verificare il comportamento delle condotte e dei canali scegliendo l'evento meteorico di progetto. Tale modello matematico è uno dei più validi e utilizzati nell'ambito della modellazione di reti fognarie di acque meteoriche e ha il vantaggio di essere basato su software di libera distribuzione.

La rete viene schematizzata in una maglia nodi-tronchi con la possibilità di inserire particolari manufatti quali sfioratori, pompe etc..

Le quote dei nodi e le caratteristiche dimensionali dei tronchi sono state definite attraverso i rilievi e i sopralluoghi effettuati.

I bacini imbriferi sono stati definiti attraverso i sopralluoghi e la mappatura delle affossature e delle condotte censite.

Per la trattazione teorica del modello SWMM utilizzato si rimanda all'appendice.

### 1.1. Condizioni al contorno e parametri assunti

I principali parametri di simulazione idraulica utilizzati sono i seguenti:

- Scabrezza canali:  $0.05 \text{ s/m}^{(1/3)}$ ;
- Scabrezza tubazioni:  $0.02 \text{ s/m}^{(1/3)}$ ;
- Coefficiente di perdita di carico sbocco tombinamenti/condotte: formula di Borda
- Coefficiente di perdita di carico imbocco tombinamenti/condotte: perdita sbocco/2
- Invasi superficiali aree pavimentate: 4 mm;
- Invasi superficiali aree permeabili: 4 mm.

Per ciò che attiene il modello di filtrazione: metodo SCS del Curve Number con attribuzione di un coefficiente CN alle aree agricole in base alla tipologia di suolo presente e all'applicazione di formule correttive che tengano conto della pendenza media presente.

## 2. SUDDIVISIONE IN BACINI

Il territorio comunale, essendo composto da bacini idraulicamente indipendenti è stato modellato numericamente in maniera separata.

Il territorio comunale e quello dei comuni limitrofi afferente alla rete modellata numericamente è stata suddiviso in sottobacini e per ciascuno di questi è stato individuato il punto di immissione nella rete. Ogni sottobacino è caratterizzato anche da un differente grado di impermeabilizzazione calcolato a partire dallo studio dell'uso del suolo del 2009 della Regione Veneto e aggiornato nelle aree oggetto di recente trasformazione dell'uso del suolo.

La rappresentazione grafica dei modelli è rappresentata nella tavola 03.01.00.

Le piccole porzioni di territorio comunale non indagate nel Piano delle Acque ricadono all'interno di bacini già indagati in altri Piani delle Acque (zona "Ca' Dandolo" confinante con Mira) o oggetto di recenti lavori risolutivi delle criticità idrauliche esistenti (Brentelle).

### 3. DEFINIZIONE DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI DI PROGETTO

#### Regionalizzazione delle piogge

Per quanto riguarda la definizione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica si rimanda al corrispondente capitolo presente all'interno della Relazione Generale (doc. 01.01.00).

#### Scelta degli eventi

Le simulazioni numeriche sono state effettuate utilizzando pluviogrammi costanti relativi alle durate di pioggia comprese tra 1 e 24 ore con tempo di ritorno compresi tra i 5 e i 20 anni.

Per ogni modello sviluppato sono stati analizzati, attraverso numerose simulazioni, gli effetti delle varie precipitazioni andando ad approfondire e rappresentare i risultati degli eventi critici.

In linea di principio le precipitazioni intense ma brevi vanno a sollecitare maggiormente le zone urbane, caratterizzate da tempi di corrivazione brevi; diversamente, le precipitazioni prolungate 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.

Per ogni modello verranno rappresentati i risultati relativi a varie durate di precipitazione differenti in modo tale da descrivere in maniera completa il comportamento idrologico-idraulico. Una volta determinati gli interventi di progetto le relative simulazioni non sono state fatte solo sulle durate critiche precedentemente individuate ma su tutte la gamma di piogge (1-24 ore) in quanto l'inserimento di aree di laminazione e nuovi collegamenti può modificare la risposta della rete.

Per semplicità e uniformità i risultati delle simulazioni relative allo stato di progetto saranno riferiti agli stessi eventi meteo utilizzati per lo stato di fatto.

## 4. TARATURA

I modelli numerici realizzati sono caratterizzati anche da una serie di parametri la cui scelta, in prima battuta, è stata effettuata basandosi su valori ricavati in bibliografia e riferiti a condizioni simili (risposta idrologica del suolo, scabrezza canali e condotte, impermeabilizzazione del suolo in base all'uso).

Successivamente le operazioni di taratura sono state effettuate con una serie di simulazioni di recenti eventi di piena andando a confrontare i risultati teorici con quanto realmente registrato (livelli, volumi o allagamenti registrati in base al bacino di appartenenza).



## 5. MODELLO "LUSORE"

### 5.1. Descrizione del bacino

Il bacino descritto dal secondo modello numerico è quello relativo allo scolo Lusore: solo una porzione del bacino afferente è compreso nel territorio comunale di Mira. Il Lusore nasce come derivazione del Muson dei Sassi a nord della frazione di Borgoricco "San Michele delle Badesse" e, prima definendo il confine tra Camposampiero e Borgoricco stesso, poi passando per Villanova di Camposampiero, Campodarsego, Santa Maria di Sala e Mirano giunge fino a Mira per poi transitare nel comune di Venezia e sfociare in Laguna presso la zona portuale di Marghera.

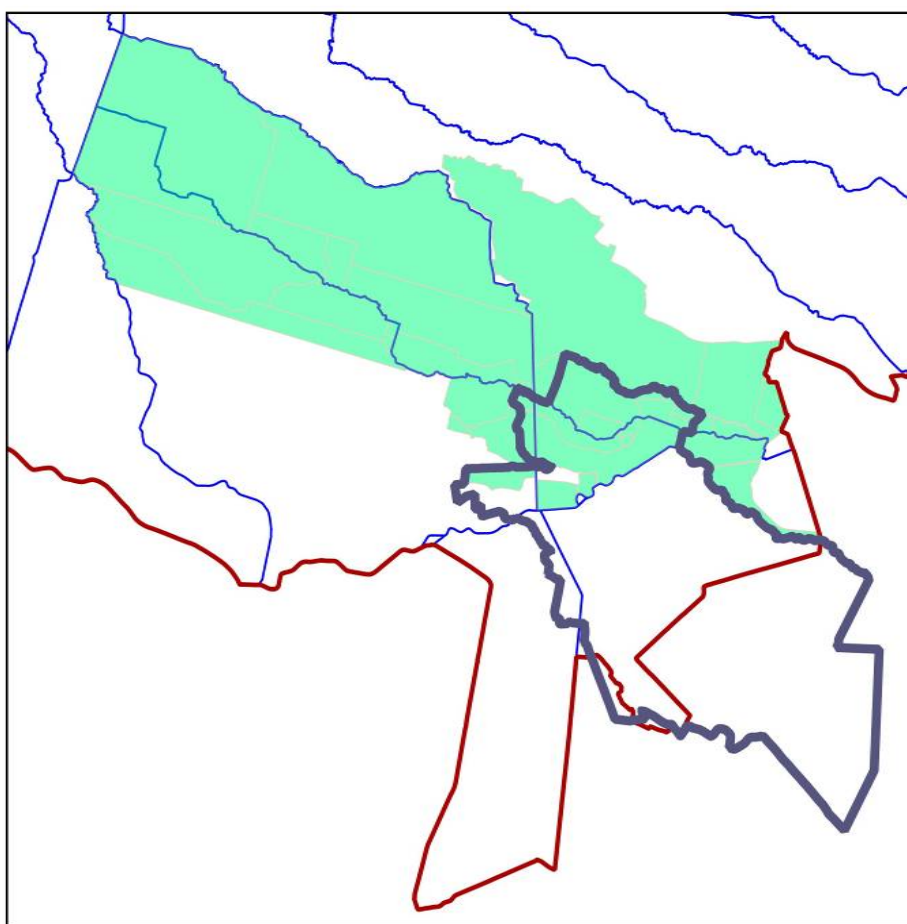


Figura 1. inquadramento bacino "Lusore"

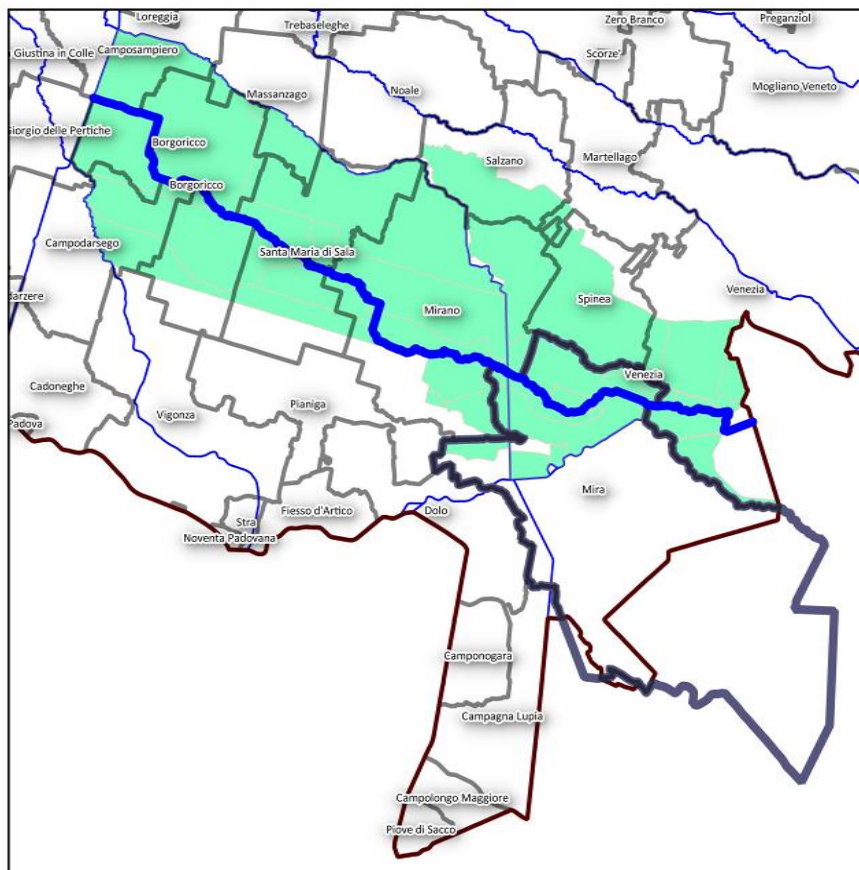


Figura 2. scolo Lusore, relativo bacino e confini comunali

Tale bacino del Lusore è suddiviso in sottobacini:

- Sottobacino scolo Lusore (a scolo naturale)
- Sottobacino scolo Menegon (a scolo naturale)
- Sottobacino scolo Cesenego (a scolo naturale)
- Sottobacino idrovora Lusore (a scolo alternato)
- Sottobacino scolo Rugoletto (a scolo alternato)
- Sottobacino scolo “scolo Meccanico” (a scolo meccanico)
- Sottobacino scolo Comuna (a scolo naturale con precipitazioni ordinarie, a scolo meccanico attraverso il nodo di “Ca’ Sabbioni” in occasione delle precipitazioni intense)

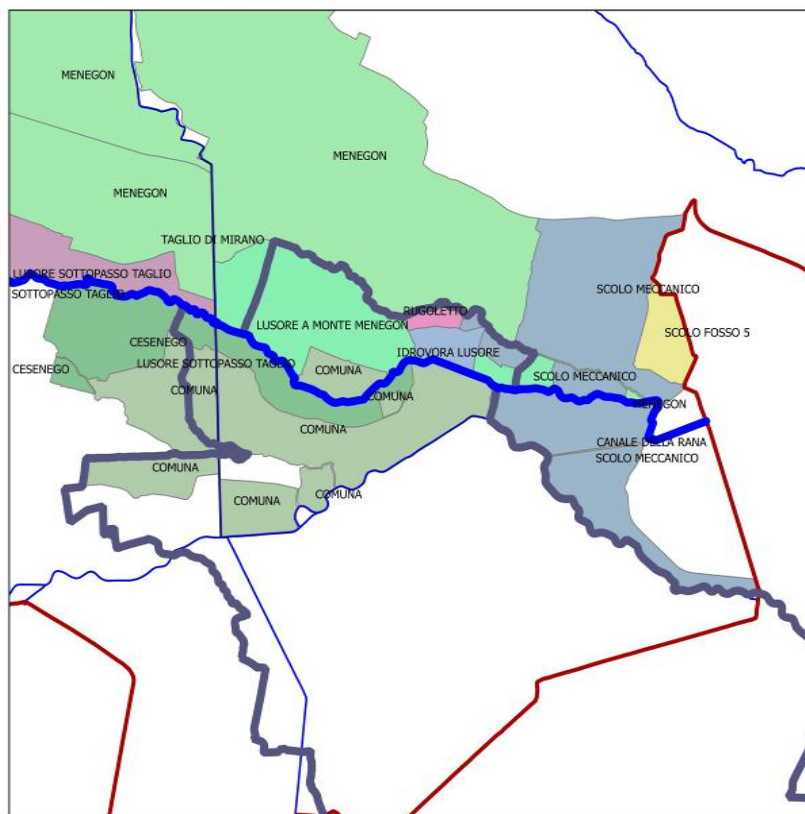


Figura 3. Suddivisione sottobacini per nome

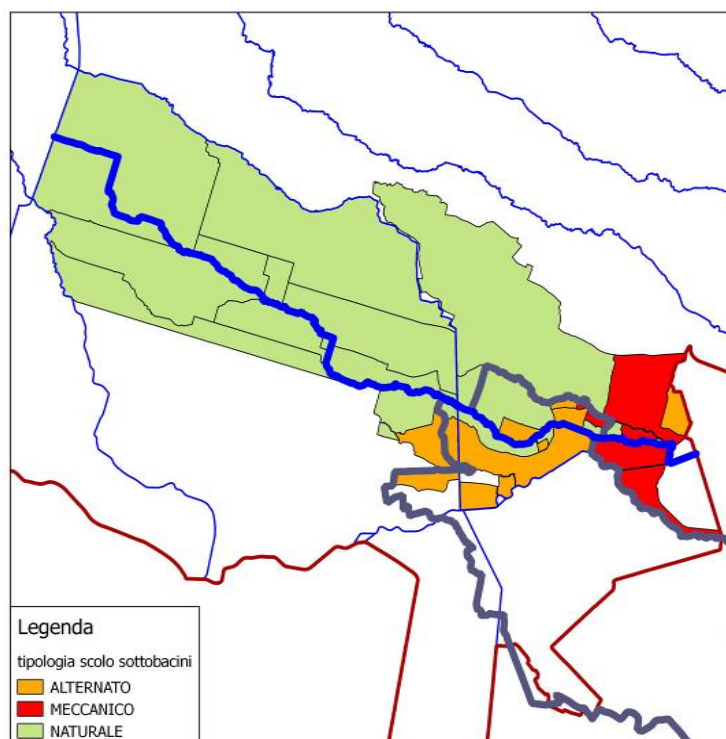


Figura 4. Suddivisione sottobacini tipologia di scolo

Le aree urbane sono caratterizzate dalla presenza di alcune aree servite da fognatura mista che recapita le proprie portate di piena nella rete consortile attraverso degli sfioratori, talvolta prevedendo il transito attraverso dei fossi privati.

La frazione di Marano recapita le proprie acque nello scolo Cesenego attraverso lo sfioratore di piena posto in via del Camoscio.

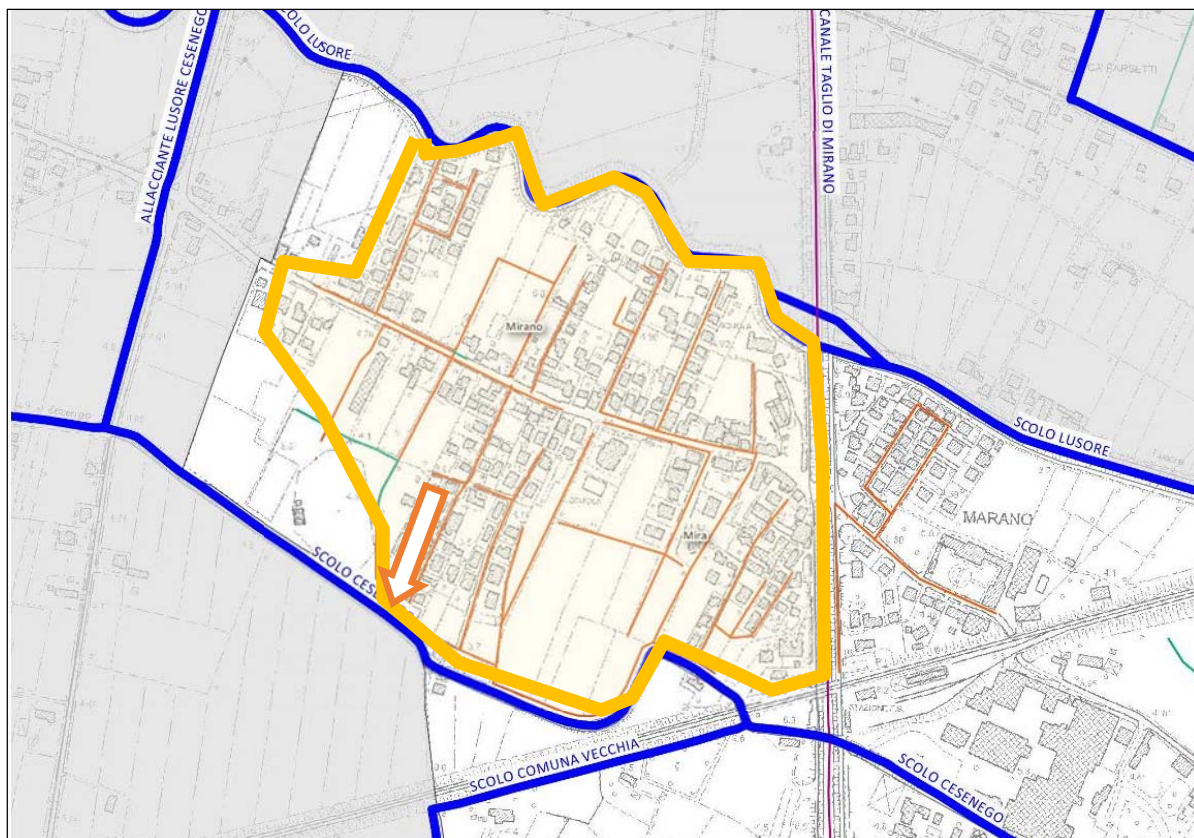


Figura 5. Individuazione bacino urbano di Marano afferente allo scolo Cesenego



Figura 6. Sfioratore di piena sullo scolo Cesenego

La frazione di Borbiago, nella sua parte a sud dello scolo Lusore recapita, tramite una rete di fognatura mista, le proprie nello scolo Comuna, in gestione al Consorzio di bonifica Acque Risorgive. Le acque sono convogliate in due condotte principali che vanno verso sud, una lungo via Valdarno e l'altra in corrispondenza di via Val di Non, fino a giungere presso l'impianto di modulazione e sfioro nel fosso Romagnolo che passa con una botte a sifone sotto lo scolo Cesenego.

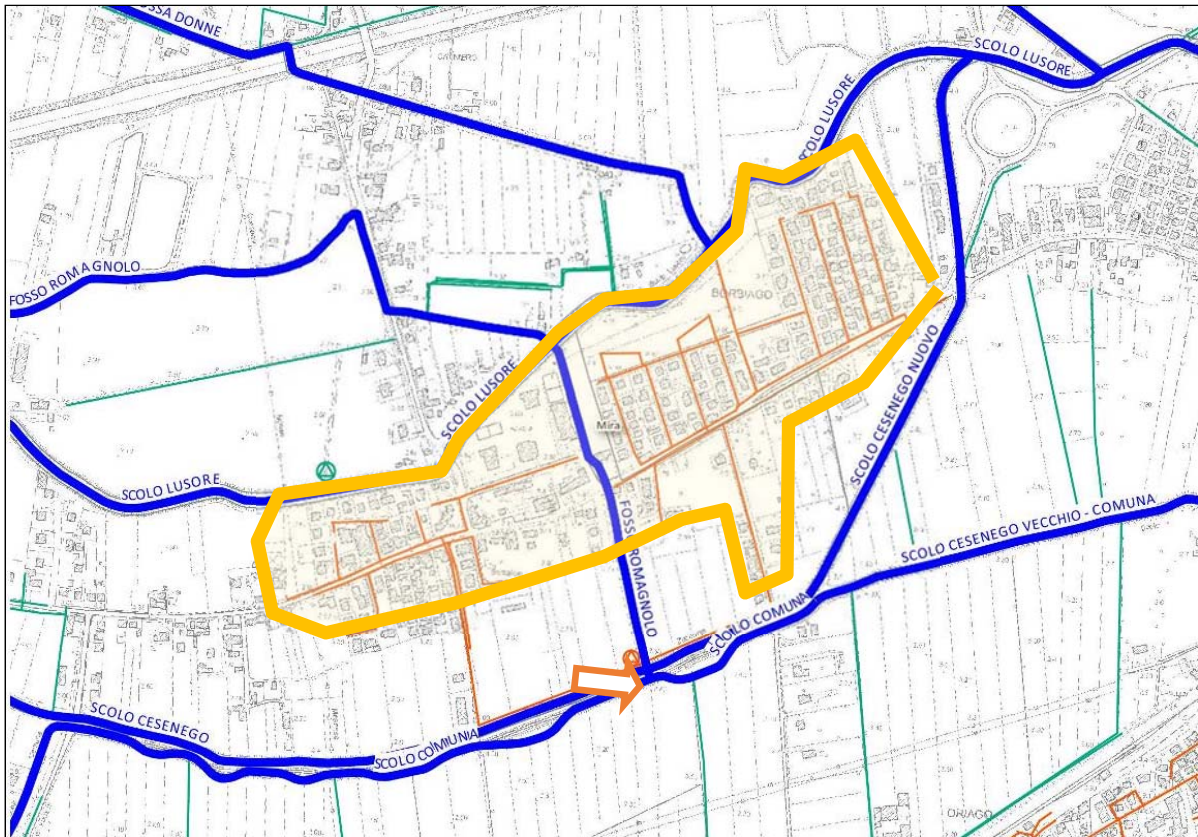


Figura 7. Individuazione bacino di Borbiago afferente allo scolo Comuna



Figura 8. Recapito nel fosso Romagnolo

Il capoluogo di Mira, nella porzione racchiusa tra Serraglio, Taglio di Mirano, Naviglio Brenta e lo scolo Pionca scaricano le proprie acque meteoriche attraverso una rete di fognatura di tipo misto con recapito finale attraverso l'impianto di modulazione e sfioro di via Zara nello scolo consortile Serraglietto; lo scolo Serraglietto dirigendosi verso nord sottopassa con un sifone lo scolo Pionca e recapita le proprie acque nello scolo Comuna.

Esistono attualmente due impianti di sollevamento di emergenza: uno in prossimità degli impianti sportivi da rugby in via Toti e uno in corrispondenza di via Gramsci.

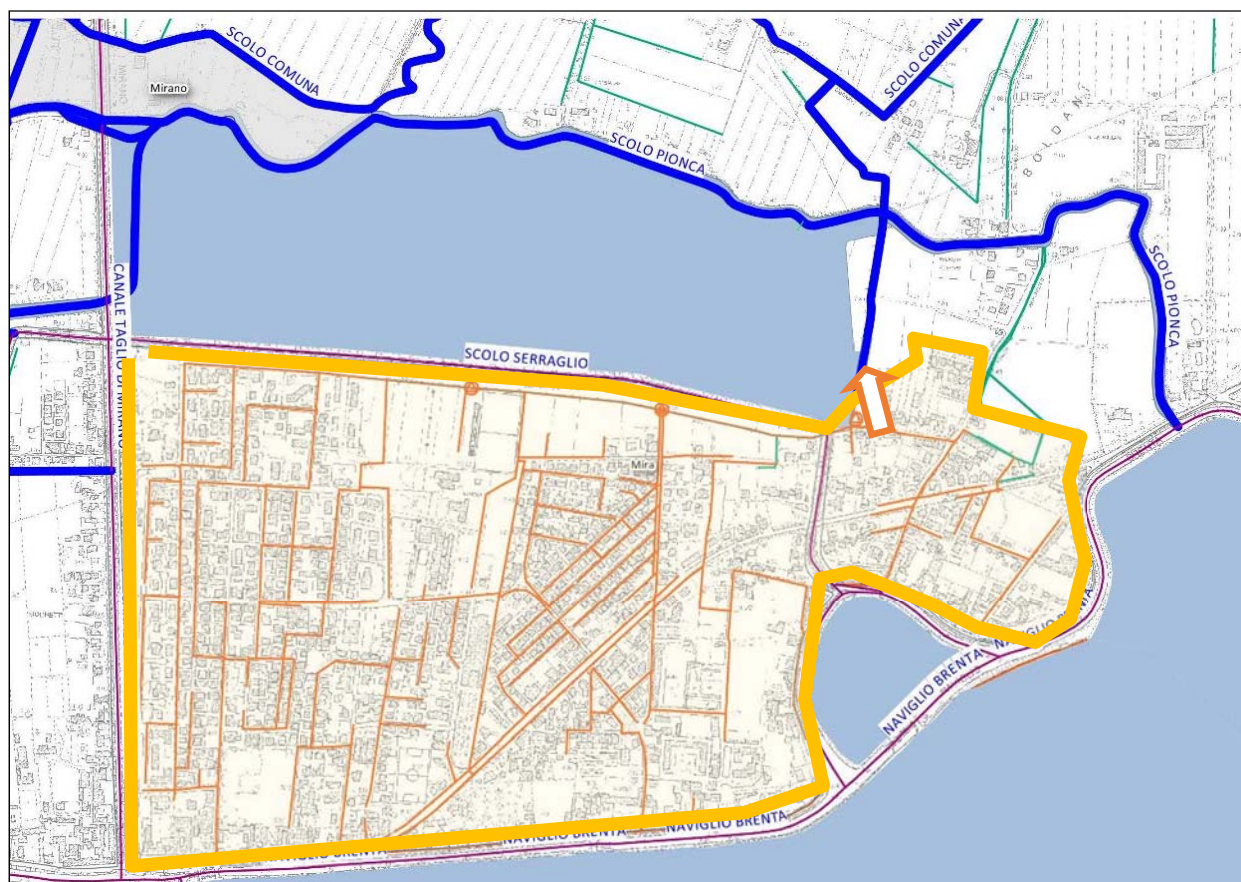


Figura 9. Individuazione bacino urbano afferente allo scolo Serraglietto

La porzione di Oriago a nord del Naviglio Brenta e a sud dello scolo Lusore ha quattro punti di recapito nello scolo Comuna attraverso la rete di fognatura mista.

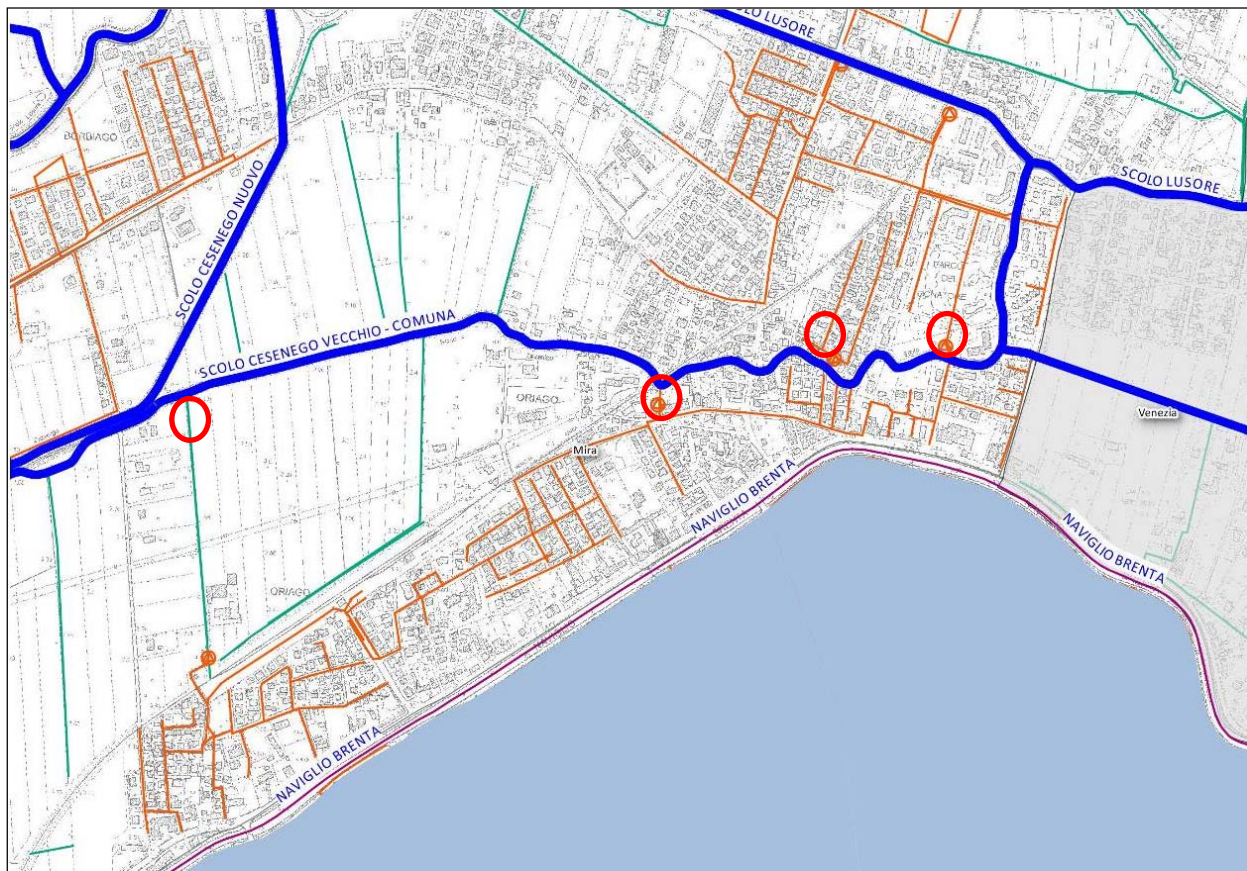


Figura 10. Oriago a nord del Naviglio Brenta - punti di collegamento con la rete consortile

Un primo scarico è costituito dallo sfioro dell'impianto di modulazione presente in via Monte Cavallo che recapita le acque meteoriche in un fosso privato che finisce nello scolo Comuna.

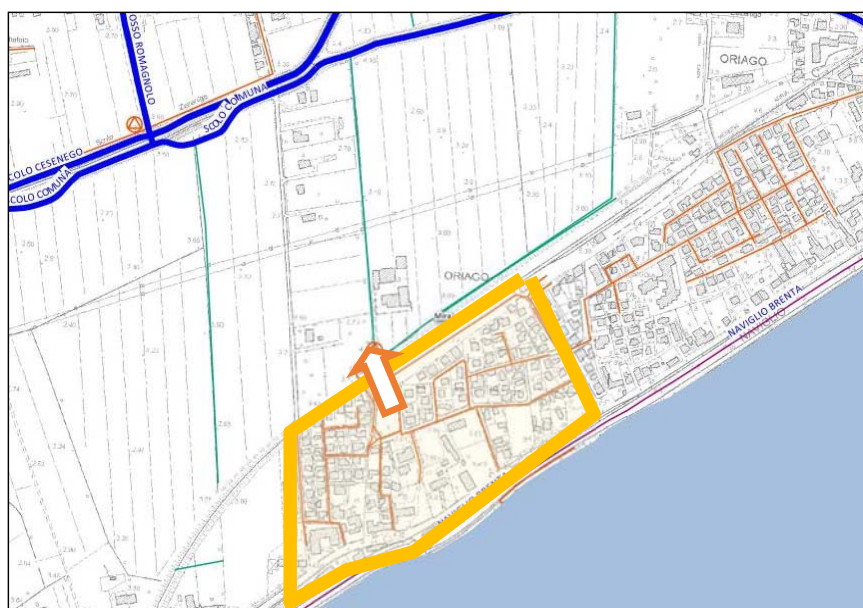


Figura 11. Punto di recapito "via Monte Cavallo" fognatura mista Oriago

## Piano delle Acque – Comune di Mira

Un secondo punto di recapito nella rete consortile, che serve un'area di consistenti dimensioni, è costituito dall'impianto di modulazione di via Veneto con scarico diretto nello scolo Comuna (detto anche Cesenego Vecchio).

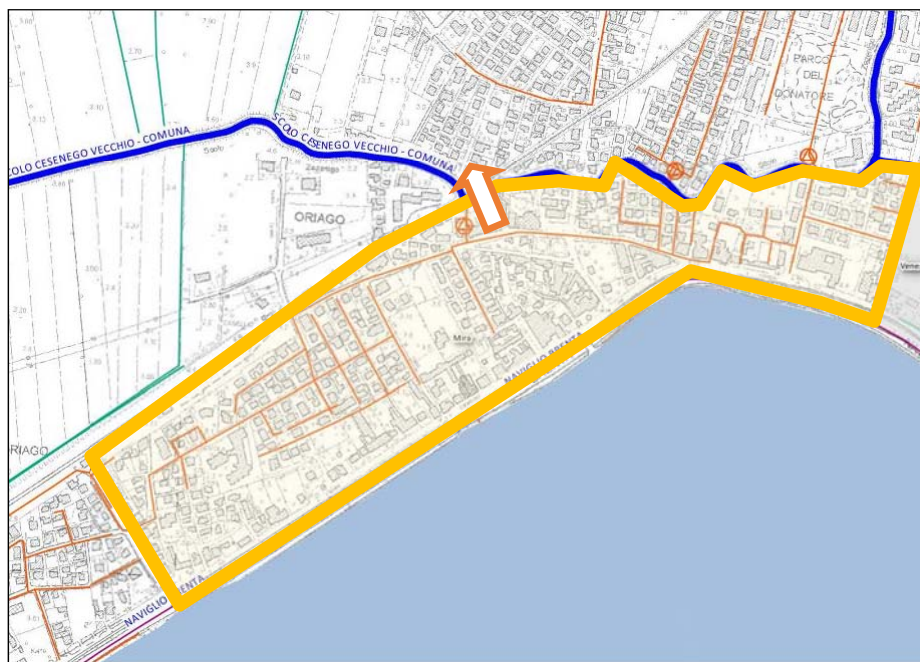


Figura 12. Punto di recapito "via Veneto" fognatura mista Oriago



Figura 13. Punto di recapito nello scolo Comuna (con porta a vento)



Un terzo punto di collegamento con la rete consortile (scolo Comuna) è costituito dal piccolo impianto di modulazione e sfioro posto in via Emilia.

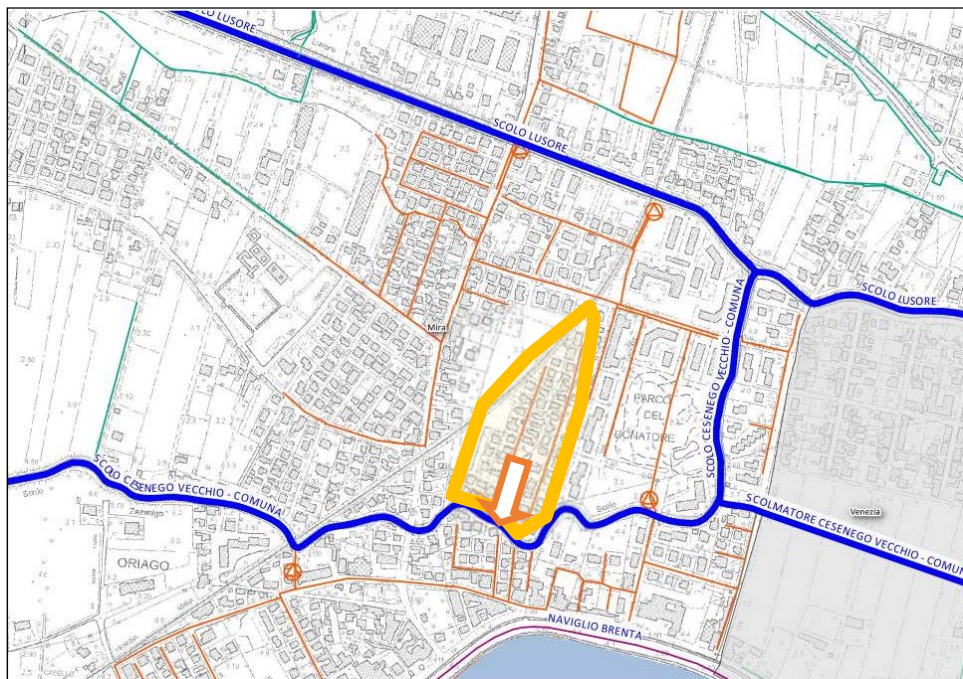
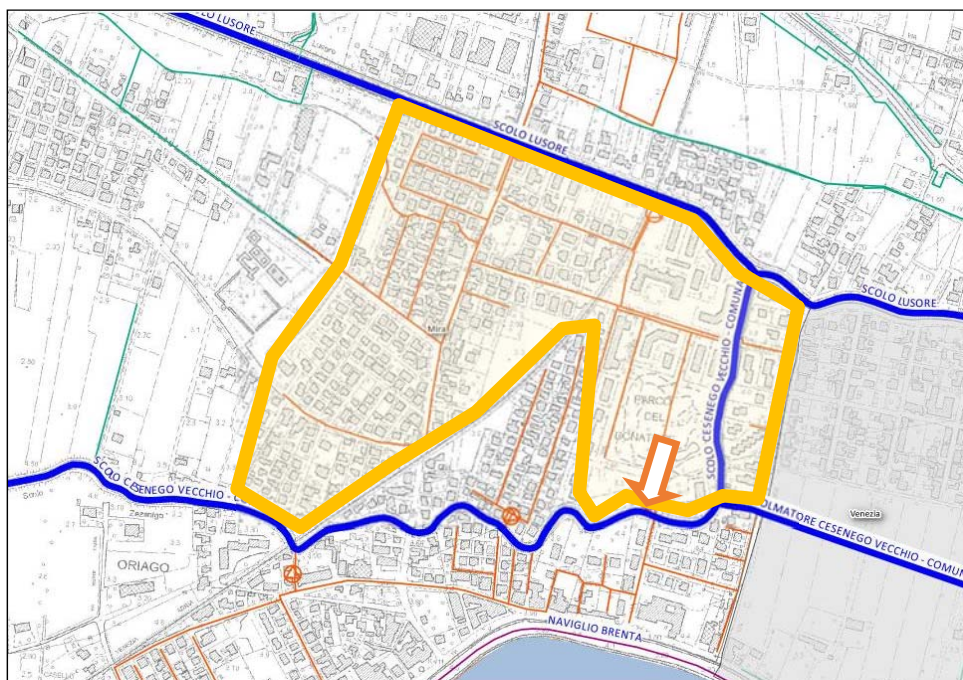


Figura 14. Porzione di territorio afferente all'impianto di via Emilia

Una consistente porzione di Oriago nord scarica le proprie acque meteoriche attraverso una fognatura mista che confluisce nello scolo Comuna presso l'impianto di modulazione e sfioro di via Romagna, recentemente oggetto di sistemazione.



## 5.2. Pluviogrammi di progetto

Tra tutte le durate di pioggia orarie comprese tra 1 ora e le 24 ore (e le semiorarie tra 1 e 3 ore) sono state scelte le quattro durate di precipitazione che evidenziano in misura maggiore le criticità delle rete di smaltimento delle acque meteoriche.

L'evento di durata oraria sollecita la porzione urbana della rete caratterizzato da pari tempo di corrivazione generando invece nella rete a valle medio-bassi gradi di riempimento.

Relativamente all'evento più breve e intenso, 1 ora, è stato necessario abbassare la scelta del tempo di ritorno di simulazione e identificazione degli interventi di progetto fino a 5 anni per ottenere interventi di progetto che fossero sostenibili e realizzabili; questo a causa dell'ampia estensione dei centri urbani. A tal riguardo è bene evidenziare che, volendo raggiungere livelli di sicurezza idraulica maggiore, diverrebbe necessario rifare non soltanto la rete principale ma tutta la rete di raccolta delle acque meteoriche esistente (caditoie, baffi di allacciamento, rete secondaria).

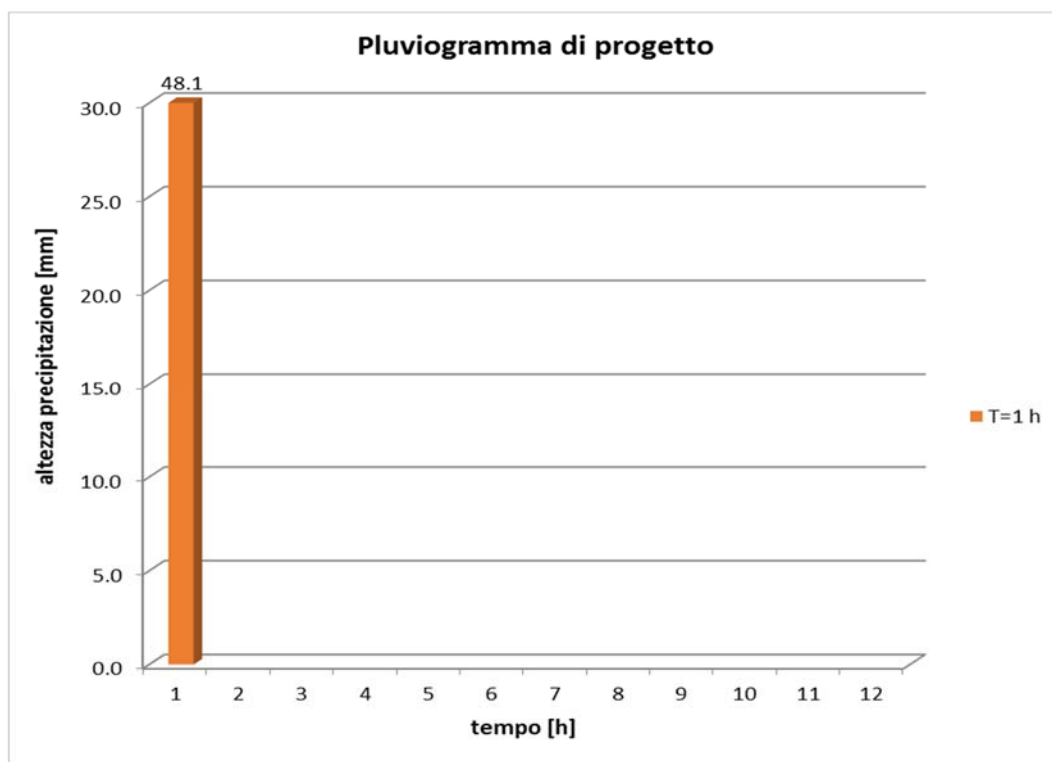


Figura 15. Pluviogramma T=1 h Tr= 5 anni

Con l'aumentare della durata della precipitazione la porzione di rete maggiormente sollecitata diventa quella con tempi di corrivazione maggiori (scoli consortili)

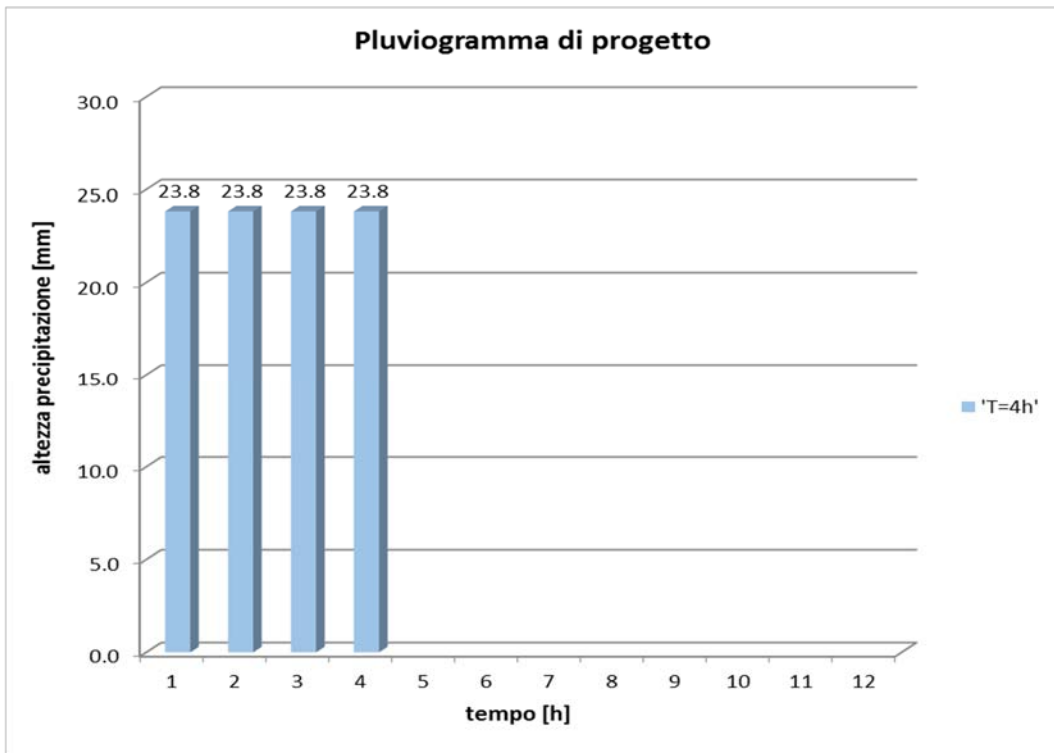


Figura 16. Pluviogramma T=4 h Tr= 20 anni

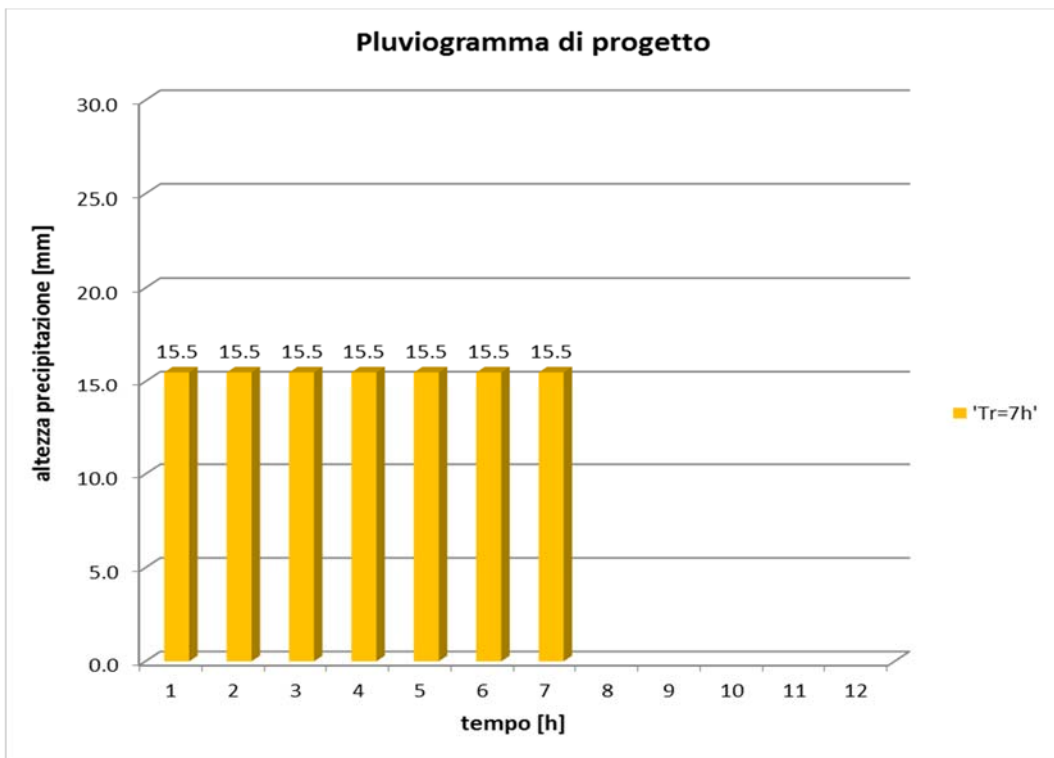


Figura 17. Pluviogramma T=7 h Tr= 20 anni

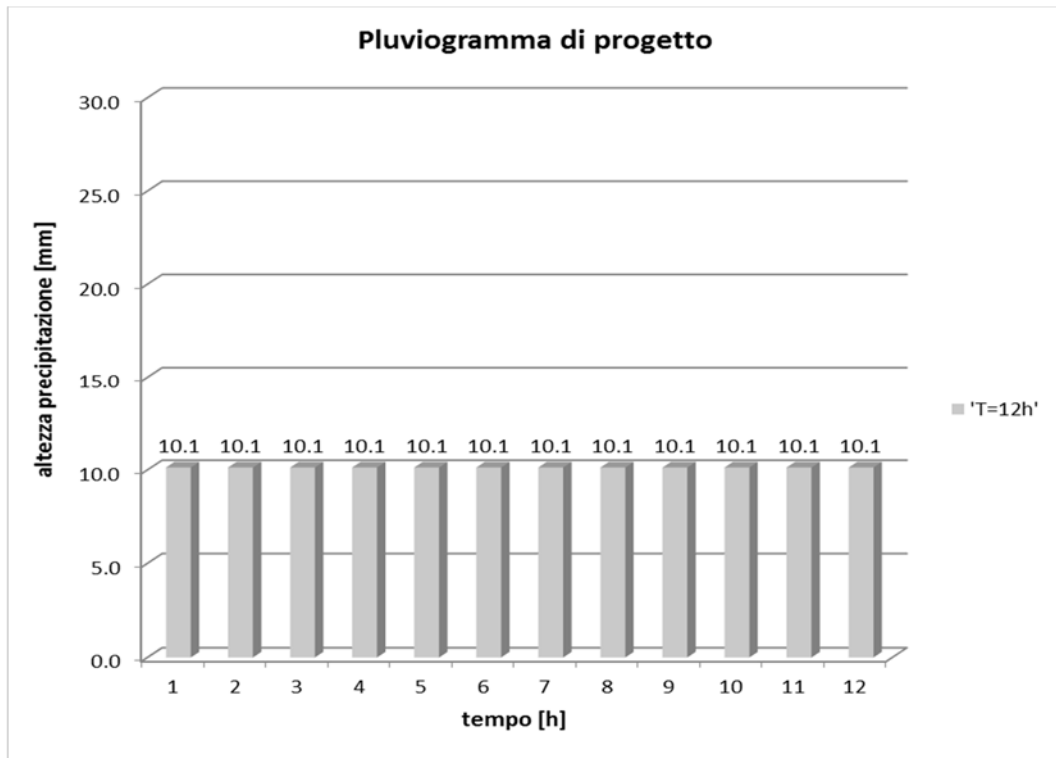


Figura 18. Pluviogramma T=12 h Tr= 20 anni

Si ritiene necessario evidenziare che le durate critiche evidenziate dal modello numerico sviluppato dipendono dal modello scelto per simulare la risposta idrologica del terreno. Nel caso specifico il modello è quello del Curve Number (SCS) che si ritiene riesca a rappresentare con buoni risultati la progressiva imbibizione del terreno tipico delle aree a bonifica meccanica.

### 5.3. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni sono sostanzialmente i livelli della Laguna di Venezia per la quale si sono ipotizzate delle quote di marea oscillante tra 0 e 1 m s.l.m.

## 5.4. Simulazione dello stato di fatto

Le simulazioni effettuate con i pluviogrammi di progetto hanno potuto evidenziare i punti critici.

E' possibile trovare una rappresentazione grafica dei risultati ottenuti all'interno delle tavole 03.05.01, 03.05.02, 03.05.03 e 03.05.04: in corrispondenza di un evento con tempo di ritorno pari a 5 anni e di durata pari ad un ora si manifestano condizioni di deflusso in pressione in quasi tutte le condotte presenti in prossimità dei centri urbani; tali eventi, rappresentati dal caso dei temporali estivi, non sono sopportati dalla rete di prima raccolta delle acque (normalmente dimensionate per eventi meno intensi); di norma questi non costituiscono un problema rilevante per la rete di bonifica.

Le conseguenze di tali eventi meteorologici sono di norma il ristagno delle acque nelle strade per incapacità della rete di prima raccolta di smaltirle in maniera corretta e per il rapido di riempimento delle condotte. Tali ristagni, a meno di conformazioni del terreno particolari, sono contenuti e si risolvono velocemente dopo la fine dell'evento.

In corrispondenza degli eventi di durata pari a 4, 7 e 12 ore e tempo di ritorno 20 anni si manifestano problematiche anche in alcuni punti della rete consortile: nello scolo Comuna nel tratto iniziale (appena a valle di Vetrego), nello scolo Cesenego nel tratto a monte di Marano, del Fosso Romagnolo e di quasi tutta la lunghezza del Fosso di via Olmo, del Fosso Vernice e della Fossa Donne.

Nella tavola 03.02.02 sono state riassunte tutte le principali criticità emerse dalla modellazione numerica: attraverso la sovrapposizione dell'output relativo a tutti gli eventi analizzati è stato possibile individuare zone soggette ad insufficienza dell'attuale rete di smaltimento delle acque meteoriche (rete di bonifica, fossi privati/pubblici o rete condotte).

## 5.5. Individuazione criticità

Dall'analisi dei risultati emerge la generale insufficienza della rete tubata di raccolta delle acque meteoriche nelle aree abitate (anche con riferimento ad eventi con tempo di ritorno pari a 5 anni) e l'attuale sottodimensionamento di porzioni della rete di bonifica: il Fosso Romagnolo a Borbiago, il tratto iniziale dello scolo Comuna (a valle di Vetrego di Mirano, a cavallo del confine con Mira), il tratto iniziale dello scolo Cesenego (in corrispondenza della frazione di Marano), il Fosso Romagnolo (presso Borbiago) e tutta la rete di bonifica presente tra Lusore, Menegon e Taglio di Mirano (Fossa Donne, Fosso di via Olmo e Fosso Vernice).

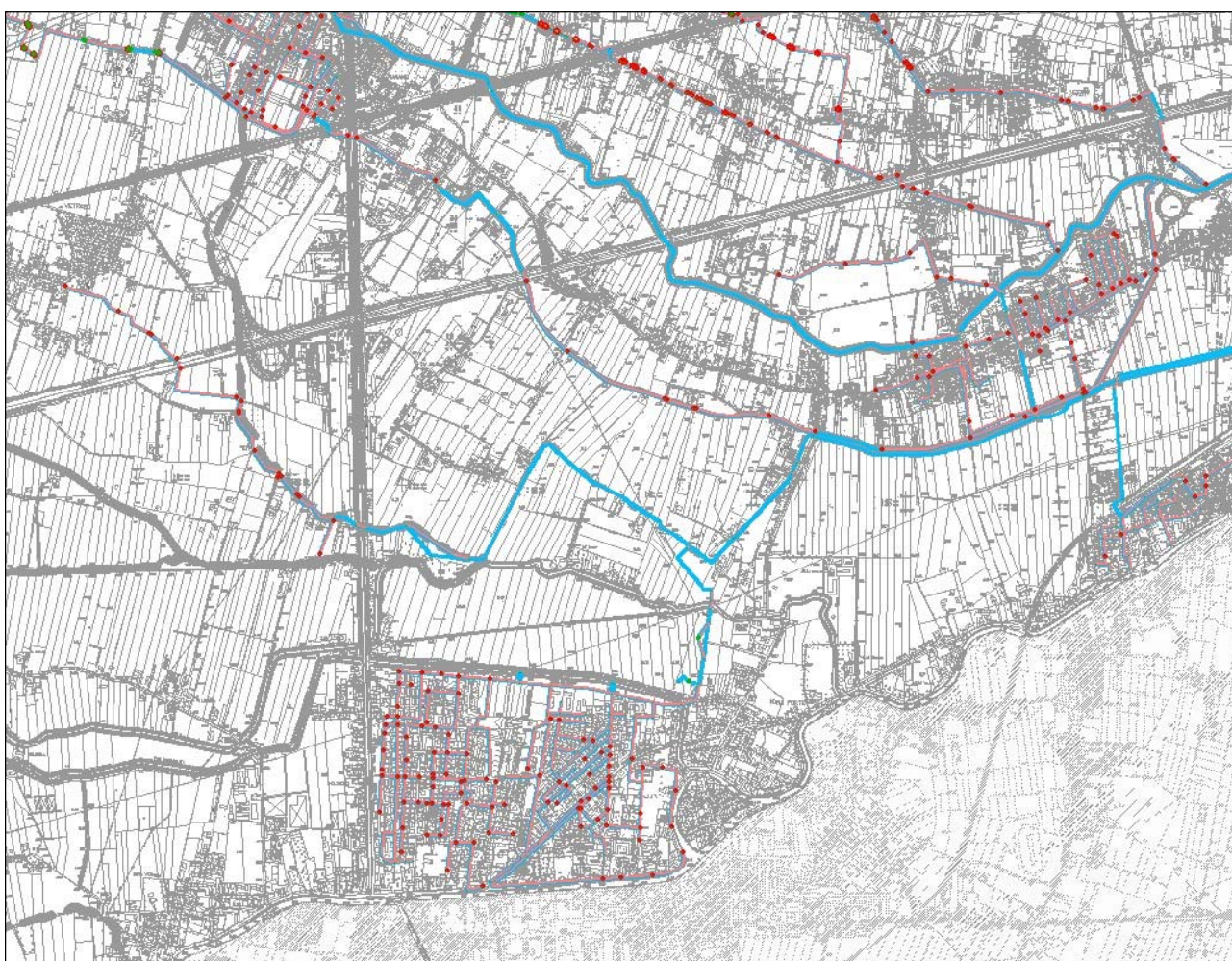


Figura 19. Estratto della tavola 03.02.02

Alcune di queste criticità, ottenute analizzando i risultati del modello numerico, corrispondono a quelle ottenute dalle segnalazioni raccolte dall'ufficio tecnico comunale in quanto derivanti dall'insufficienza della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Le ragioni della non coincidenza di alcune criticità deriva o dalla non modellazione numerica di alcune dorsali (per le scarse dimensioni) o per problematiche relative alla scarsa manutenzione o parziale occlusione (non rilevate strumentalmente) di queste.

## 5.6. Individuazione interventi

Attraverso l'utilizzo del modello numerico sono stati individuati gli interventi di progetto che, attuati nella loro totalità, permetterebbero di portare ad un certo livello di sicurezza la rete principale di smaltimento delle acque bianche.

Gli interventi, nella loro totalità sono rappresentati nella tavola 03.03.00 e di seguito vengono illustrati puntualmente.

Nelle successive fasi di progettazione, sarà necessario valutare più approfonditamente la fattibilità degli interventi (ed eventualmente trovarne di idraulicamente equivalenti) e procedere ad un più preciso dimensionamento degli stessi effettuando anche delle valutazioni costi-benefici.

Nella definizione della realizzazione degli interventi è auspicabile che vengano scelti quelli costituiti da manutenzioni straordinarie della rete esistente per il semplice motivo che i costi sono sicuramente inferiori e la possibilità di intervento è immediata essendo già presente una rete idraulica. Riguardo all'ordine di realizzazione degli interventi riguardanti lo stesso bacino o collettore è necessario che questi vengano realizzati "da valle verso monte".

## 5.7. Interventi in fase di realizzazione

All'interno del territorio comunale di Mira ricadente all'interno del bacino Lusore è in fase di attuazione un intervento riguardante la rete di fognatura mista presso la frazione di Oriago: l'intervento consiste nel rifacimento del manufatto di scarico dell'impianto di modulazione e sfioro sullo scolo Comuna presso il ponte di Via Romagna. All'interno dell'impianto sono state installate due pompe da 300 l/s ciascuna che garantiscono lo scarico in Comuna anche quando i livelli idrometrici raggiunti lo impedirebbero.

Tale intervento, dimensionato già in precedenza da Veritas, abbinato agli altri interventi previsti sulla rete di Oriago e con il corretto funzionamento delle pompe presenti in via Lomellina e via Ghebbia, dovrebbe garantire la sicurezza idraulica della porzione di Oriago servita da questa rete.



Figura 20. Lavori attualmente in corso presso l'impianto di via Romagna



## 5.8. Interventi di manutenzione

Con l'ausilio del modello numerico e dei sopralluoghi effettuati sono stati identificati una serie di interventi di manutenzione straordinaria da attuare fin da subito sulla rete di smaltimento delle acque meteoriche finalizzati al ripristino della piena funzionalità di manufatti e della rete esistente compromessa nel corso del tempo.

Contestualmente a tali interventi sarà opportuna una più completa verifica funzionale dei manufatti laddove non è stata possibile con l'attività di rilievo.

L'individuazione di questi interventi, ritenuti i più urgenti, non esclude la necessità di effettuare la manutenzione, ordinaria e straordinaria dove necessario, anche di tutte le altre affossature e condotte esistenti nel territorio comunale.

**Intervento 4 - Rifacimento scarico del Fosso di via Olmo**

Si ritiene necessaria una manutenzione straordinaria del manufatto di scarico in Lusore. Tale intervento riguarda la rete consortile.

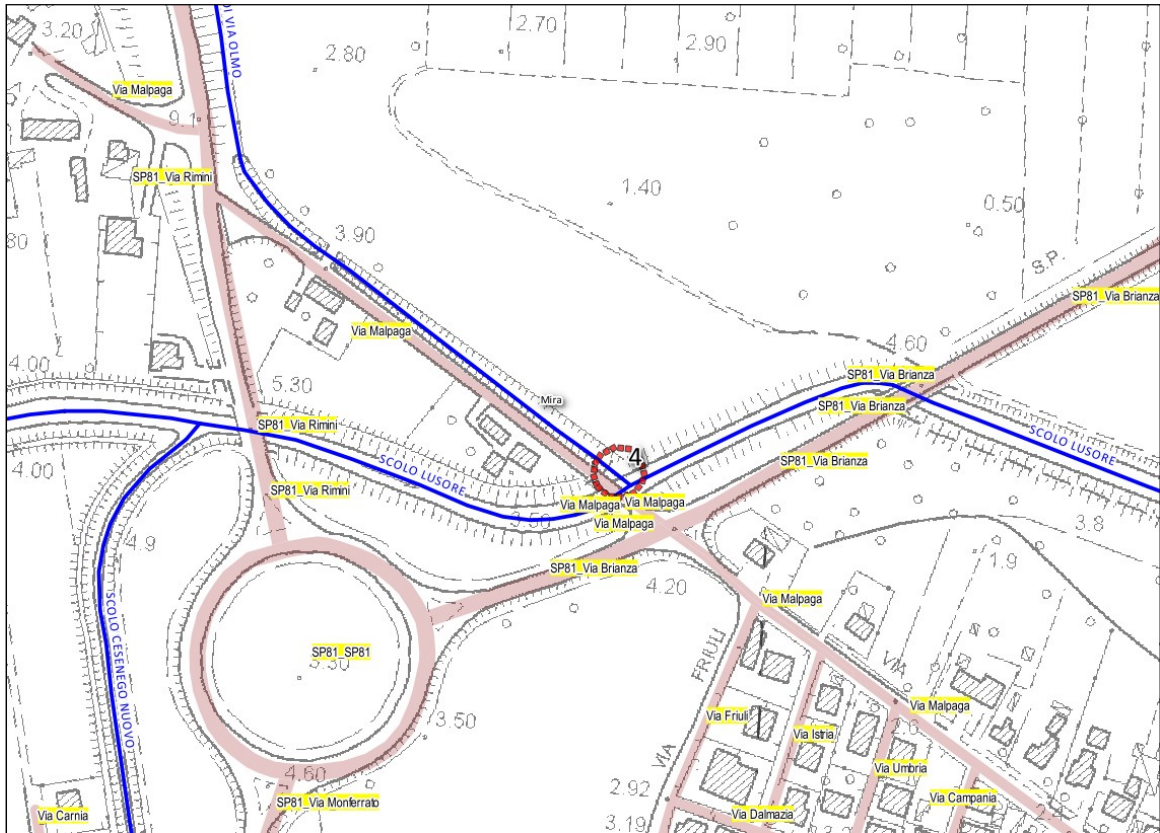


Figura 21. Identificazione posizione intervento

**Interventi 5 e 6 Manutenzione straordinaria rete in via Ca' Rubaldi**

In via Ca' Rubaldi, all'estremità verso via Ghebba, la rete di smaltimento delle acque meteoriche risulta attualmente poco manutentata. Si ritiene necessario eseguire una manutenzione straordinaria dell'affossatura presente sul confine est del parcheggio esistente e una idropulizia della condotta ad essa collegata fino all'altezza della ferrovia.

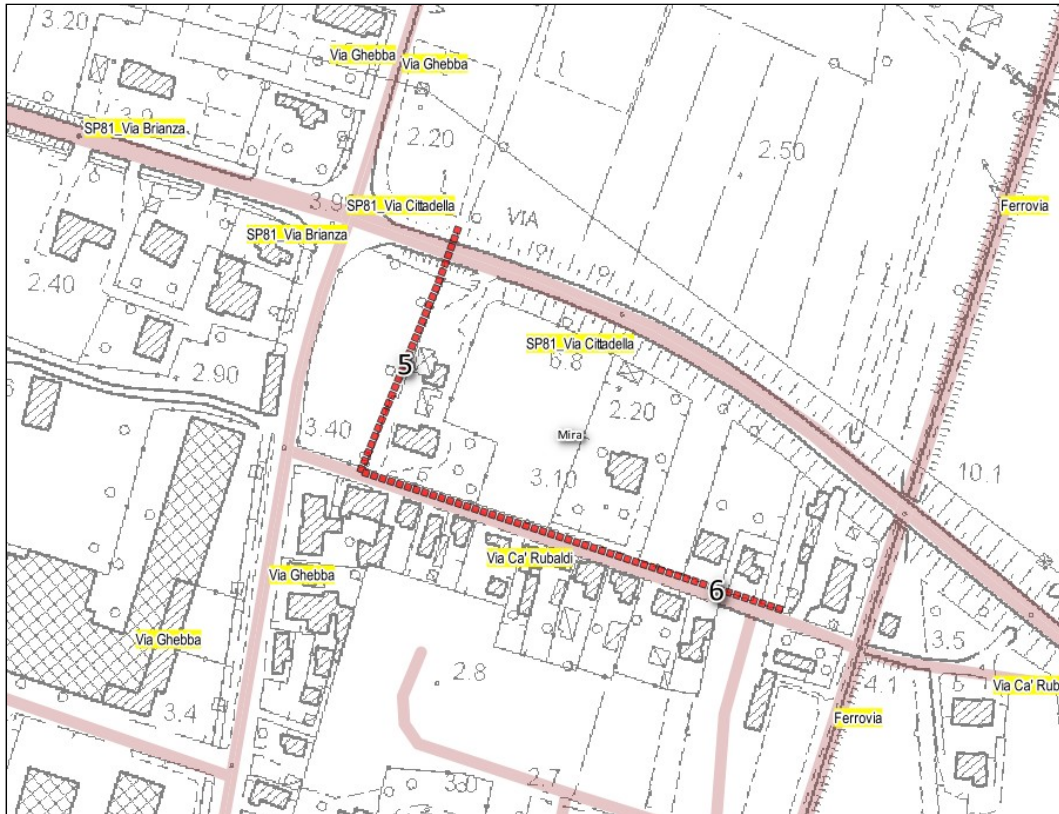


Figura 22. Localizzazione intervento



Figura 23. affossatura lato est parcheggio (linea "5")



Figura 24. Stato della condotta lungo via Ca' Rubaldi (linea "6")

### Interventi 7-11 Interventi di manutenzione straordinaria dell'affossatura "nord Lusore"

A nord dello scolo Lusore, a est di via Ghebba e a sud della SP81 è presente un'affossatura, in gran parte tombinata che scarica le acque meteoriche della zona in Lusore in corrispondenza del confine comunale.

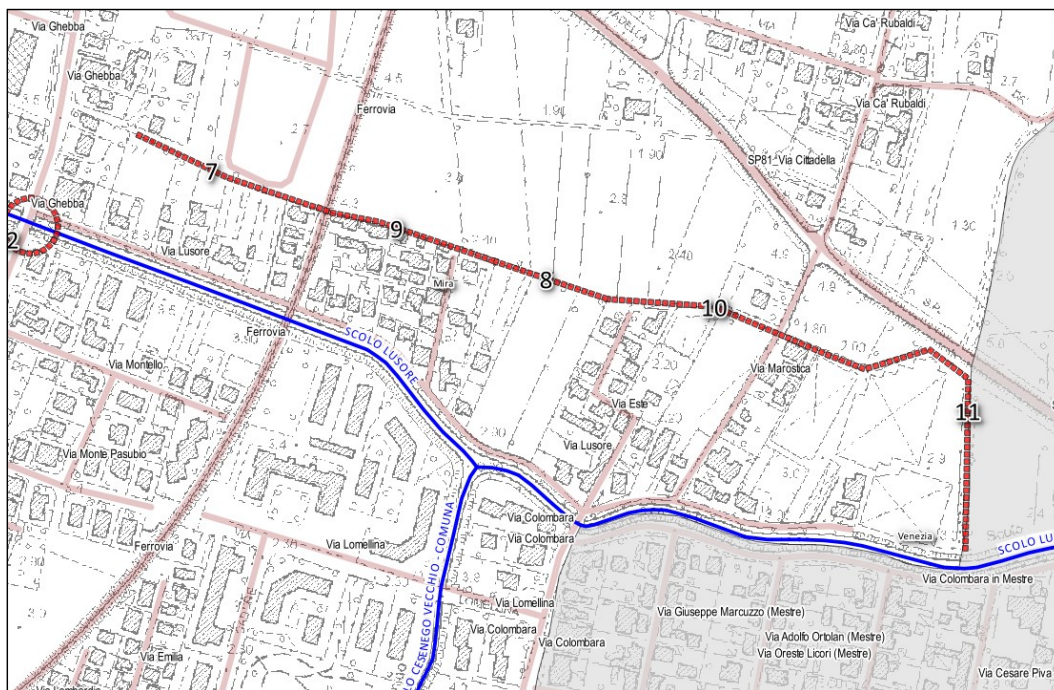


Figura 25 Inquadramento intervento

Partendo da valle, lungo il tratto a confine con il Comune di Venezia (detto storicamente "Fossa Padovana") bisognerà eseguire una manutenzione straordinaria attraverso lo spurgo del fondo e la riduzione parziale della vegetazione esistente.

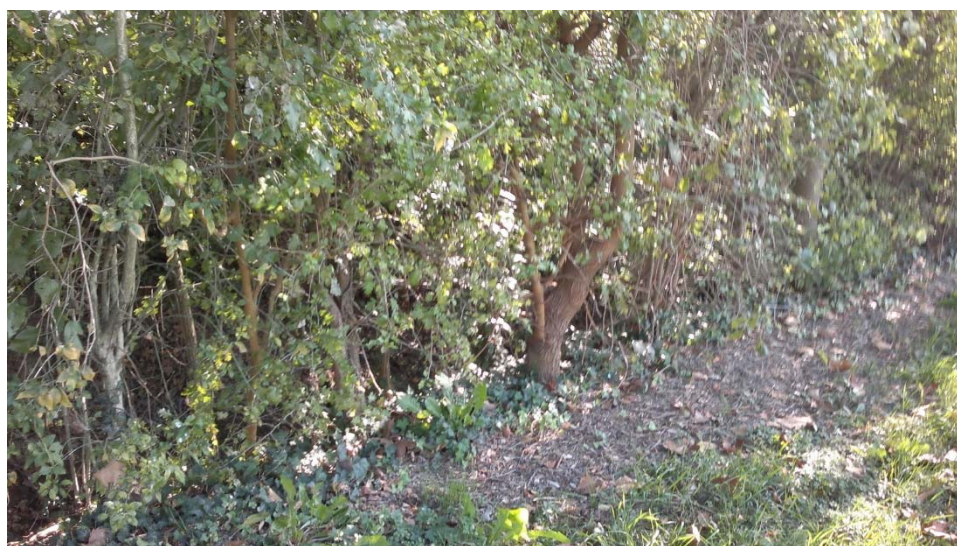


Figura 26. Tratto di affossatura "Fossa Padovana"

Successivamente sarà necessario verificare il breve tratto tombinato presente in parallelismo con la SP 81 ed eseguire lo scavo del fondo del tratto più a monte.

In corrispondenza di via Marostica un lungo tratto (circa 150 m) di questa affossatura risulta tombinato: sarà necessario effettuare una idropulizia e una video ispezione per verificarne lo stato di conservazione e l'attuale funzionalità anche ripristinando o portando alla luce i pozzetti di ispezione esistenti.



Figura 27. Inizio tombinamento a monte di via Marostica

Il tratto a cielo aperto (circa 100 m) attualmente versa in uno stato di manutenzione: si ravvisa la necessità di prevedere, anche tempestivamente e prima degli interventi a valle, la sua manutenzione straordinaria.



Figura 28. Stato manutenzione affossatura tra via Marostica e ferrovia

La porzione di fosso a monte del tratto a cielo aperto e a valle della ferrovia risulta tombinato e privo di ispezioni. E' necessaria un'indagine accurata che verifichi lo stato di conservazione di tale condotta ripristinandone l'ispezionabilità e la manutenibilità. Qualora si ritenesse l'intervento di manutenzione troppo oneroso e complesso si suggerisce di valutare la possibilità di ripristinare la funzionalità realizzando, nel tratto in questione un'affossatura parallela in campagna.



Figura 29. Inizio tombinamento a valle della ferrovia

Il primo tratto di affossatura, presente a ovest della ferrovia, è attualmente a cielo aperto e necessita di una manutenzione straordinaria partendo dall'attraversamento ferroviario (compreso) sino al collegamento con la condotta proveniente da via Ghebbà.



Figura 30. Attraversamento ferroviario



Figura 31. Stato manutenzione fosso a monte della ferrovia



Figura 32. Stato manutenzione fosso a monte della ferrovia (verso via Ghebba)



### Interventi 14, 15 e 17 Interventi sullo scolo Fossa Donne

Da valutazioni fatte con il modello numerico si riscontra la possibilità che la Fossa Donne potrebbe trovarsi, in occasione di eventi meteorologici particolarmente gravosi, nelle condizioni di non riuscire a scaricare le proprie acque a causa dei livelli idrometrici raggiunti dallo scolo Lusore.

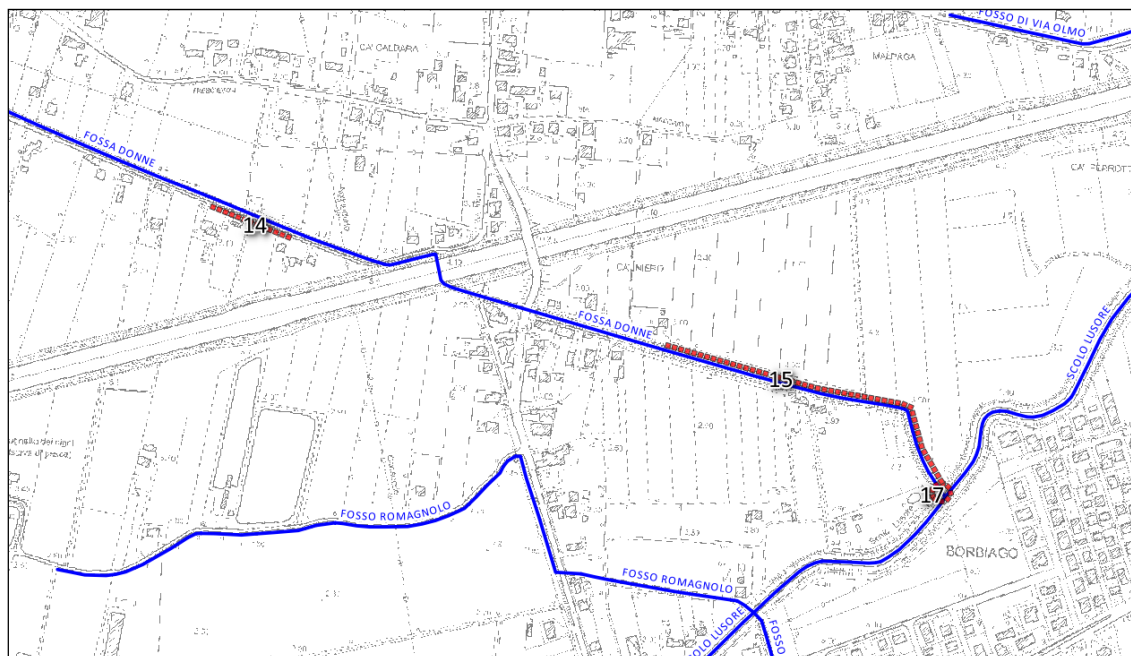


Figura 33. Inquadramento intervento

Per fronteggiare tale evenienza si ritiene necessario ripristinare e garantire la transitabilità della fascia di rispetto della Fossa Donne (in sinistra idraulica con quote del piano campagna più favorevoli) e rifare il manufatto di scarico in modo tale che venga garantita la chiusura e la tenuta idraulica in modo tale da poter trasportare e far funzionare con efficacia delle pompe idrovore carrellate.



Figura 34. Manufatto di scarico della Fossa Donne in Lusore

Si segnala inoltre la necessità di ripristinare la piena funzionalità di scarico in Fossa Donne di una porzione di fosso di guardia sud (int. 14) attraverso il rifacimento dell'attraversamento idraulico della strada.

**Intervento 21** Idropulizia condotta di via Cagliari

In occasione delle ispezioni nella condotta di fognatura mista a servizio di via Cagliari è stato riscontrato un ristagno d’acqua e la presenza di deposito sul fondo: si rende necessaria una idropulizia e la successiva videoispezione per capire le cause di tale problematica.

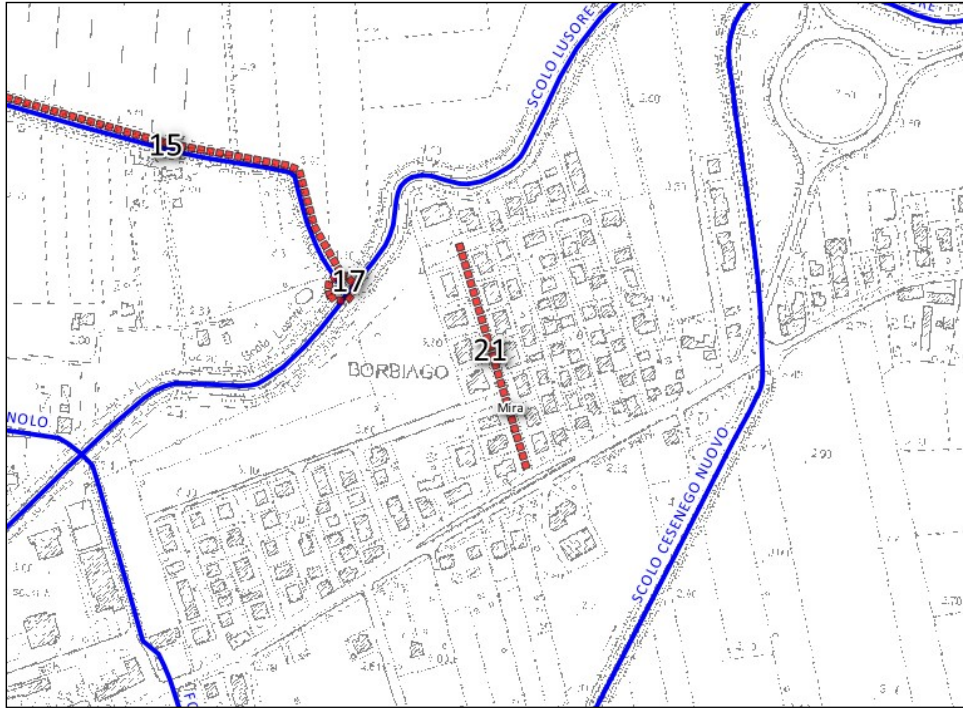


Figura 35. Inquadramento posizione via Cagliari

### Interventi 22, 25 e 26 Interventi di manutenzione a Oriago ovest

Nella zona ovest della frazione di Oriago sono stati individuati quattro interventi di manutenzione straordinaria da eseguire.

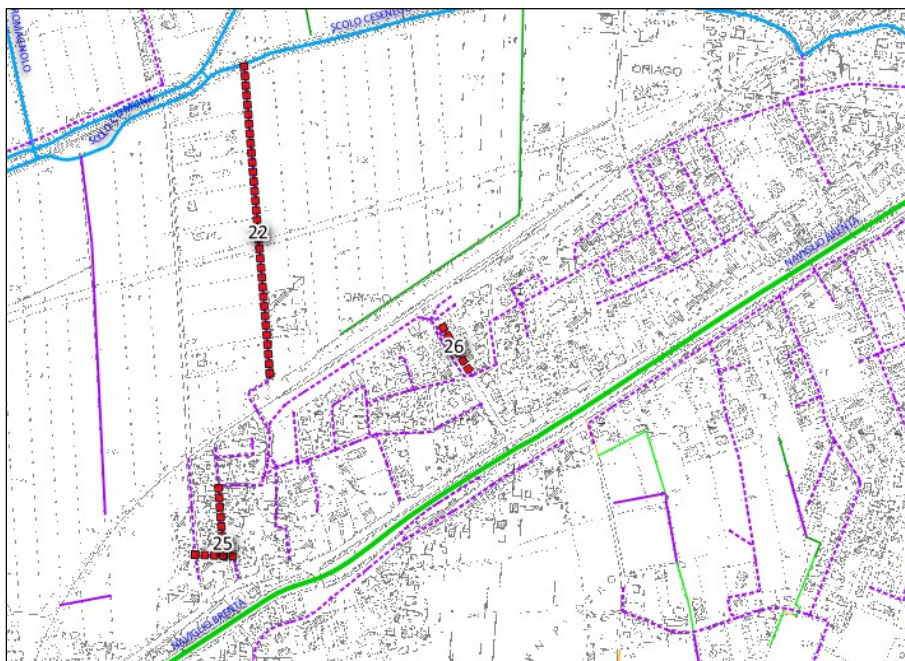


Figura 36. Inquadramento interventi nella zona ovest di Oriago

Il primo consiste nello spurgo del fondo e nella riduzione della vegetazione del fosso presente parallelamente a via Valdarno (intervento 22); il secondo in una idropulizia delle condotte presenti in via Monte Sommo e via Monte Biviera (intervento 25); il terzo in una idropulizia e ispezione della condotta presente lungo via Stazione (intervento 26).

### Interventi 32 Verifica funzionalità scarico in Lusore

La fognatura bianca presente lungo via Ghebba (e laterali) possiede uno scarico a gravità nello scolo Lusore munito di porta a vento. In situazione di elevati tiranti idrici del Lusore le acque meteoriche, entrando nella rete di fognatura mista posta a est della ferrovia, hanno come recapito (sempre a gravità fino alla completa sistemazione dell'impianto di via Romagna) lo scolo Comuna.

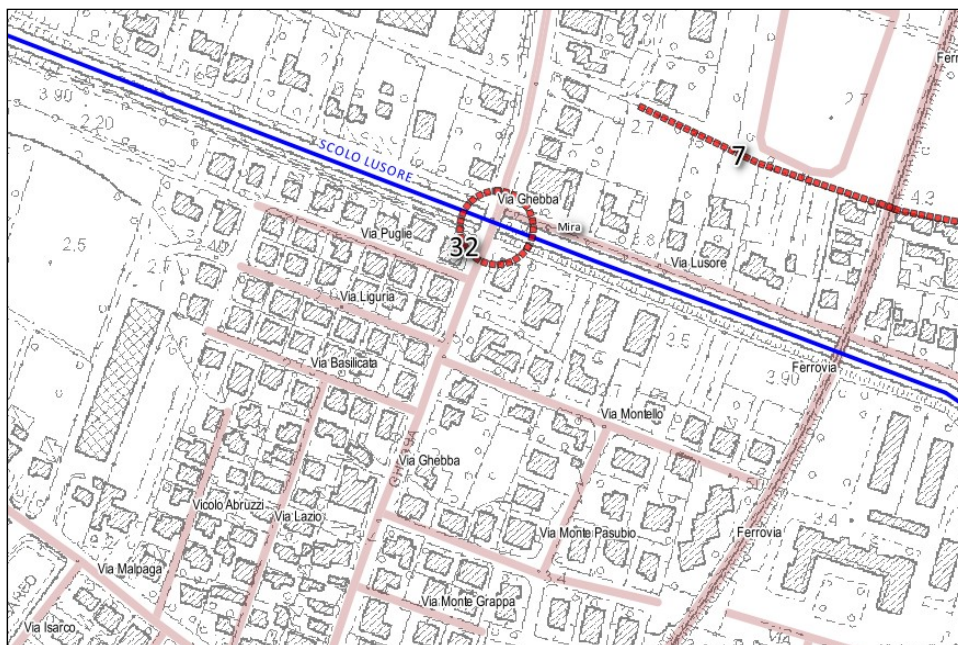


Figura 37. Posizione manufatto di scarico in Lusore

A causa delle quote altimetriche svantaggiate delle vie laterali (via Puglie, via Basilicata, via Liguria) si è sempre reso necessario installare delle pompe di emergenza in prossimità dello scarico in Lusore. Per garantire che le pompe funzionino al meglio si ritiene necessario effettuare una verifica di tenuta della porta a vento presente nel punto di scarico in Lusore.

### Interventi 35 e 38 Interventi di manutenzione a Marano

Durante le operazioni di rilievo è stata riscontrata la necessità di effettuare una idropulizia della condotta di mista presente in via Alessandro Volta e la condotta di acque bianche della nuova via ad ovest delle scuole elementari.

Anche la condotta presente in via Luigi Galvani necessita di una idropulizia ma è anche stata individuata come oggetto di rifacimento.

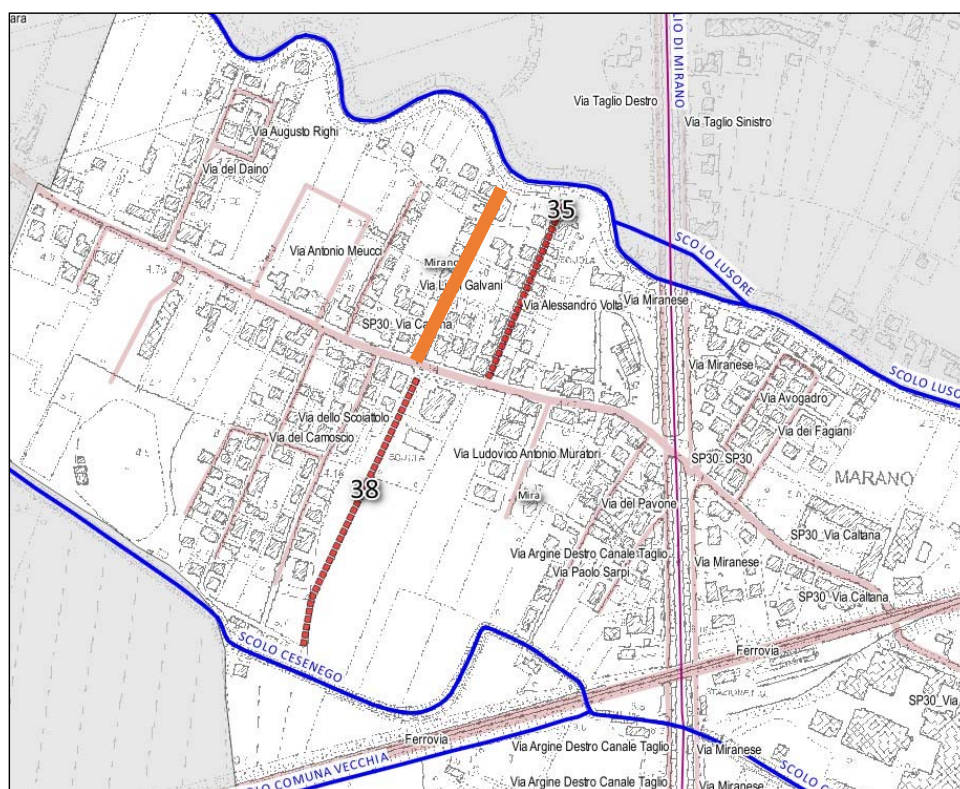


Figura 38. Interventi di manutenzione a Marano

**Intervento 62** Ispezione ed eventuale manutenzione collegamento via Nazionale - via del Cimitero

La mancanza di ispezioni non ha permesso di verificare la funzionalità di una condotta presente tra via Nazionale e via del Cimitero in centro a Mira: si ritiene necessario effettuare tale verifica.

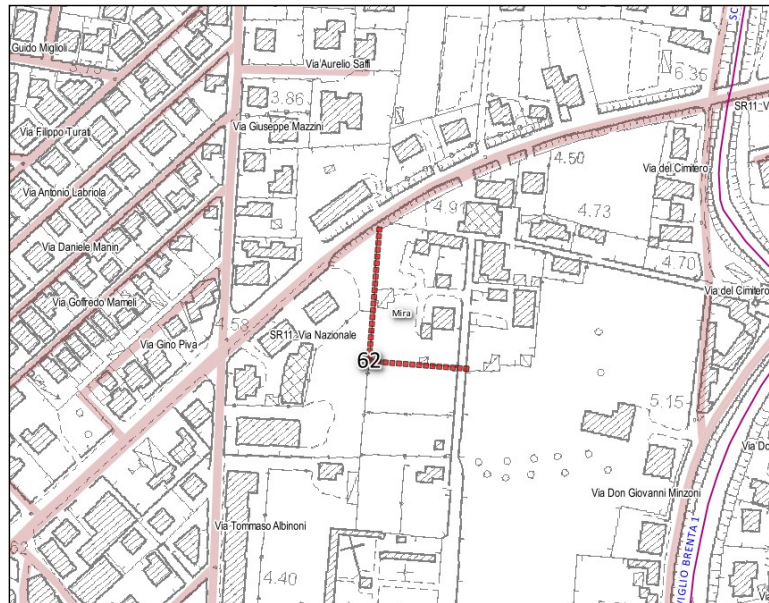


Figura 39. Ubicazione intervento

**Intervento 65** Manutenzione straordinaria affossature via delle Ginestre

Per il loro attuale stato di conservazione si ritiene necessario effettuare una manutenzione straordinaria delle affossature presenti nella zona di via delle Ginestre.

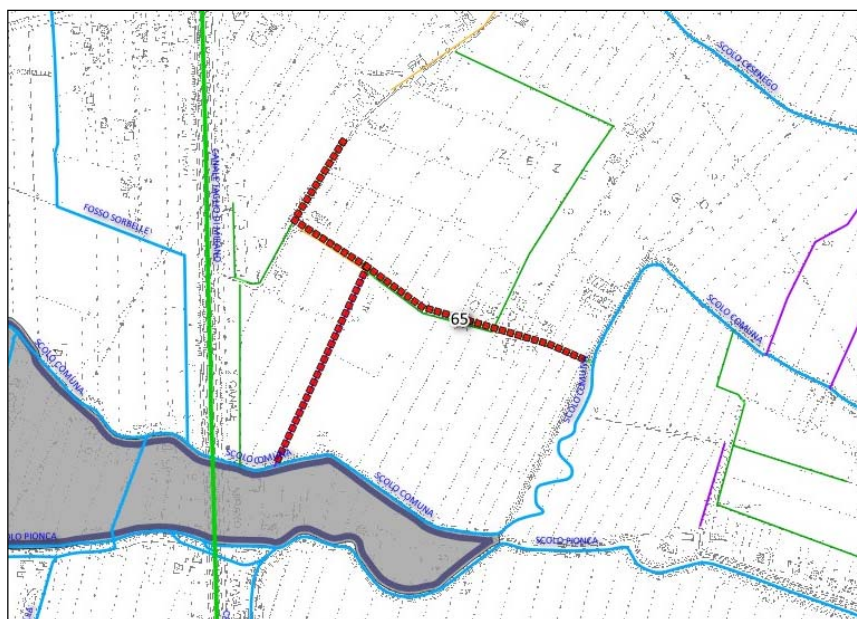
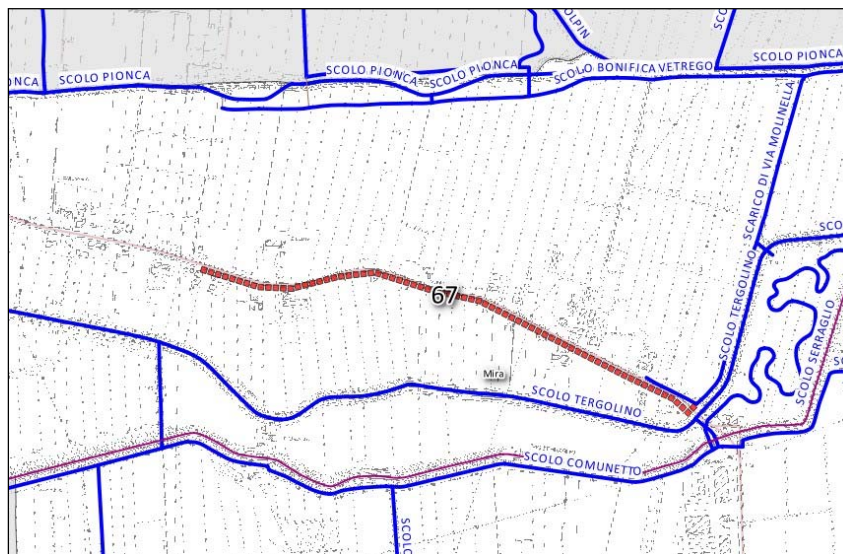


Figura 40. Ubicazione intervento

**Intervento 67** Manutenzione straordinaria fossi di via Molinella

Per il loro attuale stato di conservazione si ritiene necessario effettuare una manutenzione straordinaria del fosso di guardia a sud di via Molinella ripristinandone la piena funzionalità.





### Intervento 66 Manutenzione straordinaria fossi limitrofi cimitero Marano

In occasione dei sopralluoghi è stata riscontrata la scarsa manutenzione dei fossi presenti attorno al cimitero di Marano; si ritiene necessario eseguire una manutenzione straordinaria con scavo del fondo e verifica ed eventuale idropulizia dei tombinamenti esistenti.

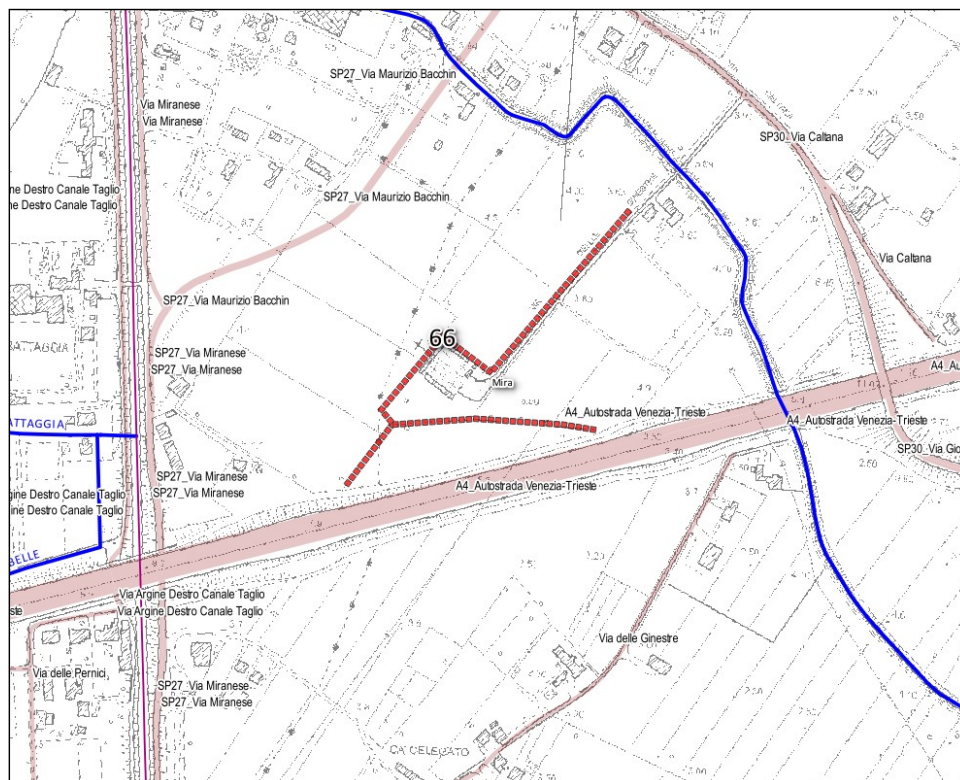


Figura 41. Individuazione affossature da manutentare



Figura 42. Stato di manutenzione esistente

## 5.9. Interventi di progetto

Sono stati individuati anche degli interventi strutturali sulla rete di bonifica e non; tali interventi sono stati definiti seguendo criteri di logicità e razionalità ma non si esclude che possano essere presenti differenti combinazioni di interventi idraulicamente equivalenti.

Le successive fasi progettuali dovranno verificare accuratamente la presenza di sottoservizi e la reale cantierabilità degli interventi nonché effettuare un dimensionamento più accurato a partire da rilievi più dettagliati che per via dell'estensione del territorio comunale non è stato possibile eseguire con il presente Piano.

Va evidenziato che gli interventi di seguito individuati sono stati individuati e dimensionati tenendo conto del solo contributo derivante dalle acque meteoriche e che le considerazioni derivanti dalla presenza di scarichi civili vengono rimandate alle successive fasi di progettazione in quanto particolarmente complesse e strettamente correlate alle scelte di gestione delle fognature oltreché al rispetto di norme ambientali articolate.

### Interventi 1-3 Sistemazione Fosso di via Olmo

Il fosso di via Olmo è attualmente caratterizzato da un'insufficienza funzionale derivante dalla presenza di numerosi attraversamenti, da un tombinamento di lunghe dimensioni (circa 700 m) e dalle dimensioni della sezione ormai sottodimensionata.

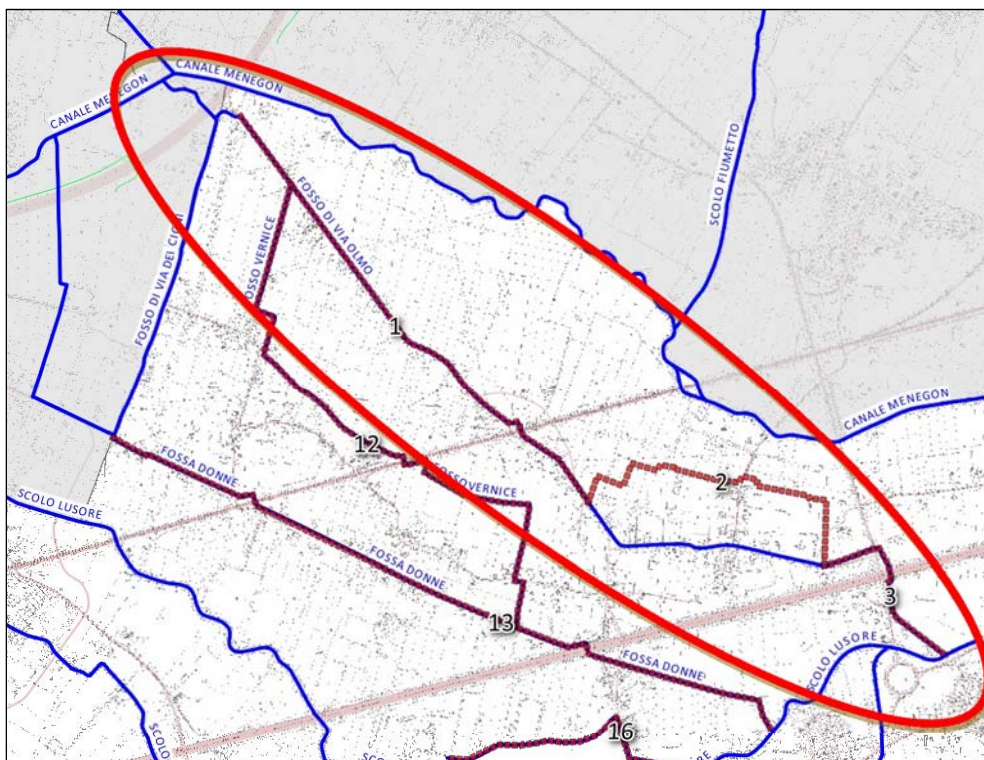


Figura 43. Inquadramento area di intervento

Si propone di eseguire l'allargamento di tutto il tracciato del Fosso di via Olmo andando a rifare tutti gli attraversamenti sottodimensionati; la nuova sezione sarà indicativamente trapezoidale con fondo variabile da uno a due metri e scarpate con inclinazione due su tre.

Riguardo al tombinamento presente in corrispondenza della località "Olmo di Mira", costituito da manufatti circolati di diametro variabile da 1 a 1,4 m, si ritiene necessario realizzare ex-novo un nuovo canale consortile che lo "bypassi" a nord (intervento 2); questa soluzione viene proposta come alternativa meno costosa al rifacimento dell'intero tratto tombinato.

Relativamente al tratto a valle dell'abitato di Olmo di Mira è previsto l'allargamento della sezione del canale consortile e la verifica ed eventuale manutenzione straordinaria dell'attraversamento della Strada Provinciale 81.

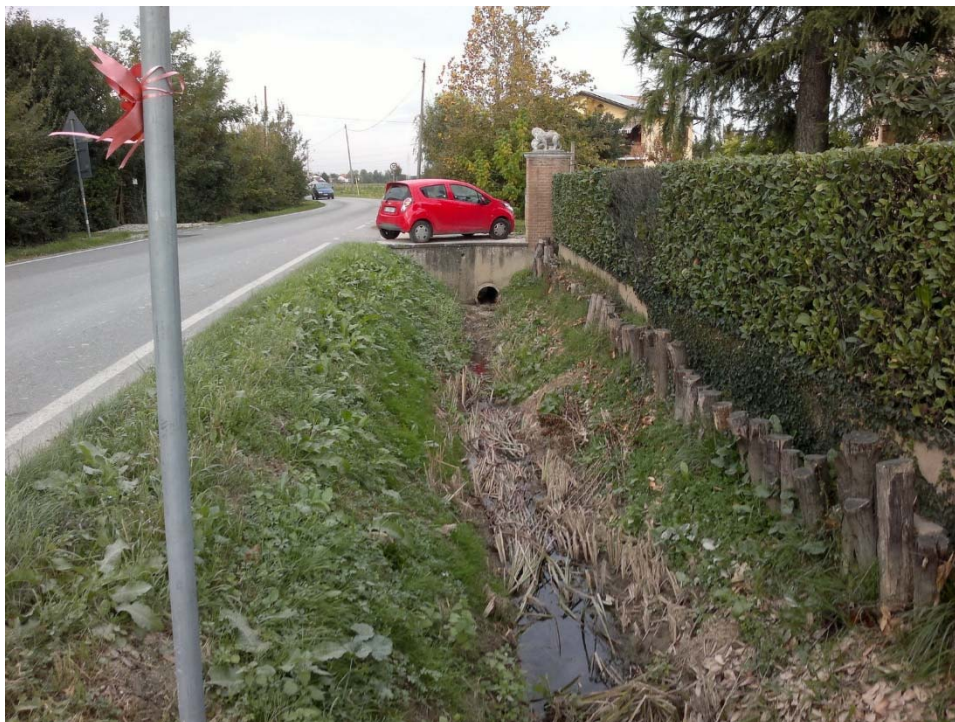


Figura 44. Dimensioni del Fosso di via Olmo a monte dell'abitato di Olmo di Mira



Figura 45. Dimensioni del Fosso di via Olmo a valle di Olmo di Mira e a monte della SP81

### Intervento 12 Sistemazione Fosso Vernice

Il Fosso vernice pare attualmente sottodimensionato e la presenza di alcuni manufatti di dimensioni non adeguate ne pregiudica le piena funzionalità.

Si propone di eseguire l'allargamento di tutto il tracciato del Fosso Vernice andando a rifare gli attraversamenti sottodimensionati; la nuova sezione sarà indicativamente trapezoidale con fondo variabile da uno a due metri e scarpate con inclinazione due su tre.

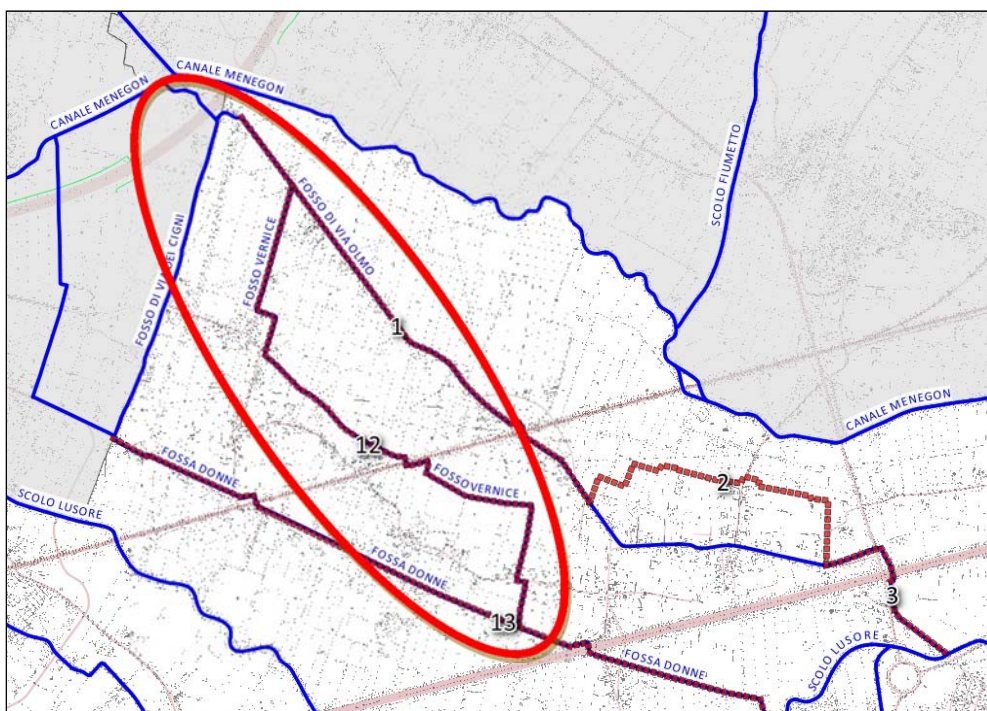


Figura 46. Inquadramento area di intervento

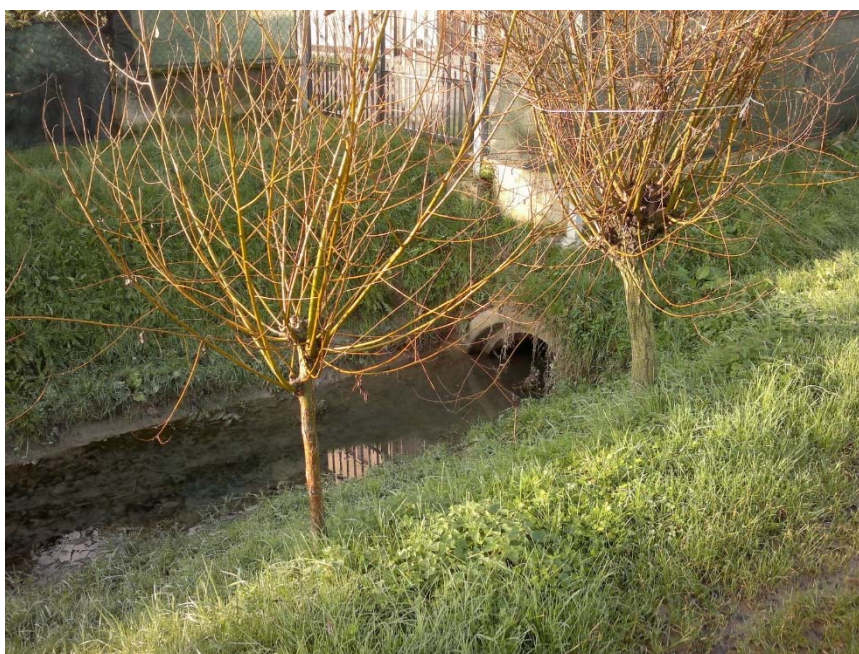


Figura 47. Fosso Vernice a valle del tombinamento presente in corrispondenza dell'attraversamento di via Tresievoli

### Intervento 13 Sistemazione Fossa Donne

Lo scolo consortile Fossa Donne evidenzia in occasione delle precipitazioni più intense alcune problematiche idrauliche; in particolare si evidenzia come il livello idrometrico raggiunto dallo scolo Lusore, recapito arginato della Fossa Donne, può essere maggiore della quota del piano campagna in alcuni punti del bacino drenato da questo scolo consortile.

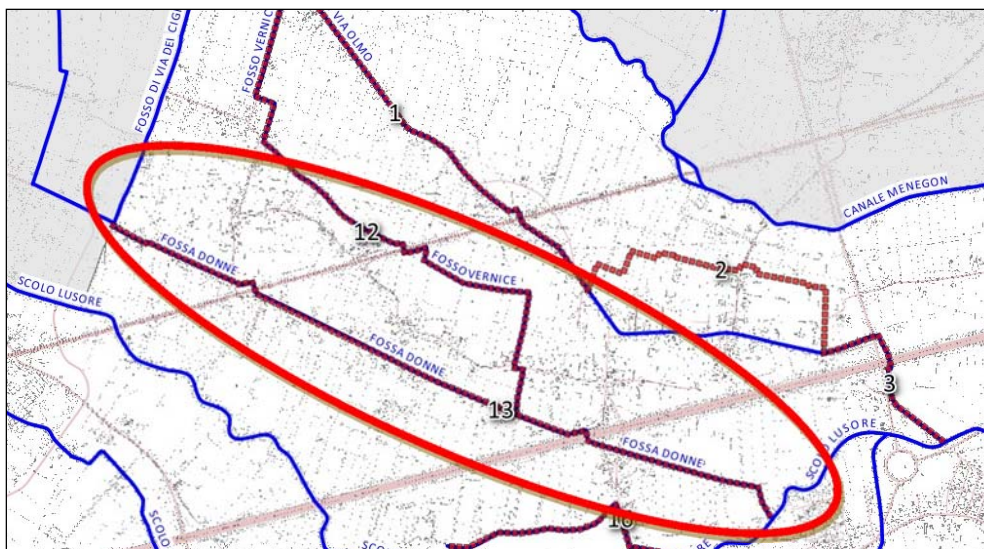


Figura 48. Inquadramento area di intervento

In ragione della correlazione tra comportamento idraulico della Fossa Donne e dello scolo Lusore si ritiene di valutare con precisione il dimensionamento di tale intervento andando a valutare le varie condizioni al contorno possibili.

Un primo dimensionamento effettuato con l'ausilio del modello numerico sviluppato evidenzia la necessità di rifare qualche manufatto lungo il tracciato dello scolo ed eseguire l'allargamento della sezione dall'attraversamento della linea ferroviaria verso valle.

### Interventi 16, 18-20 Interventi a Borbiago

In corrispondenza della frazione di Borbiago sono stati previsti alcuni interventi strutturali:

- Intervento 16: scavo del fondo e rizezionamento del Fosso Romagnolo con rifacimento dei manufatti insufficienti;
- Intervento 18 e 19: rifacimento linea principale di condotte di acque bianche;
- Intervento 20: rifacimento della dorsale principale della fognatura mista a servizio della porzione est della frazione di Borbiago.

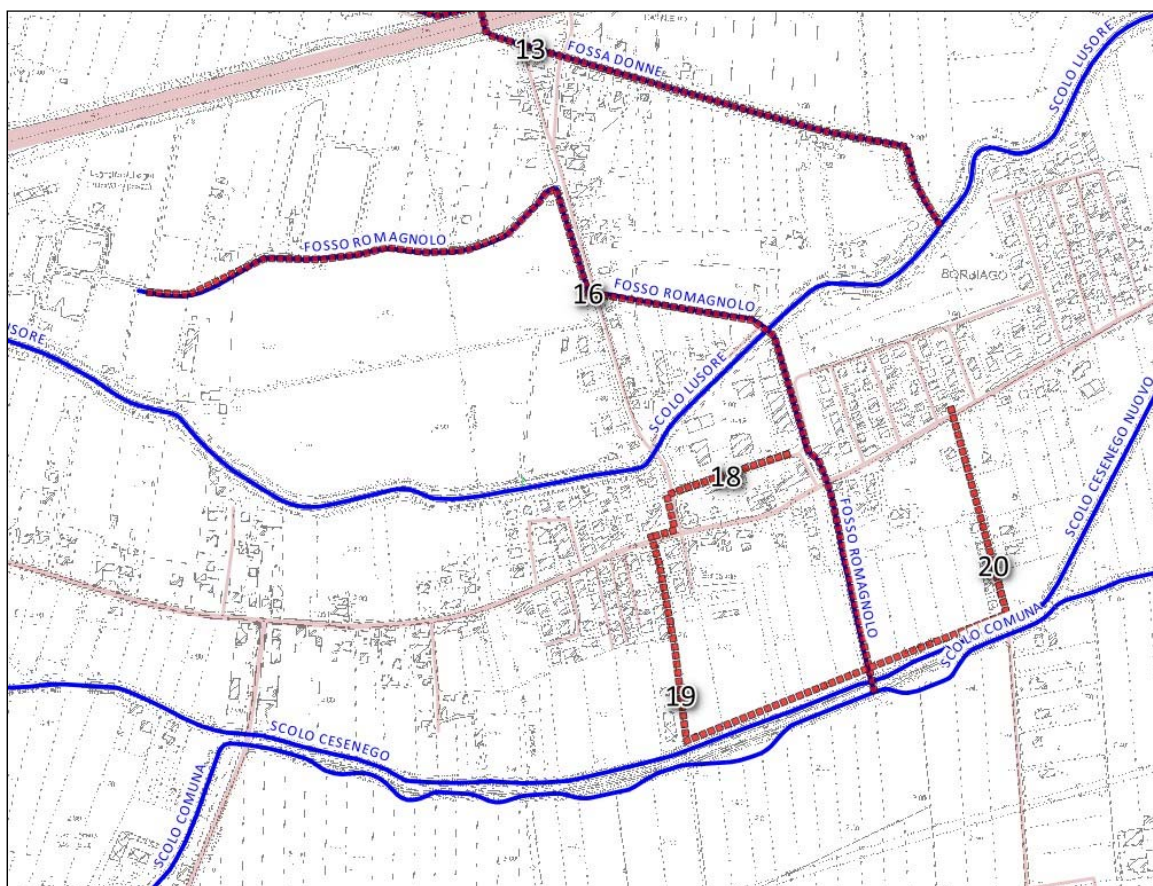


Figura 49. Inquadramento area di intervento



Figura 50. Fosso Romagnolo nel tratto parallelo a via Botte in occasione di un evento di piena



Figura 51. Fosso Romagnolo a valle di via Caltana



### Interventi 23, 24, 27, 28, 29, 30 e 31 Interventi a Oriago zona via Veneto

Per risolvere le problematiche di tipo idraulico che affliggono la zona di via Veneto in occasione delle precipitazioni più intense (in particolare quelle brevi di tipo temporalesco) sono stati individuati i seguenti interventi che, sfruttando la separazione delle reti fognarie nella zona, prevedono lo scarico diretto delle acque meteoriche in Comuna senza il passaggio per l'impianto di modulazione presente che potrà continuare a servire la zona a fognatura mista sgravata di un importante apporto.

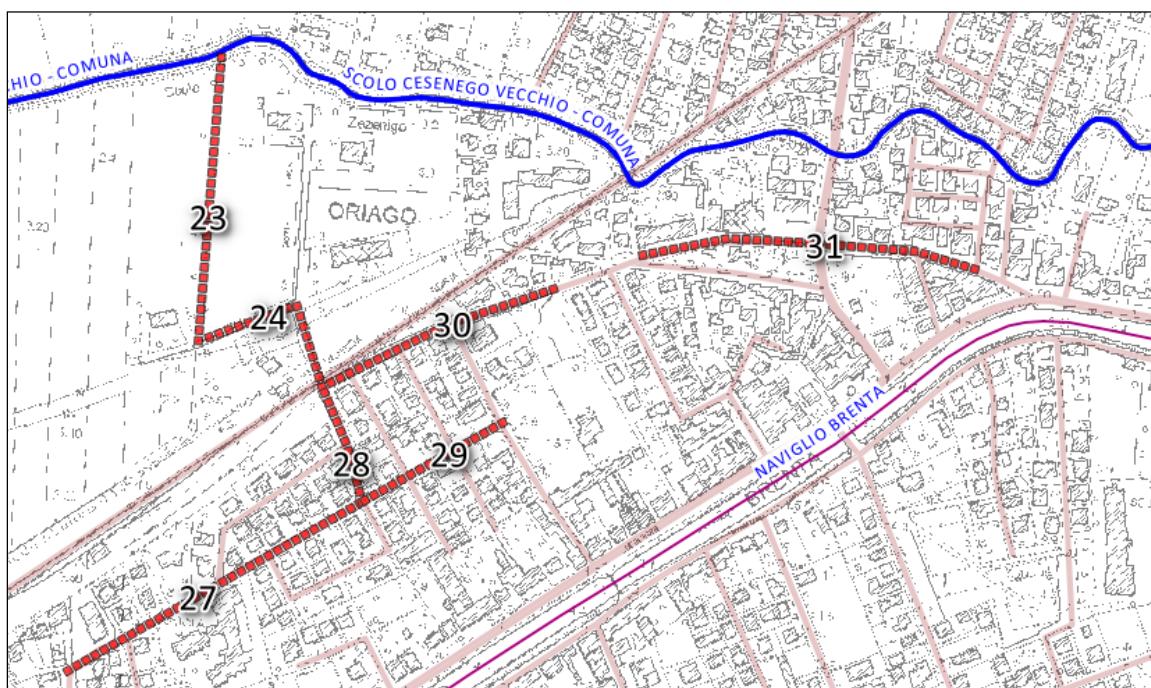


Figura 52. Inquadramento area di intervento

Gli interventi previsti sono i seguenti (in ordine di esecuzione):

- Intervento 23: allargamento dell'affossatura esistente e rifacimento scarico in Comuna adeguandone le dimensioni;
- Intervento 24: creazione condotta di collegamento tra fosso (int. 23) e rete esistente (nota: necessario realizzare attraversamento ferrovia);
- Intervento 30: rifacimento condotta lungo parte di via Veneto con inversione pendenza e creazione disconnessione tra fognatura bianca e mista;
- Interventi 27, 28 e 29: rifacimento condotte lungo via Monte Rosso e primo tratto via Marmolada;
- Intervento 31: rifacimento condotta lungo parte di via Veneto.

### Intervento 33 Interventi a Oriago zona via Ticino

Nella zona di via Ticino è prevista la possibilità di scaricare le acque meteoriche direttamente in Comuna sfruttando la separazione delle reti fognarie; gli scarichi andranno presidiati con porte a vento.

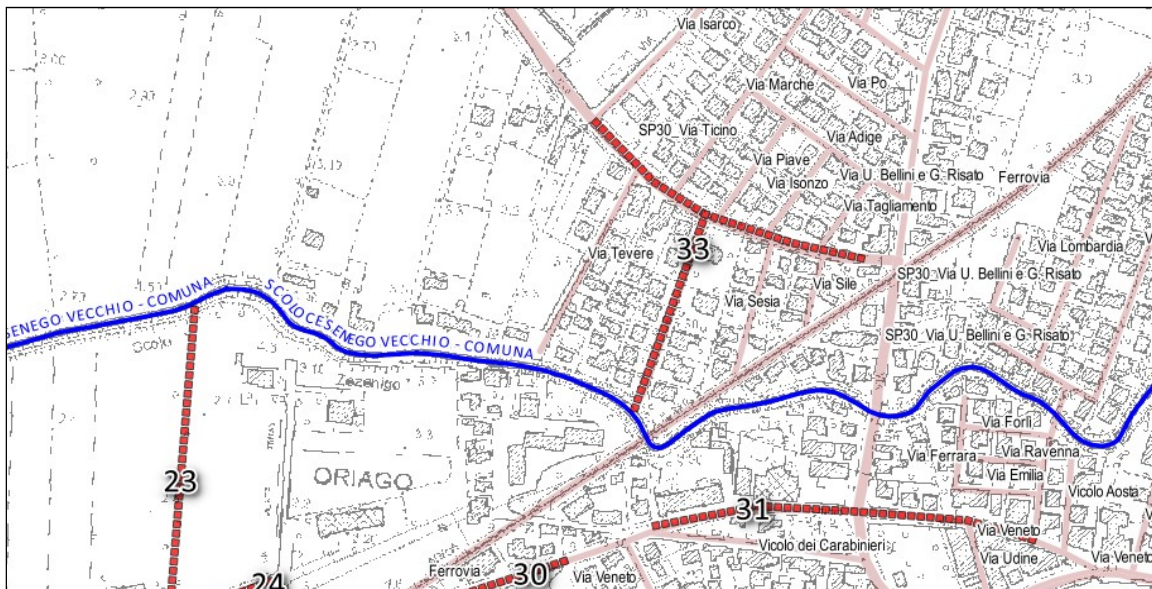
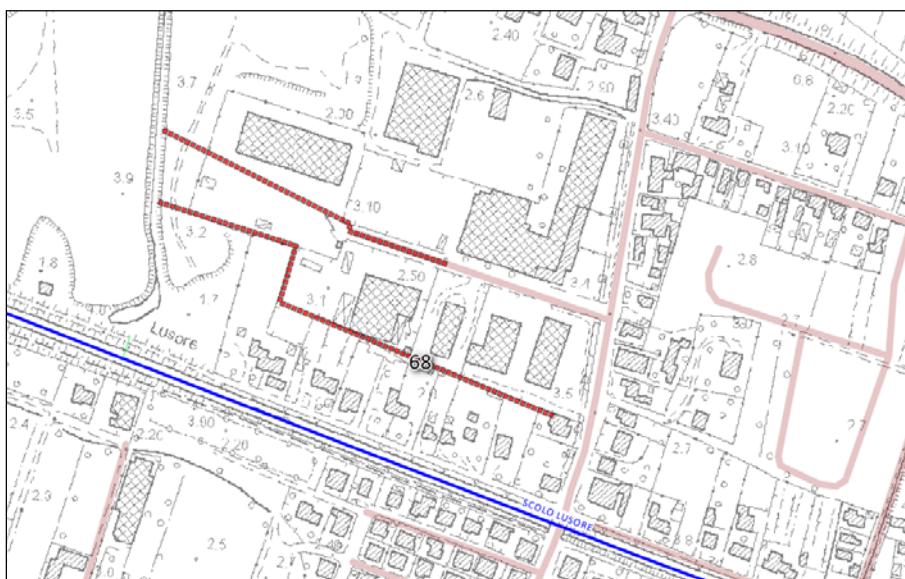


Figura 53. Inquadramento area di intervento

### Intervento 68 Interventi a Oriago zona via Ghebba

Nel tratto di via Ghebba posto immediatamente a nord del Lusore sono presenti delle condotte che risultano non ispezionabili per l'assenza di chiusini in corrispondenza dei pozzetti o per il tracciato che corre probabilmente in proprietà privata: è necessario ripristinare la loro ispezionabilità attraverso lavori straordinari. Successivamente sarà necessario effettuare controlli e videoispezioni mirati a verificarne la funzionalità.



### Intervento 36 e 37 Interventi a Marano in via Galvani

Le problematiche di smaltimento delle acque meteoriche che si manifestano in via Galvani in occasione delle precipitazioni brevi ed intense derivano dalla dimensione insufficiente della rete fognaria (di tipo misto) esistente; tali problematiche vengono accentuate dal fatto che per naturale giacitura dei terreni le abitazioni a ridosso del Lusore hanno sono ad una quota inferiore di via Caltana.

La modellazione numerica ha potuto verificare la necessità di adeguare il diametro della condotta attualmente esistente in via Galvani e di creare un attraversamento di via Caltana così da potersi collegare alla condotta di recente posa a ovest delle scuole.

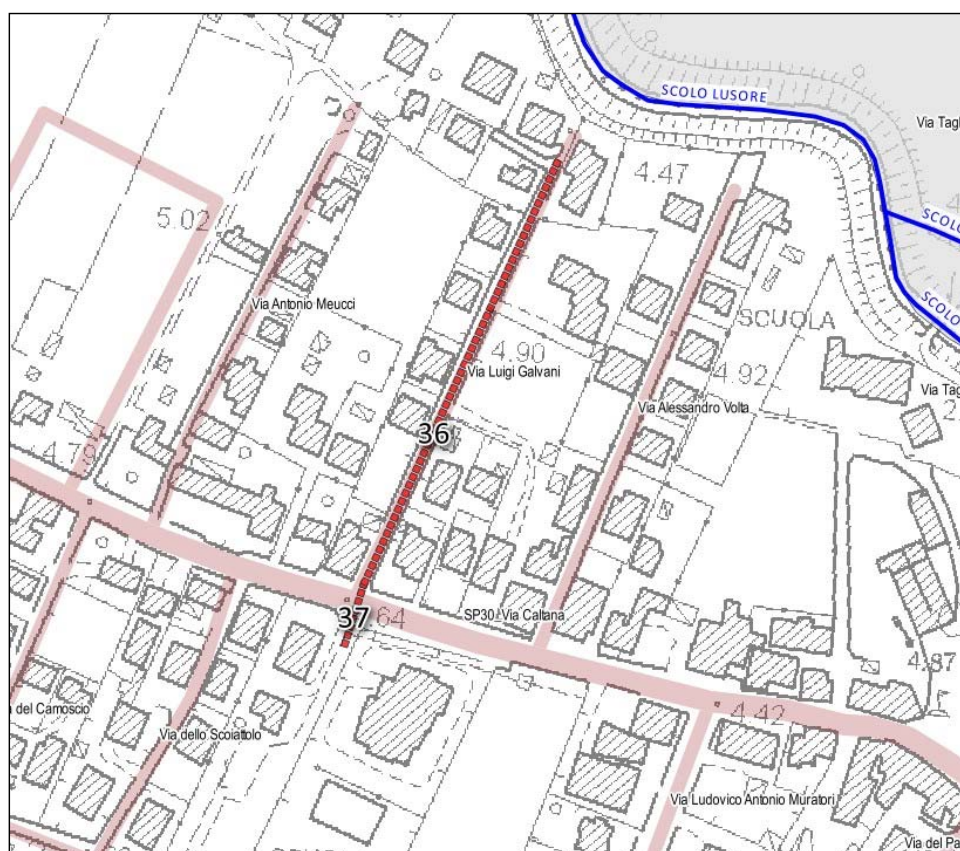


Figura 54. Inquadramento area di intervento

**Intervento 39** Intervento a Marano lungo la dorsale principale

Uno dei tratti terminali della rete di fognatura mista di Marano corre in parallelismo con il Ceseneo: la modellazione numerica ha evidenziato un suo attuale sottodimensionamento in occasione delle precipitazioni più intense e la necessità di un suo rifacimento con una condotta di diametro maggiore.

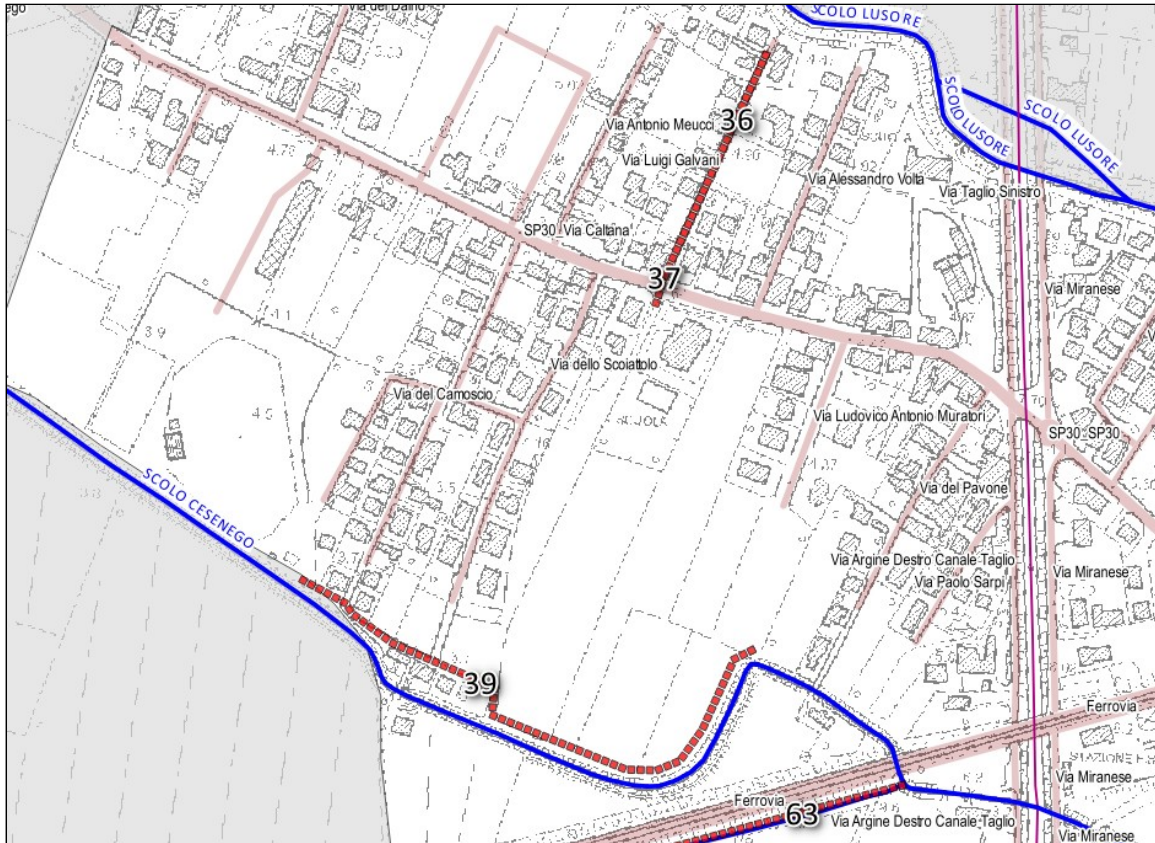


Figura 55. Inquadramento area di intervento

## Interventi 40-61 Interventi strutturali nella rete del capoluogo

L'insufficienza funzionale della rete di smaltimento delle acque meteoriche (tramite fognature di tipo separato) del centro di Mira è un problema manifesto e ricorrente che si evidenzia in occasione delle precipitazioni più intense e di breve durata.

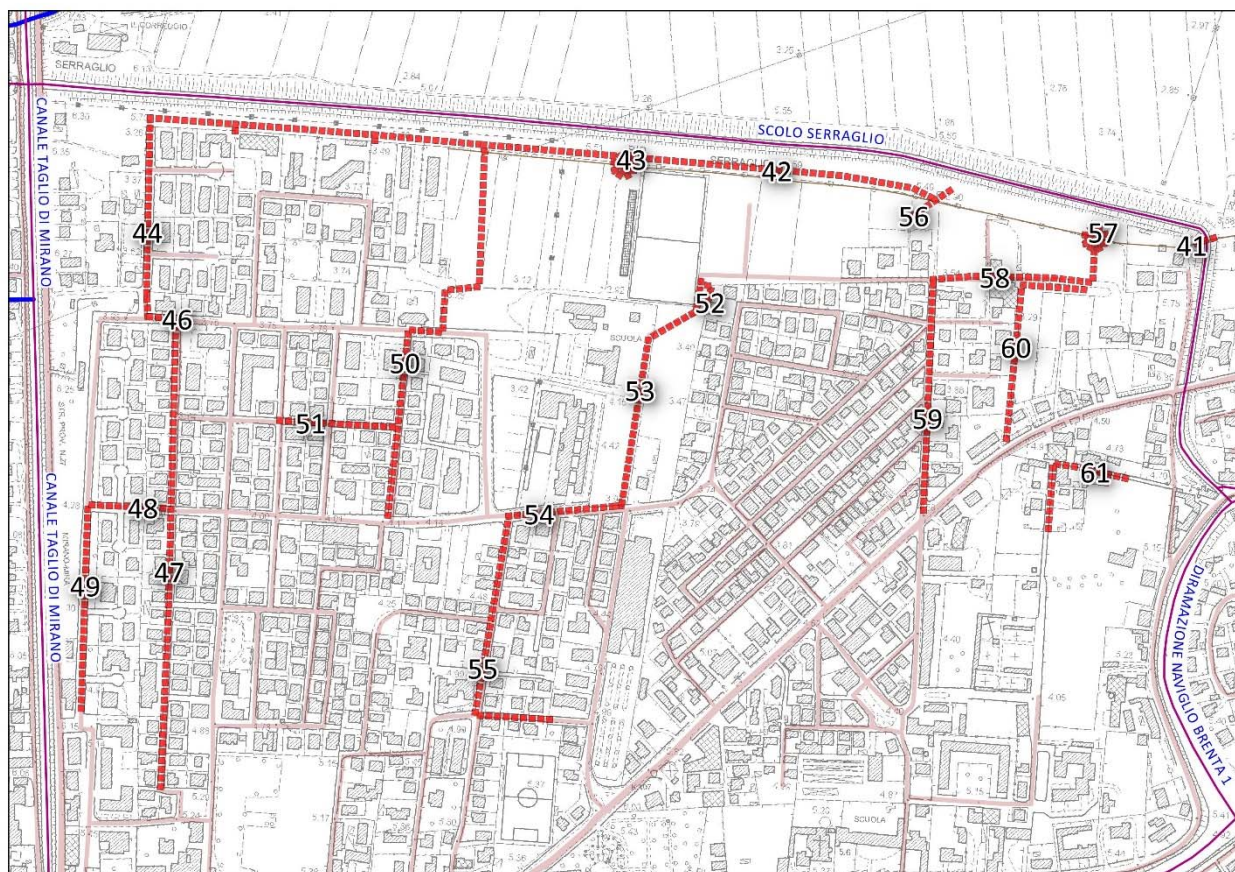


Figura 56. Inquadramento area di intervento

Di seguito si elencano gli interventi identificati:

Interventi 40 e 41: verifica e potenziamento sifoni sotto Serraglio e Pionca.

Interventi 42 e 43: creazione di una nuova dorsale principale parallela a quella esistente nel tratto parallelo al Serraglio con manufatti scatolari con funzione di invaso e trasporto delle portate verso l'impianto di sollevamento di emergenza esistente che dovrà essere potenziato fino a raggiungere la capacità di sollevamento di 2.5 mc/s.

Interventi 44, 45, 46, 47, 48 e 49: rifacimento condotte esistenti e creazione di due nuovi collegamenti al fine di creare una dorsale sud-nord a servizio della porzione più occidentale del centro; il diametro delle condotte necessarie è preliminarmente stimato in 100-120 cm.

Interventi 50 e 51: rifacimento delle condotte esistenti al fine di creare una dorsale a servizio della zona di via Parini e limitrofe; il diametro delle condotte necessarie è preliminarmente stimato in 120 cm.

Interventi 52, 53, 54 e 55: rifacimento delle condotte esistenti e creazione nuovi collegamenti al fine di realizzare una dorsale a servizio dell'area limitrofa a via Cesare Battisti; il diametro delle condotte necessarie è preliminarmente stimato in 100 cm.

Interventi 56, 57, 58, 59: è stata individuata la necessità di riorganizzare la rete di smaltimento delle acque meteoriche in zona via Mazzini attraverso la realizzazione di un nuovo impianto idrovoro di emergenza della capacità di sollevamento di 1 mc/s in posizione facilmente raggiungibile (intervento 57), l'eliminazione delle pompe esistenti (intervento 56) e la creazione di una dorsale lungo via Mazzini (con rifacimento della condotta esistente con una di diametro 120-140 cm) e lungo la strada di lottizzazione presente verso est (con manufatti scatolari).

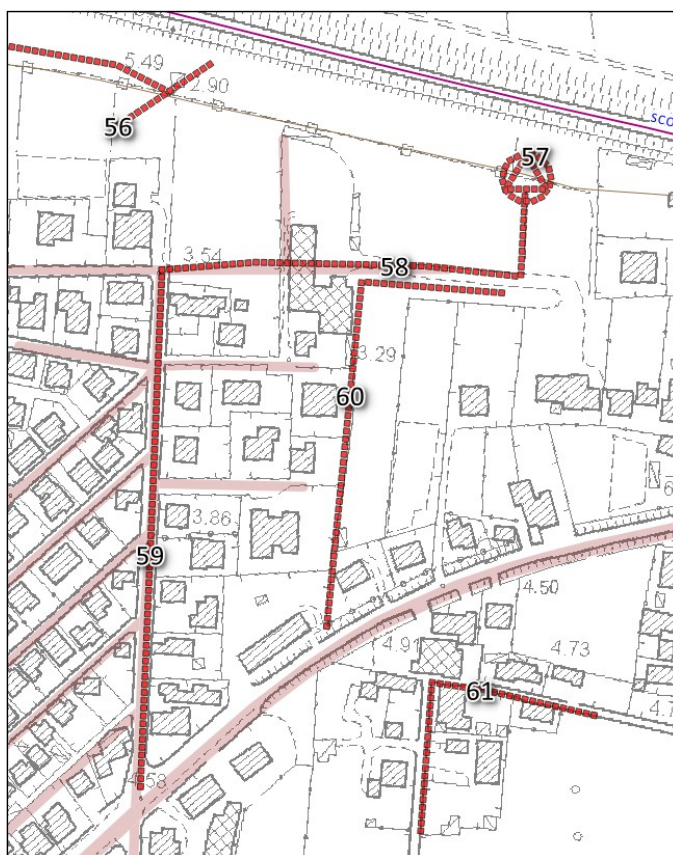


Figura 57. Inquadramento area intervento zona via Mazzini

Intervento 60: ripristino ispezioni, verifica conservazione ed eventuale rifacimento della condotta presente in proprietà privata.

Intervento 61: rifacimento condotta esistente con manufatti di diametro 50-60 cm.

**Interventi 63 e 64** Interventi sulla rete di bonifica in zona Marano-Vetrego

Nella zona al confine tra comune di Mira e Mirano è stato individuato come intervento strutturale il potenziamento del collegamento tra scolo Cesenego e Comuna (intervento 63) e l'allargamento della sezione e rifacimento dei manufatti sottodimensionati del tratto iniziale dello scolo Comuna fino al sifone sul Canale Taglio di Mirano.

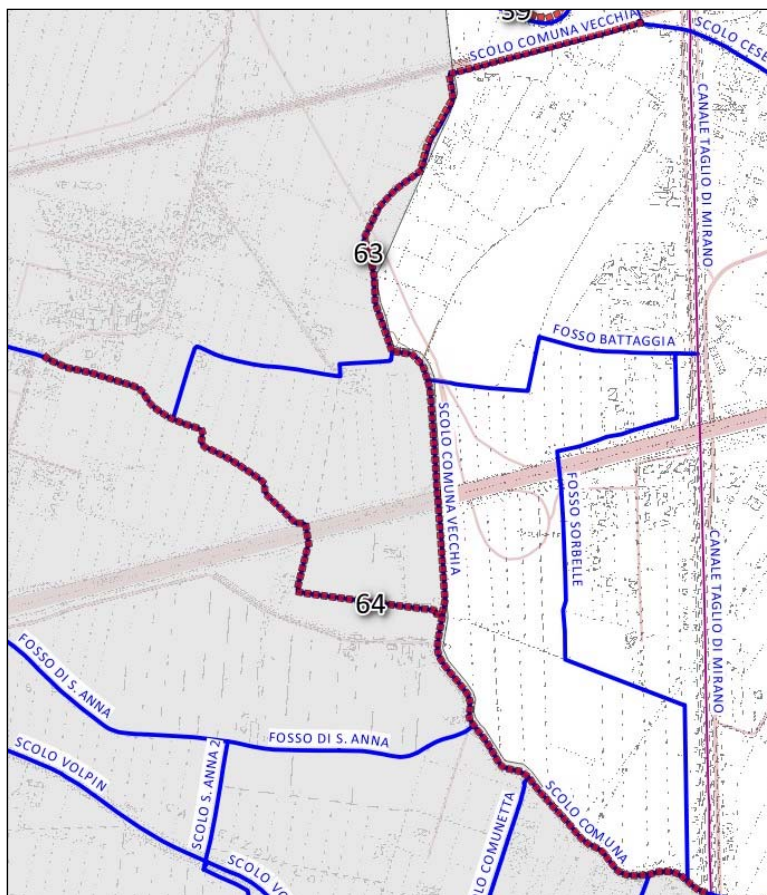


Figura 58. Inquadramento area di intervento



Figura 59. Scolo Comuna a monte del sifone sotto il Canale Taglio di Mirano

## 5.10. Verifica dello stato di progetto

Nelle tavole 03.05.01, 03.05.02, 03.05.03 e 03.05.04 sono riportati gli output del modello numerico sia dello stato di fatto che della versione con l’inserimento di tutti gli interventi di progetto identificati: è possibile verificare le differenze del grado di riempimento dei collettori e l’eliminazione quasi totale dei punti di esondazione presenti nelle simulazioni relative allo stato di fatto.

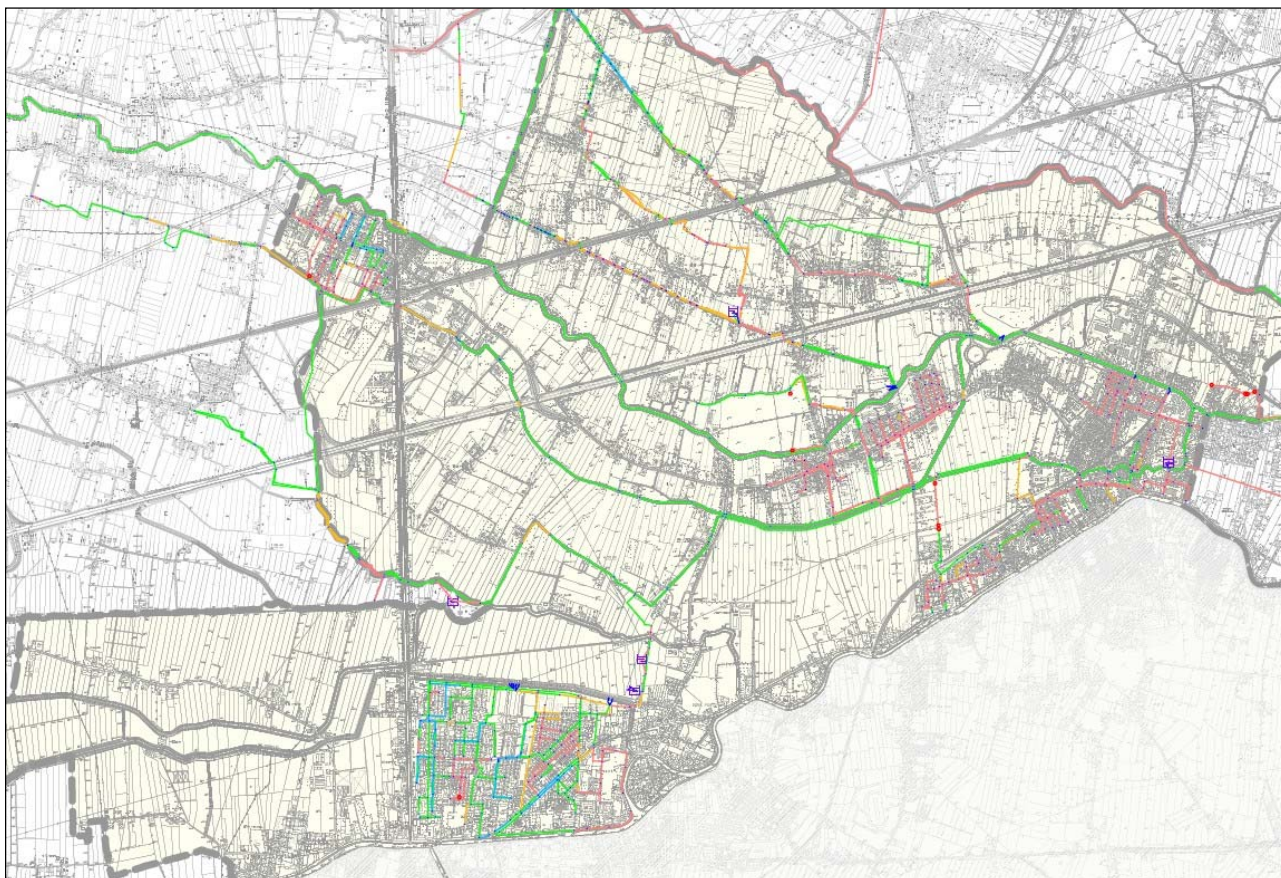


Figura 60. Estratto della tavola 03.05.02 - stato di progetto



## 6. MODELLO "DOGALETTO"

### 6.1. Descrizione del bacino

Il bacino descritto dal primo modello numerico è quello compreso tra Naviglio Brenta a nord, Taglio Novissimo a ovest e conterminazione lagunare a sud ed est.

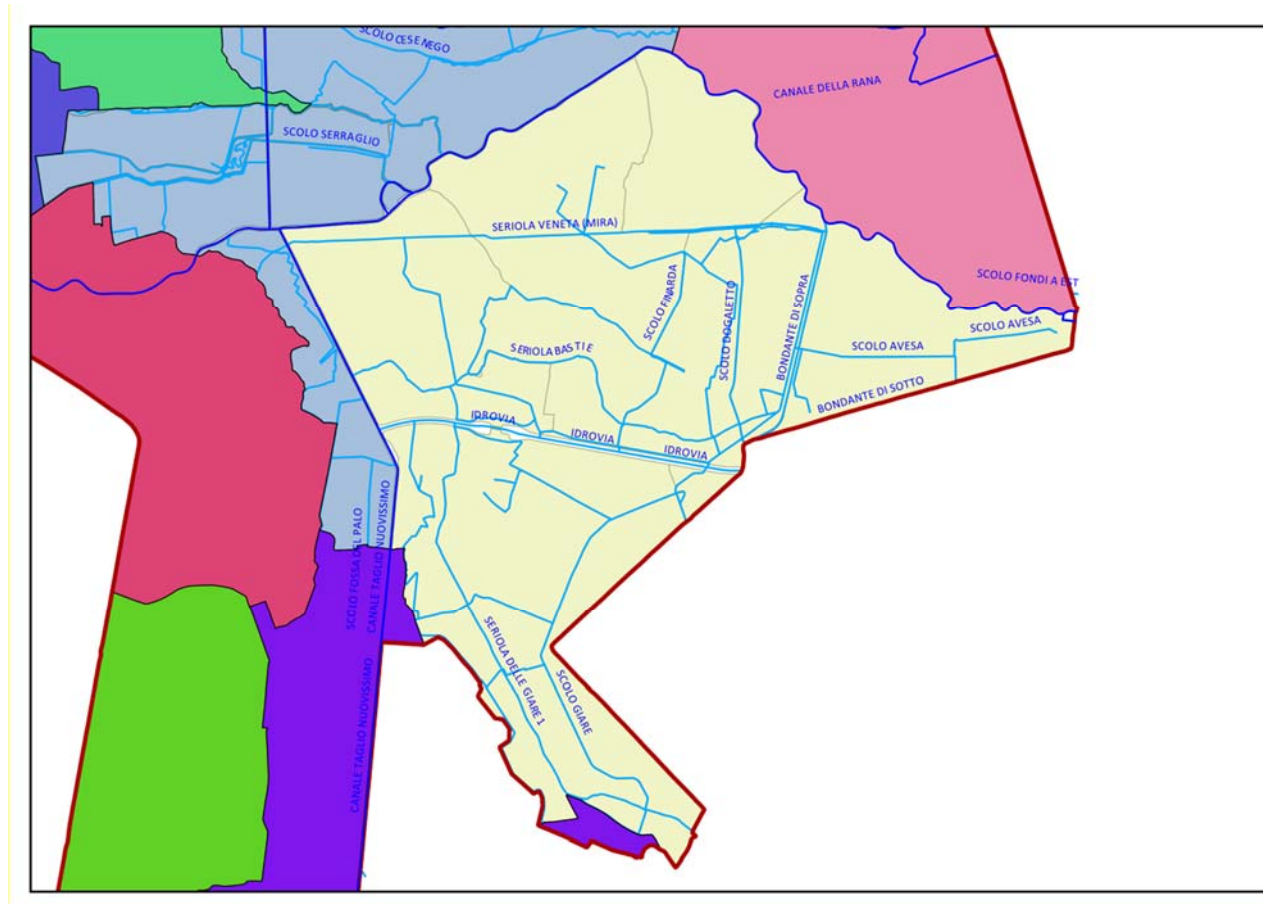


Figura 61. inquadramento bacino "Dogaletto"

Tale bacino è molto complesso e può essere suddiviso in ulteriori sottobacini:

- Sottobacino scolo Soresina (a scolo alternato)
- Sottobacino scolo Finarda (a scolo alternato)
- Sottobacino scolo Bastie (a scolo meccanico)
- Sottobacino scolo Dogaletto (a scolo alternato)
- Sottobacino scolo Giare (a scolo meccanico)

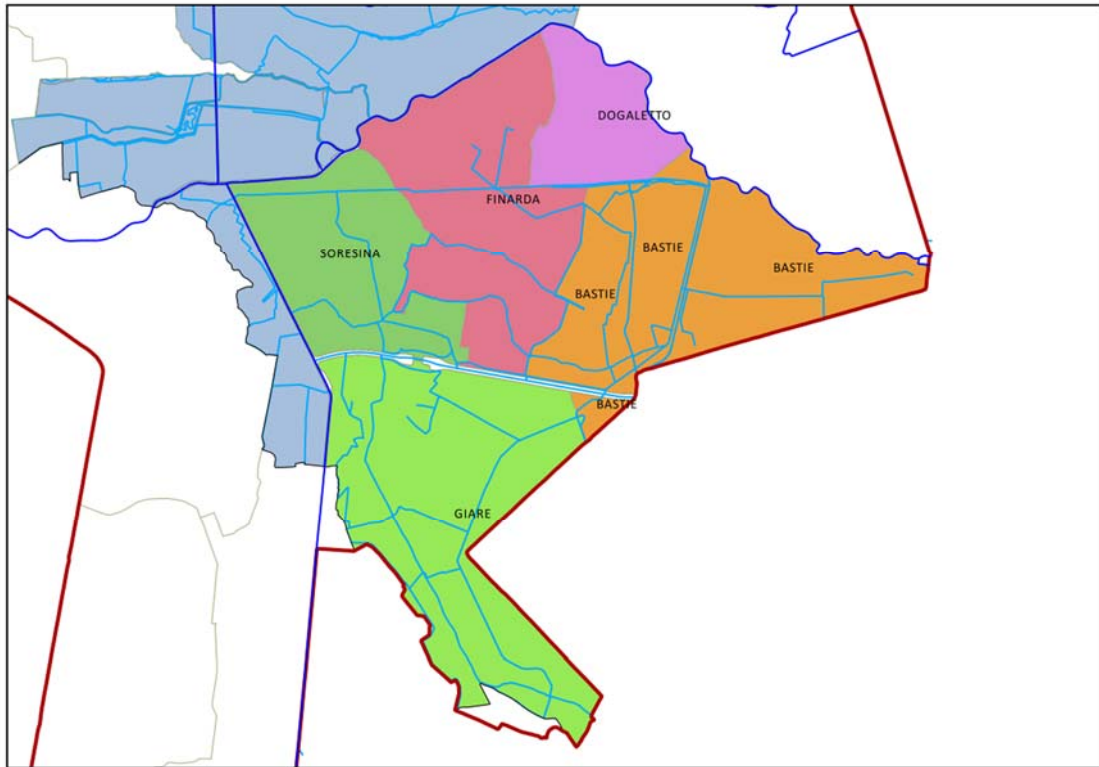


Figura 62. Suddivisione sottobacini per nome

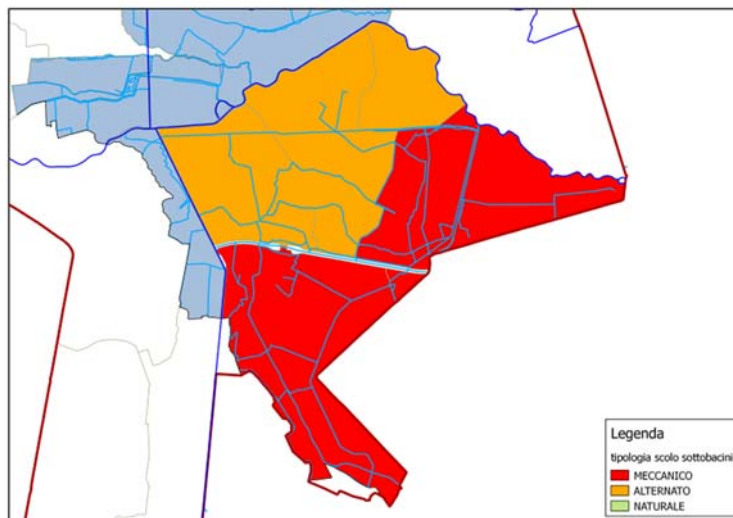


Figura 63. Suddivisione sottobacini tipologia di scolo

Le aree urbane sono caratterizzate dalla presenza di fognatura mista che recapita le proprie portate di piena in testa della rete consortile attraverso degli sfioratori e talvolta è previsto il transito attraverso dei fossi comunali o privati.

Mira Taglio, individuabile approssimativamente tra Naviglio e ferrovia Mestre-Adria, recapita le proprie acque nello scolo Soresina attraverso lo sfioratore di piena posto in via Chiesa Gambarare in prossimità dell'attraversamento ferroviario.

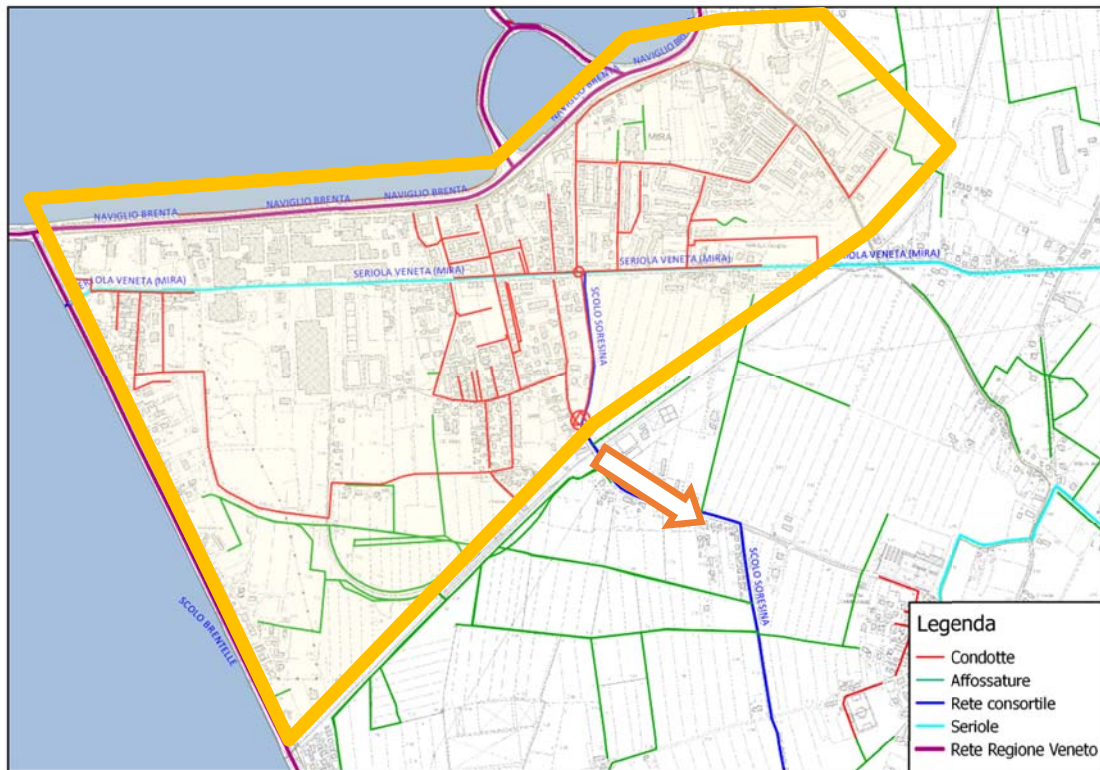


Figura 64. Individuazione bacino urbano afferente alla Soresina



Figura 65. Sfioratore di piena sullo scolo Soresina

La porzione di Oriago sviluppata attorno a via Risorgimento e la parte ovest di Riviera San Pietro recapita le proprie acque nel fosso comunale "Bosco" attraverso lo sfioratore posto in corrispondenza del luogo "Bosco Grande"; il fosso comunale, lungo circa 900 m (nel primo tratto di 200 m costituito da una canaletta aperta in CLS), prosegue in direzione sud, passa sotto alla Seriola Veneta con una botte a sifone (comune all'altro fosso comunale descritto successivamente) e recapita le proprie portate nello scolo Finarda, in gestione al Consorzio di bonifica Acque Risorgive.

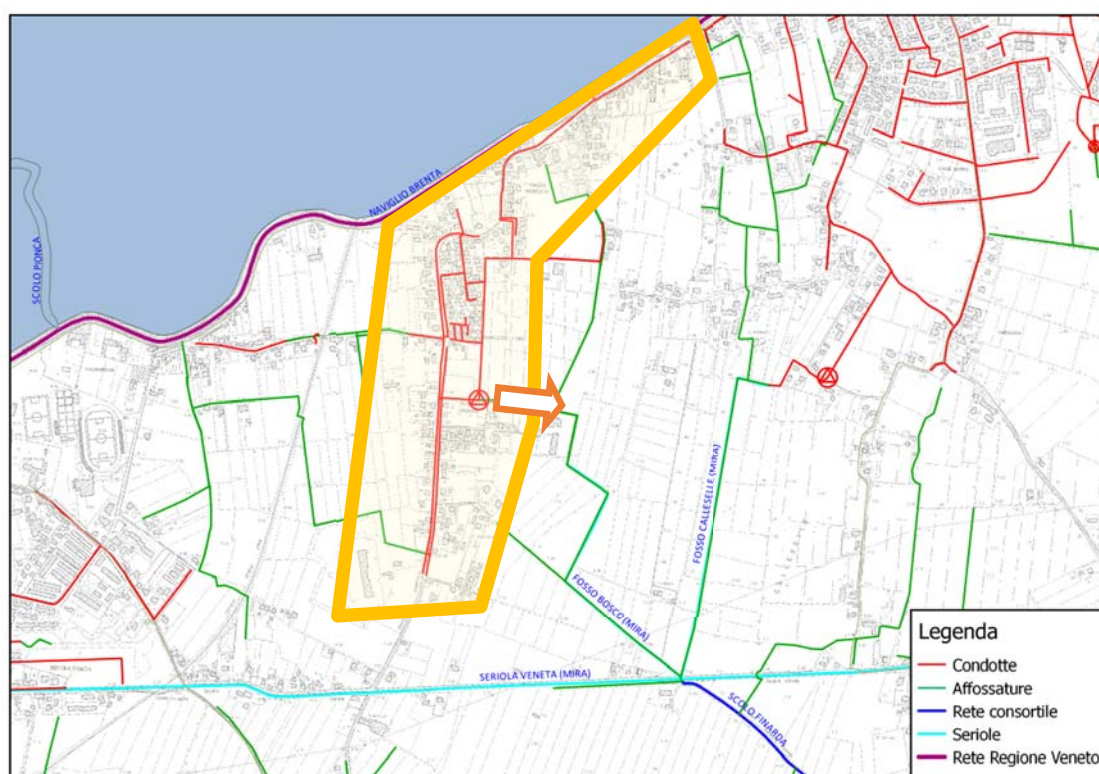


Figura 66. Individuazione bacino urbano afferente al fosso "Bosco"



Figura 67. Tratto iniziale del fosso "Bosco"

La porzione di Oriago compresa tra via Riviera San Pietro, via Sabbiona, via Torcello, via Calleselle di Oriago e via Calleselle di San Pietro recapita le proprie acque nel fosso comunale "Reale" attraverso lo sfioratore posto in via Calleselle di Oriago; lo sfioratore scarica prima in una condotta di 1,2 m di diametro di lunghezza pari a circa 200 m la quale poi scarica in testa al fosso comunale che prosegue verso sud passando sotto alla Seriola Veneta con una botte a sifone comune al fosso comunale "Bosco" di cui sopra e recapita le proprie acque nello scolo Finarda.

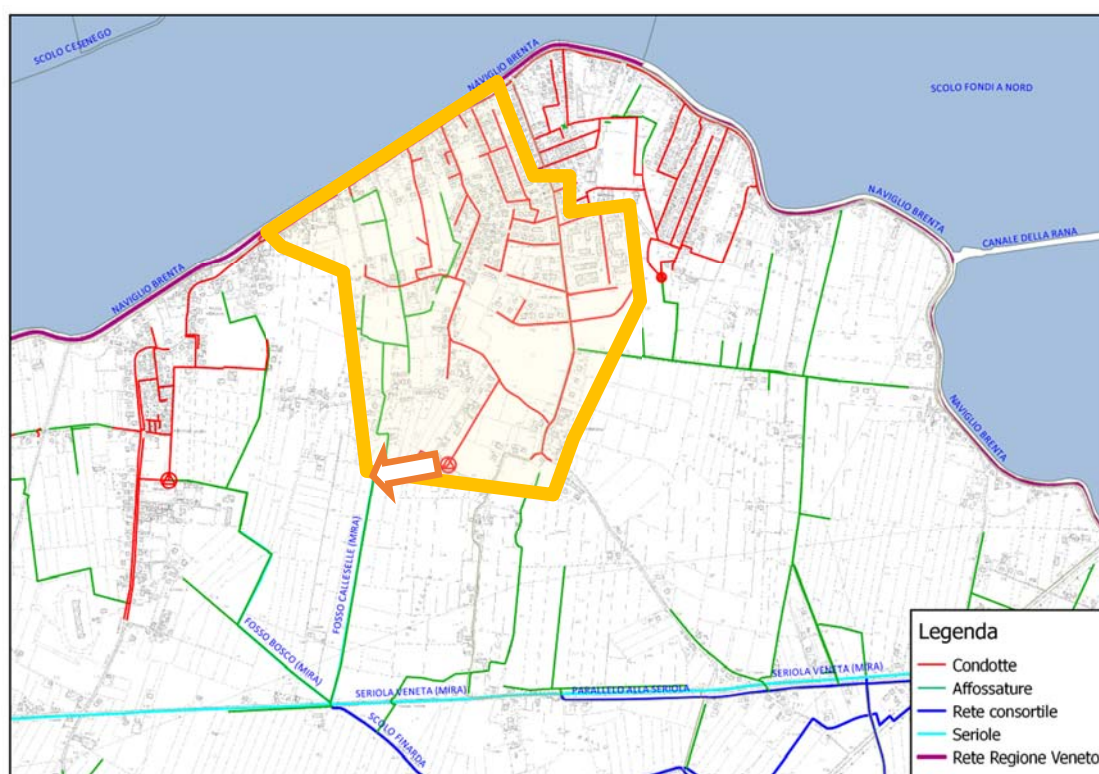


Figura 68. Individuazione bacino urbano afferente al fosso "Reale"



Figura 69. Tratto iniziale del fosso "Reale"

La porzione di Oriago compresa tra via Riviera Bosco Piccolo, la porzione nord di via Sabbiona, via Pellestrina e via Lago di Levico recapita le proprie acque in un fosso che prosegue verso sud costeggiando e intersecando in un punto via Lago di Candia e arriva a diramarsi in tre fossi e sottopassare la Seriola Veneta con altrettanti sifoni a valle dei quali sono presenti gli scoli consortili Dogaletto e Parallelo alla Seriola Veneta (che finisce in Dogaletto).

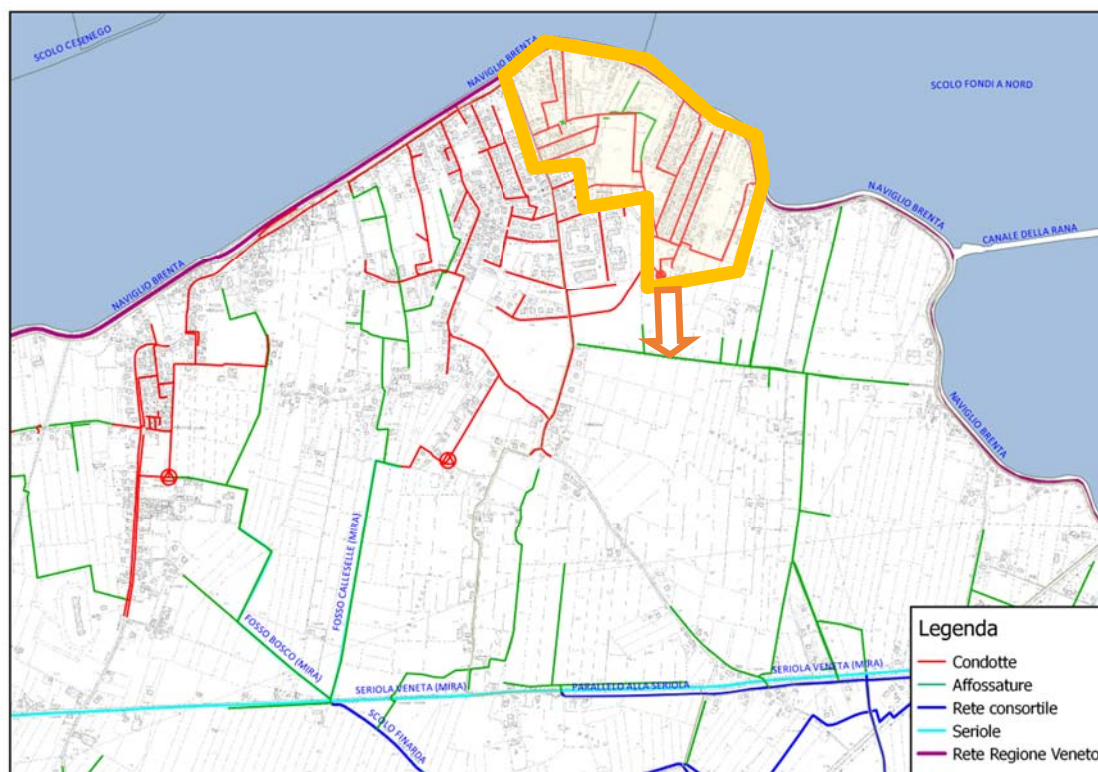


Figura 70. Individuazione bacino urbano afferente al fosso privato di via Lago di Candia



Figura 71. Punto di recapito sfioratore di piena

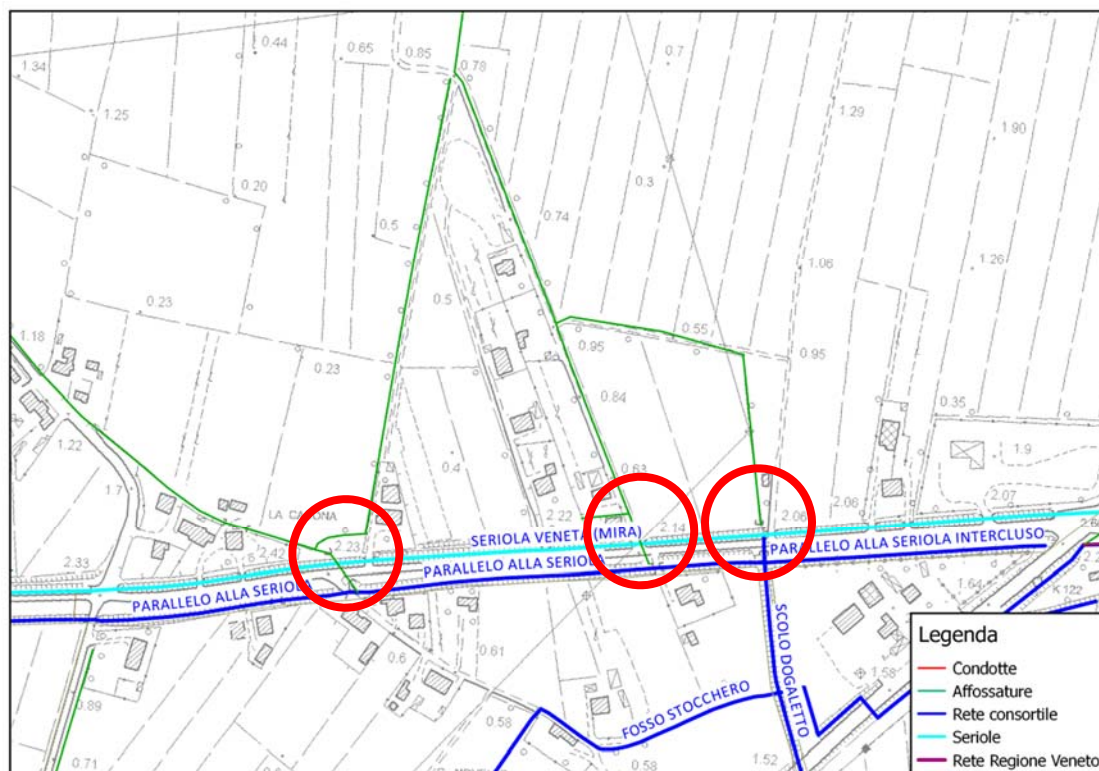


Figura 72. Ubicazione dei tre sifoni sotto la Seriola Veneta



Figura 73. Imbocco del sifone posto in corrispondenza dell'inizio dello scolo Dogaletto

Le frazioni di Gambarare e Piazza Vecchia (in sinistra idraulica dello scolo Soresina) recapitano le proprie acque nello scolo consortile Soresina attraverso uno sfioratore posto in sinistra idraulica; una piccola parte della frazione di Piazza Vecchia (via Vecellio e via Jacopo della Quercia) scarica le proprie acque meteoriche direttamente nella condotta di acque miste che va al depuratore di Fusina.

Le acque meteoriche generate dalla porzione di Piazza Vecchia in destra idraulica della Soresina hanno come recapito finale sempre tale scolo consortile ma senza transitare per la rete mista: il tracciato è costituito da alcuni capofossi e tombinamenti esistenti. Per una porzione posta a sud della Seriola di Porto Menai lo scarico avviene tramite la Seriola delle Giare Deviate.

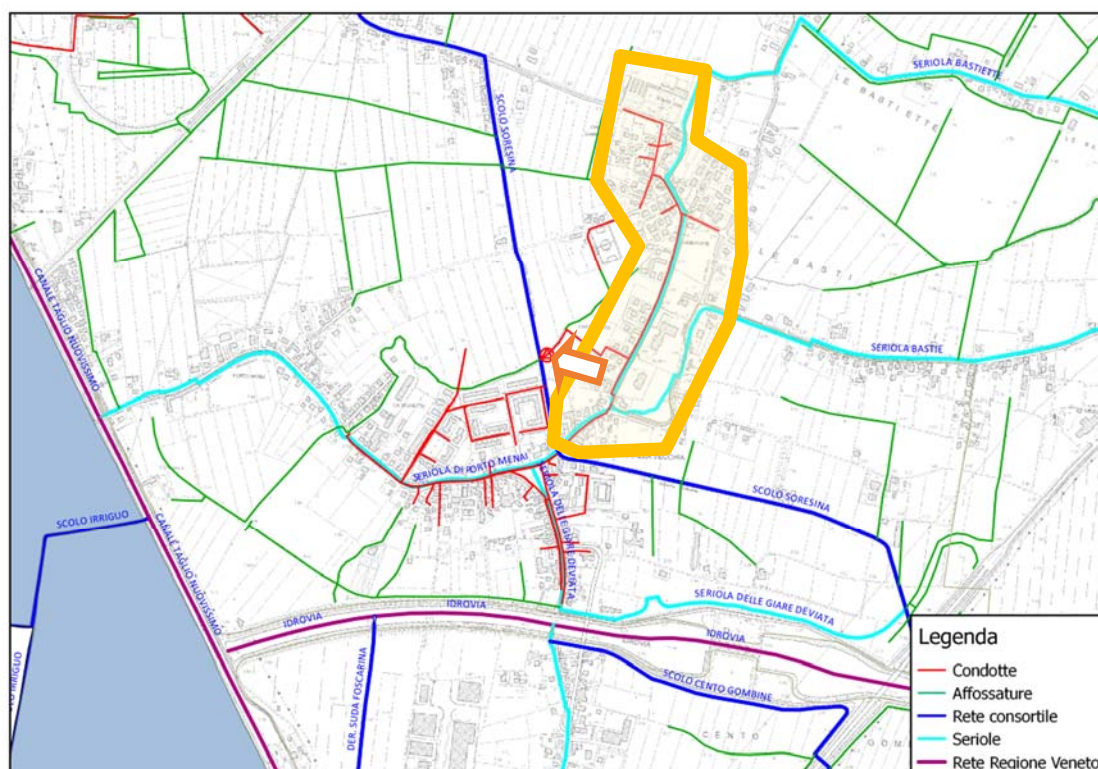


Figura 74. Individuazione bacino urbano afferente allo scolo Soresina tramite rete mista





Figura 75. Sfiatore di piena a sullo scolo Soresina

La frazione di Malcontenta recapita le proprie acque nello scolo consortile Foscara attraverso uno sfiatore posto in corrispondenza del cimitero; la porzione di frazione ad ovest del Bondante di Sopra scarica in quest'ultimo attraverso un impianto di modulazione posto in via Pallada.

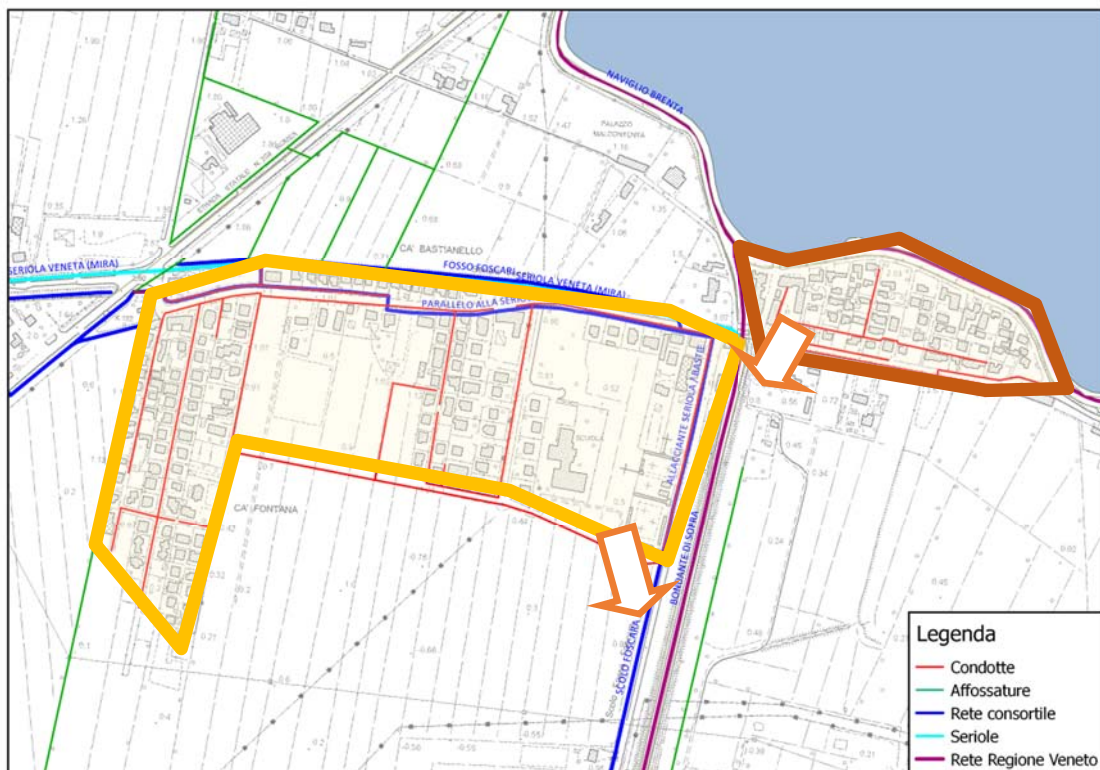


Figura 76. . Individuazione bacini urbani afferenti allo scolo Foscara e Bondante di Sopra

## 6.2. Pluviogrammi di progetto

Tra tutte le durate di pioggia orarie comprese tra 1 ora e le 24 ore (e le semiorarie tra 1 e 3 ore) sono state scelte le quattro durate di precipitazione che evidenziano in misura maggiore le criticità delle rete di smaltimento delle acque meteoriche.

L'evento di durata oraria sollecita la porzione urbana della rete caratterizzato da pari tempo di corrivazione generando invece nella rete a valle medio-bassi gradi di riempimento.

Relativamente all'evento più breve e intenso, 1 ora, è stato necessario abbassare la scelta del tempo di ritorno di simulazione e identificazione degli interventi di progetto fino a 5 anni per ottenere interventi di progetto che fossero sostenibili e realizzabili; questo a causa dell'ampia estensione del centro urbano. A tal riguardo è bene evidenziare che, volendo raggiungere livelli di sicurezza idraulica maggiore, diverrebbe necessario rifare non soltanto la rete principale ma tutta la rete di raccolta delle acque meteoriche esistente (caditoie, baffi di allacciamento, rete secondaria).

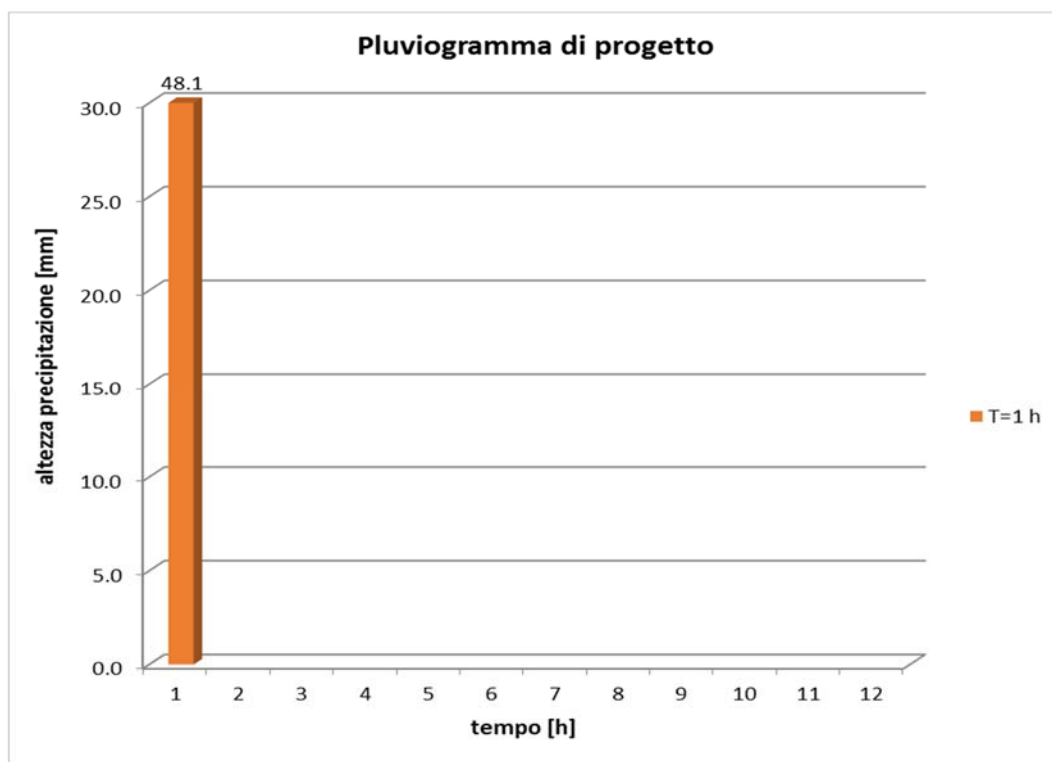


Figura 77. Pluviogramma T=1 h Tr= 5 anni

Con l'aumentare della durata della precipitazione la porzione di rete maggiormente sollecitata diventa quella prossima alla sezione di chiusura costituita dall'impianto di sollevamento di Dogaletto (storicamente detto anche "Machinon"): l'evento che sollecita maggiormente tale punto della rete è quello di durata pari a ore.

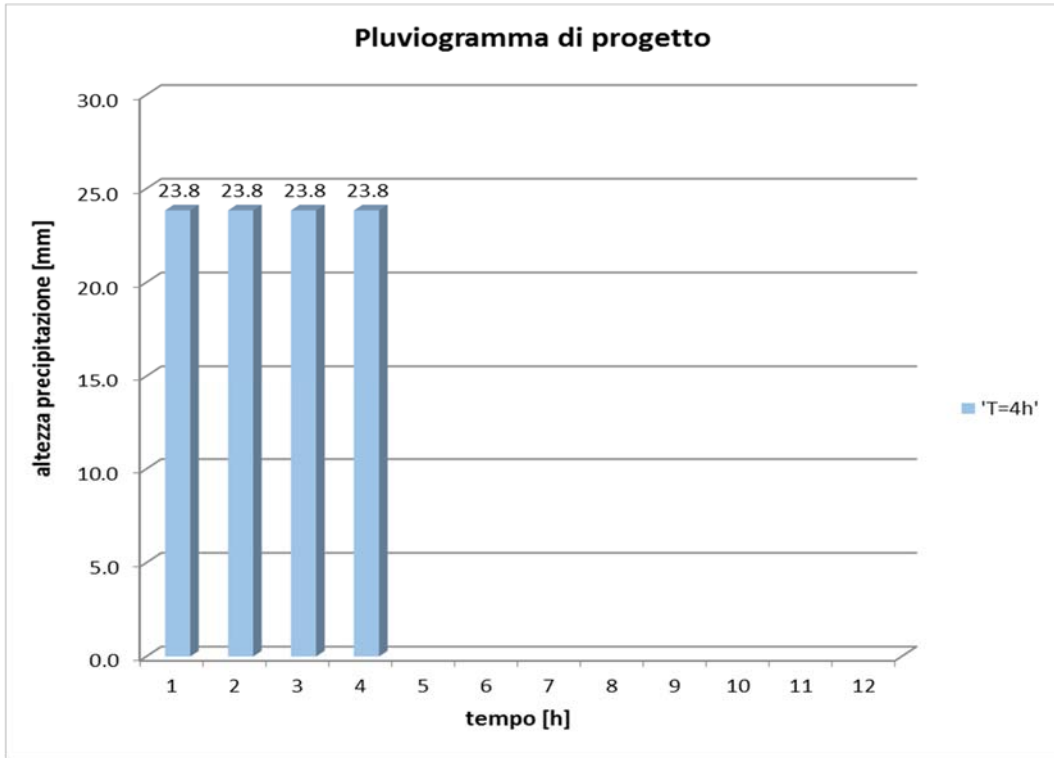


Figura 78. Pluviogramma T=4 h Tr= 20 anni

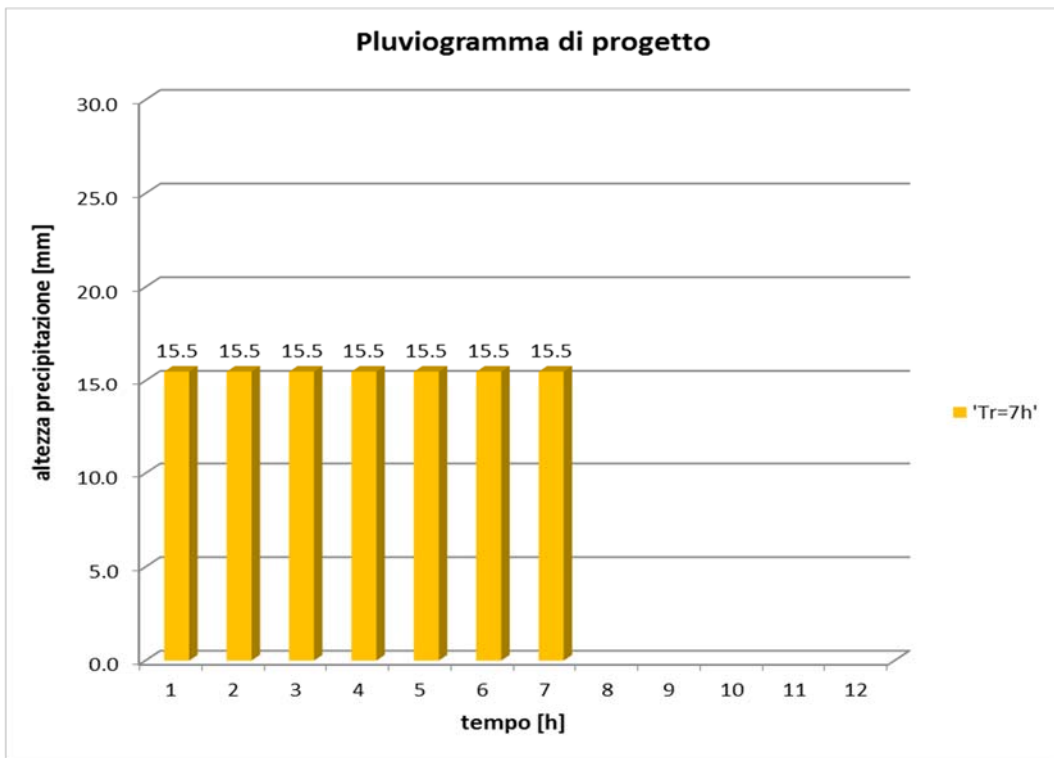


Figura 79. Pluviogramma T=7 h Tr= 20 anni

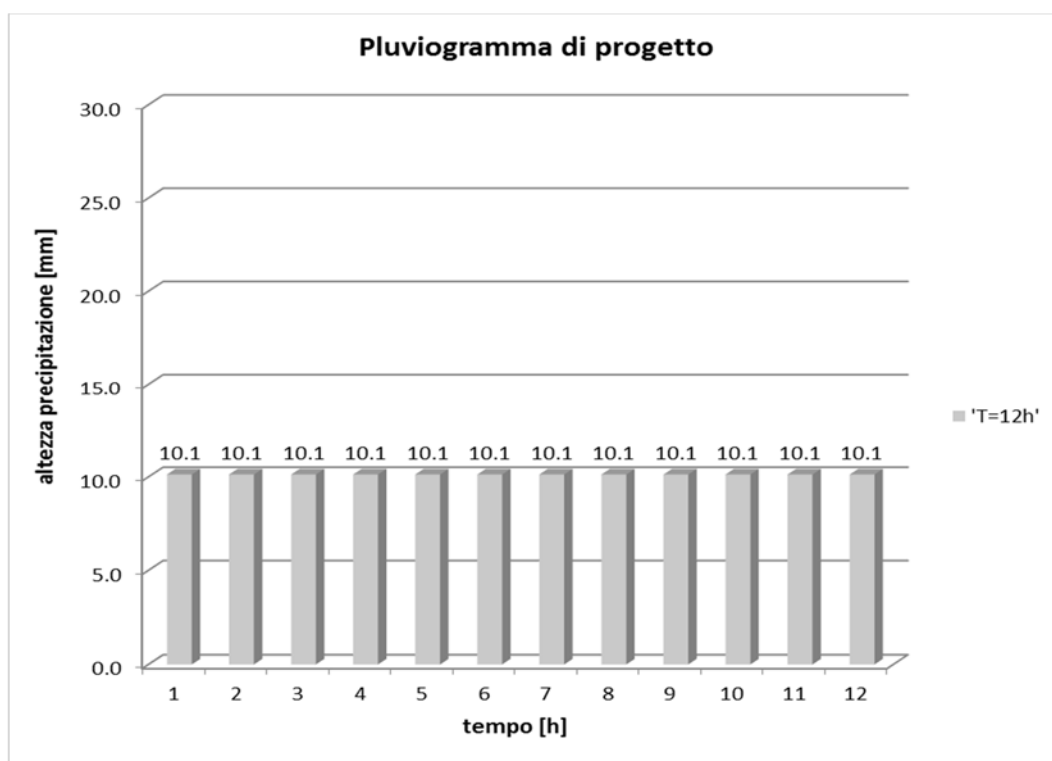


Figura 80. Pluviogramma T=12 h Tr= 20 anni

Si ritiene necessario evidenziare che le durate critiche evidenziate dal modello numerico sviluppato dipendono dal modello scelto per simulare la risposta idrologica del terreno. Nel caso specifico il modello è quello del Curve Number (SCS) che si ritiene riesca a rappresentare con buoni risultati la progressiva imbibizione del terreno tipico delle aree a bonifica meccanica.

### 6.3. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni sono composte dai livelli idrometrici presenti nei punti di scarico della rete: a parte il recapito nel Canale Bondante per la piccola porzione di rete presente nella porzione est di Malcontenta (Riviera Malibrán) per il quale si è ipotizzata una quota costante i rimanenti punti di scarico sono sempre in Laguna di Venezia per la quale si sono ipotizzate delle quote di marea oscillante tra 0 e 1 m s.l.m.

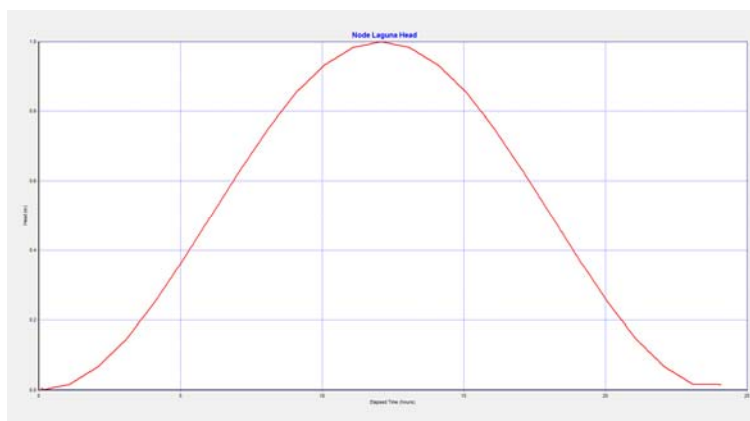


Figura 81. Livello della condizione di contorno

#### 6.4. Simulazione dello stato di fatto

Le simulazioni effettuate con i pluviogrammi di progetto hanno potuto evidenziare i punti critici.

E' possibile trovare una rappresentazione grafica dei risultati ottenuti all'interno delle tavole 03.04.01, 03.04.02, 03.04.03 e 03.04.04: in corrispondenza di un evento con tempo di ritorno pari a 5 anni e di durata pari ad un ora si manifestano condizioni di deflusso in pressione in quasi tutte le condotte presenti in prossimità dei centri urbani; tali eventi, rappresentati dal caso dei temporali estivi, non sono sopportati dalla rete di prima raccolta delle acque (normalmente dimensionate per eventi meno intensi); di norma questi non costituiscono un problema rilevante per la rete di bonifica.

Le conseguenze di tali eventi meteorologici sono di norma il ristagno delle acque nelle strade per incapacità della rete di prima raccolta di smaltirle in maniera corretta e per il rapido di riempimento delle condotte. Tali ristagni, a meno di conformazioni del terreno particolari, sono contenuti e si risolvono velocemente dopo la fine dell'evento.

In corrispondenza degli eventi di durata pari a 4, 7 e 12 ore e tempo di ritorno 20 anni si manifestano problematiche anche lungo la rete consortile: in particolare si creano alcuni punti di esondazione a monte dei tombinamenti e dei ponti attualmente sottodimensionati e alcuni tratti manifestano insufficienza dimensionale. Rimangono problemi di deflusso anche sulla rete urbana.

Nella tavola 03.02.01 sono state riassunte tutte le principali criticità emerse dalla modellazione numerica: attraverso la sovrapposizione dell'output relativo a tutti gli eventi analizzati è stato possibile individuare zone soggette ad insufficienza dell'attuale rete di smaltimento delle acque meteoriche (rete di bonifica, fossi privati/pubblici o rete condotte).

## 6.5. Individuazione criticità

Dall'analisi dei risultati emerge la generale insufficienza della rete tubata di raccolta delle acque meteoriche nelle aree abitate (anche con riferimento ad eventi con tempo di ritorno pari a 5 anni) e l'attuale sottodimensionamento di porzioni della rete di bonifica: lo scolo Soresina, il tratto iniziale dello scolo Finarda, lo scolo Parallelo al Dogaletto, lo scolo Bastie e lo scolo Foscarà.

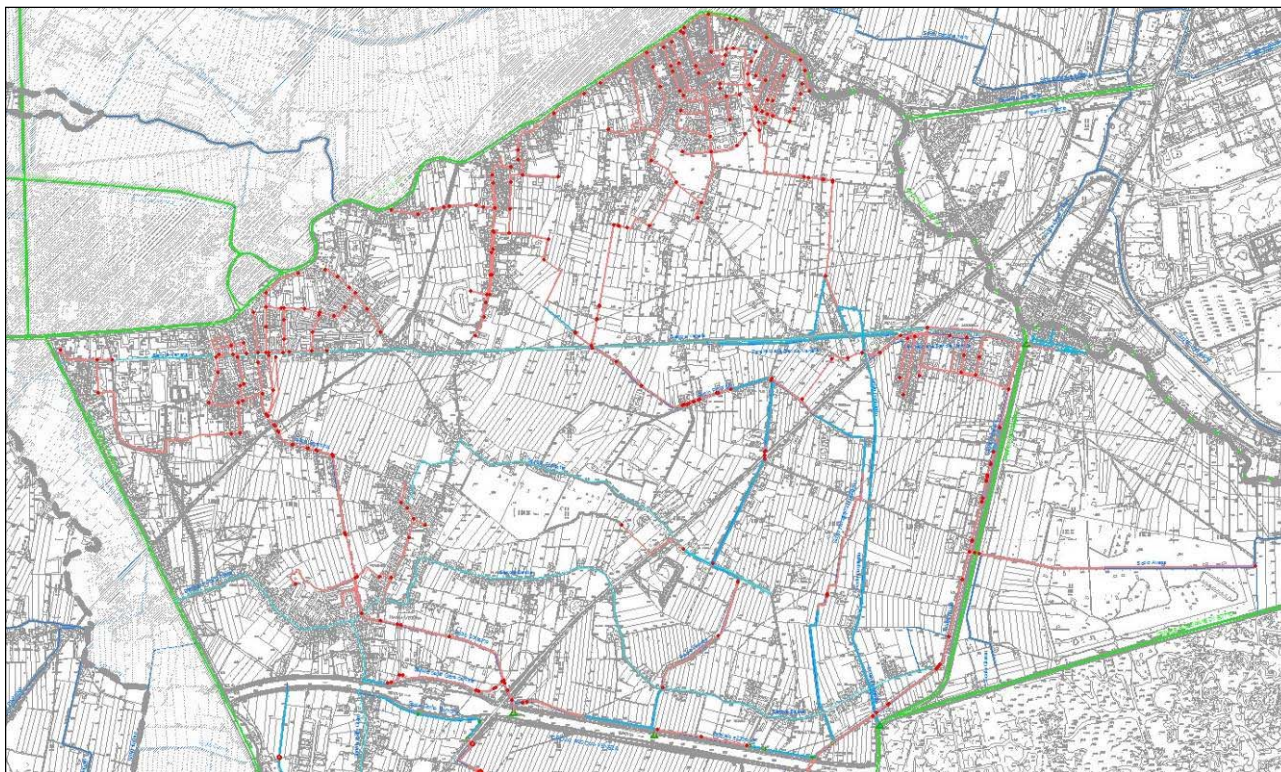


Figura 82. Estratto della tavola 03.02.01 – zona nord del bacino Dogaletto

Alcune di queste criticità, ottenute analizzando i risultati del modello numerico, corrispondono a quelle ottenute dalle segnalazioni raccolte dall'ufficio tecnico comunale in quanto derivanti dall'insufficienza della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Le ragioni della non coincidenza di alcune criticità deriva o dalla non modellazione numerica di alcune dorsali (per le scarse dimensioni) o per problematiche relative alla scarsa manutenzione o parziale occlusione (non rilevate strumentalmente) di queste.

## 6.6. Individuazione interventi

Attraverso l'utilizzo del modello numerico sono stati individuati gli interventi di progetto che, attuati nella loro totalità, permetterebbero di portare ad un certo livello di sicurezza la rete principale di smaltimento delle acque bianche.

Gli interventi, nella loro totalità sono rappresentati nella tavola 03.03.00 e di seguito vengono illustrati puntualmente.

Nelle successive fasi di progettazione, sarà necessario valutare più approfonditamente la fattibilità degli interventi (ed eventualmente trovarne di idraulicamente equivalenti) e procedere ad un più preciso dimensionamento degli stessi effettuando anche delle valutazioni costi-benefici.

Nella definizione della realizzazione degli interventi è auspicabile che vengano scelti quelli costituiti da manutenzioni straordinarie della rete esistente per il semplice motivo che i costi sono sicuramente inferiori e la possibilità di intervento è immediata essendo già presente una rete idraulica. Riguardo all'ordine di realizzazione degli interventi riguardanti lo stesso bacino o collettore è necessario che questi vengano realizzati "da valle verso monte".

## 6.7. Interventi in fase di realizzazione

All'interno del territorio comunale di Mira ricadente all'interno del bacino Dogaletto è in fase di attuazione un importante intervento strutturale sulla rete di bonifica che porterà dei benefici idraulici sul territorio: "realizzazione del collegamento idraulico Soresina-Bastie con nuova botte a sifone sottopassante l'idrovia Padova-Venezia e ricalibratura dei canali Foscara, Bastie e Parallelo Idrovia - id71a – stralcio opere idrauliche di bonifica Gambarare di Mira".

La descrizione di tali interventi è presente nella relazione generale (elaborato 01.01.00) al capitolo 3.

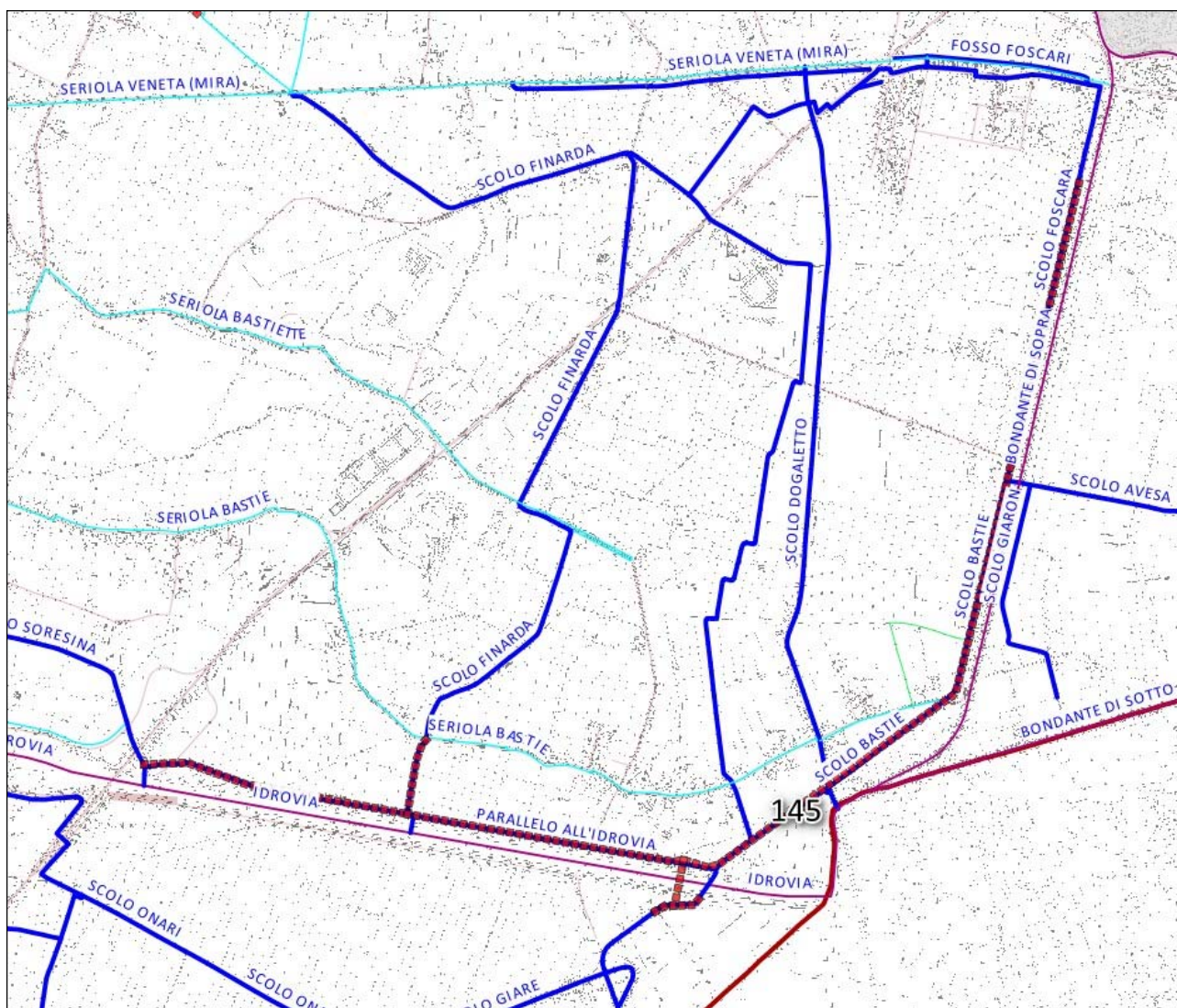


Figura 83. Inquadramento dei tratti interessati dal progetto riguardante la rete di bonifica



Nell'area oggetto di analisi è previsto anche un intervento sulla rete comunale di smaltimento delle acque meteoriche in una delle laterali di via Risorgimento: un nuovo by-pass realizzato con una condotta di diametro 80 cm e un risezionamento dell'affossatura ricettrice fino al punto di recapito nell'affossatura comunale "fosso Bosco".

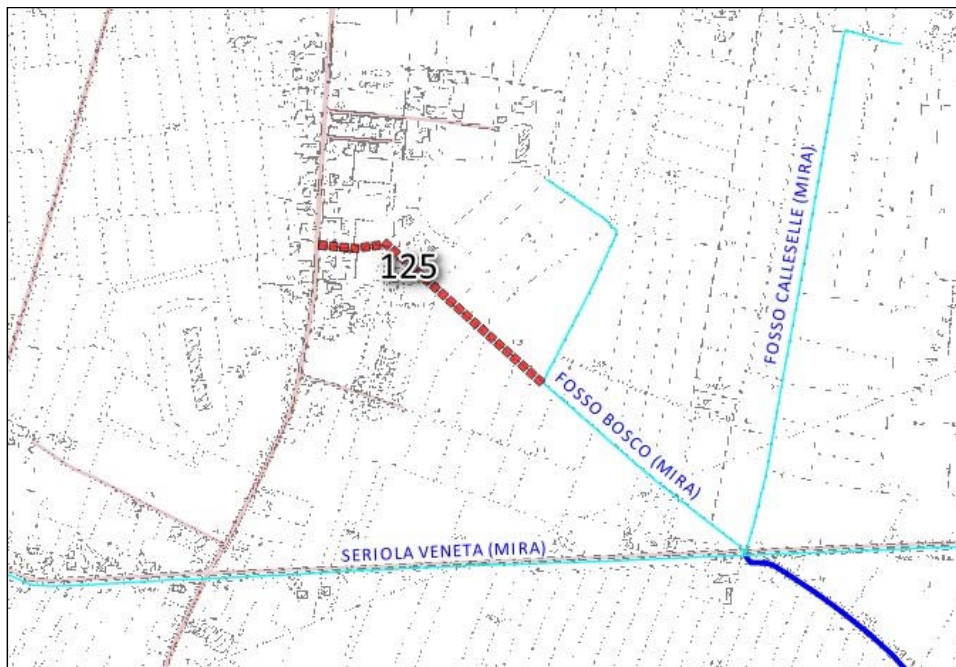


Figura 84. Inquadramento dei tratti interessati dal progetto riguardante la rete comunale di smaltimento delle acque meteoriche

## **6.8. Interventi di manutenzione**

Con l'ausilio del modello numerico e dei sopralluoghi effettuati sono stati identificati una serie di interventi di manutenzione straordinaria da attuare fin da subito sulla rete di smaltimento delle acque meteoriche finalizzati al ripristino della piena funzionalità di manufatti e della rete esistente perduta nel corso del tempo.

Contestualmente a tali interventi sarà opportuna una più completa verifica funzionale dei manufatti laddove non è stata possibile con l'attività di rilievo.

L'individuazione di questi interventi, ritenuti i più urgenti, non esclude la necessità di effettuare la manutenzione, ordinaria e straordinaria dove necessario, anche di tutte le altre affossature e condotte esistenti nel territorio comunale.

### Intervento 124 Canaletta scarico via Risorgimento

Si ritiene necessaria una manutenzione straordinaria attraverso l'asporto del materiale depositato del primo tratto di scarico della canaletta posta a valle del modulatore/sfioratore di mista di via Risorgimento. Il materiale e la vegetazione attualmente presenti pregiudicano la piena funzionalità del collettore.



Figura 85. Identificazione posizione intervento



Figura 86. Canaletta esistente



Figura 87. Tratto finale canaletta

### Intervento 103 Idropulizia condotta via Lago di Trasimeno

Durante le attività di rilievo è stato riscontrato che la condotta di fognatura mista di via Lago di Trasimeno presenta ristagno idrico: si ritiene necessaria una idropulizia dell'intero tratto e una verifica del deflusso verso valle così da eliminare un'eventuale ostruzione.

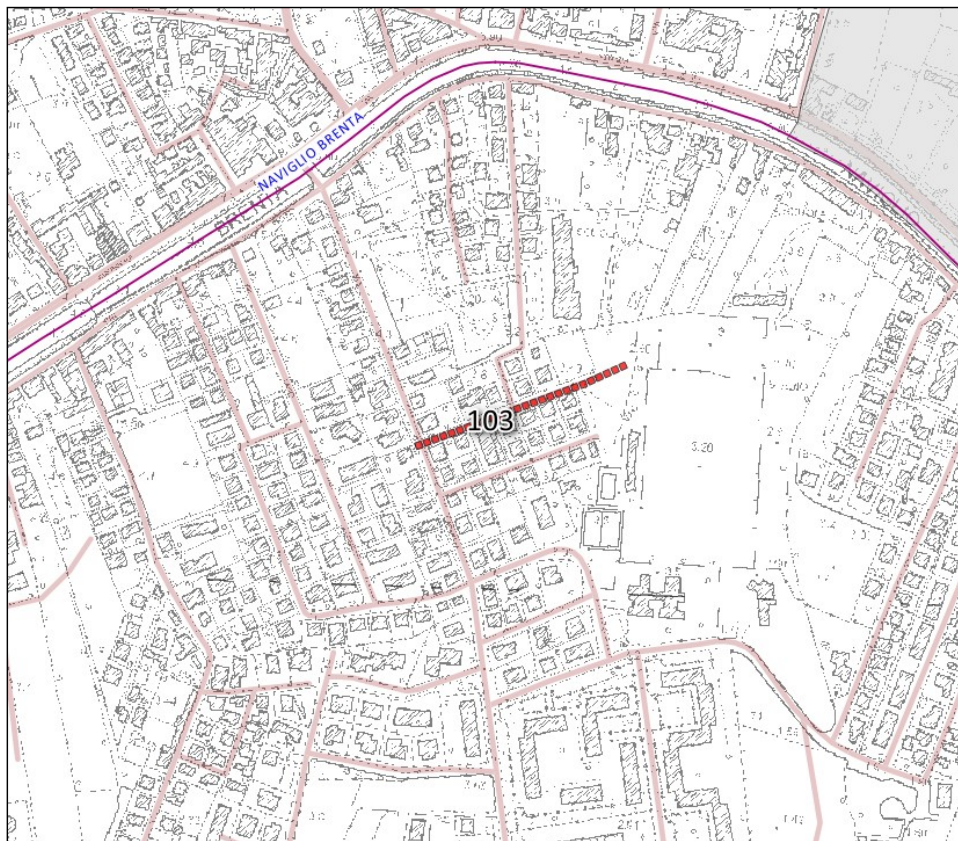


Figura 88. Identificazione posizione intervento

### Intervento 119 Manutenzione straordinaria rete via Calleselle di Oriago e San Pietro

Le affossature private e i relativi tombinamenti presenti nella zona di via Calleselle di San Pietro e via Calleselle di Oriago appaiono scarsamente o solo parzialmente mantenute per la presenza di vegetazione e una livelletta di fondo non omogenea. Tale stato pregiudica la loro funzionalità e ne causa il progressivo peggioramento.

Si ritiene necessario provvedere all'approfondimento dei rilievi strumentali anche all'interno delle proprietà private, alla definizione di una livelletta di fondo e di una sezione tipo di progetto; contestualmente ai lavori di manutenzione straordinaria è necessario verificare attraverso videoispezione lo stato dei tombinamenti ed eventualmente provvedere, qualora si riscontrasse presenza di materiale di deposito, ad una pulizia con canaljet.

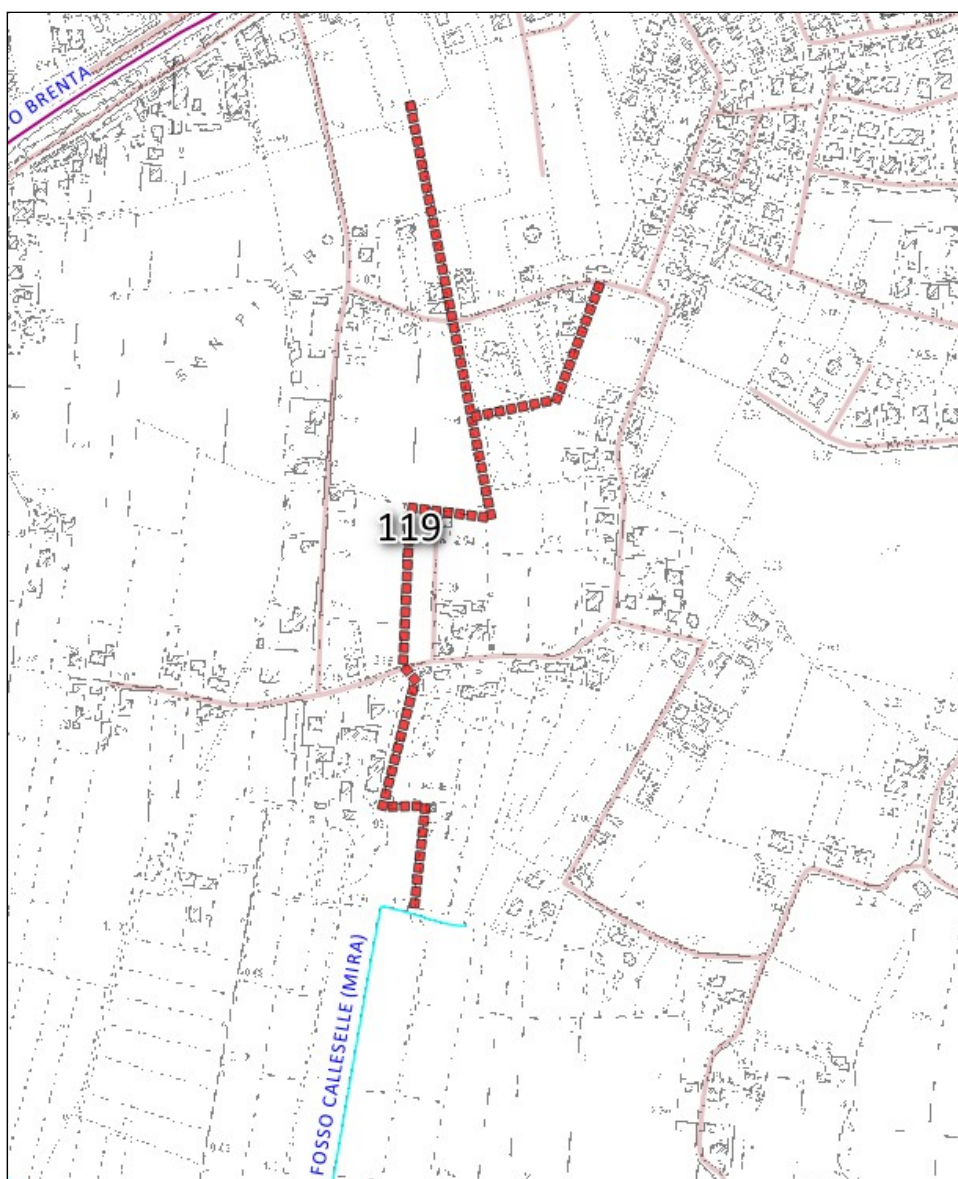


Figura 89. . Identificazione posizione intervento



Figura 90. Tratto iniziale del tratto necessario di manutenzione



Figura 91. Tratto di affossatura individuata



Figura 92. Punto di uscita di un tombinamento

### Intervento 129 Via Valmarana

Il fosso di guardia lato nord di via Valmarana appare in condizioni di non ottimale manutenzione oltre ad essere caratterizzato da una successione di sezioni e manufatti non uniforme. E' necessario provvedere al suo risezionamento e/o rimozione del materiale depositato (nel tratto rivestito in CLS a Est della ferrovia) e verificare tramite videoispezione lo stato funzionale dei tombinamenti posti a monte e valle.

Si suggerisce inoltre il rifacimento dell'attraversamento della ferrovia con una differente soluzione tecnica.

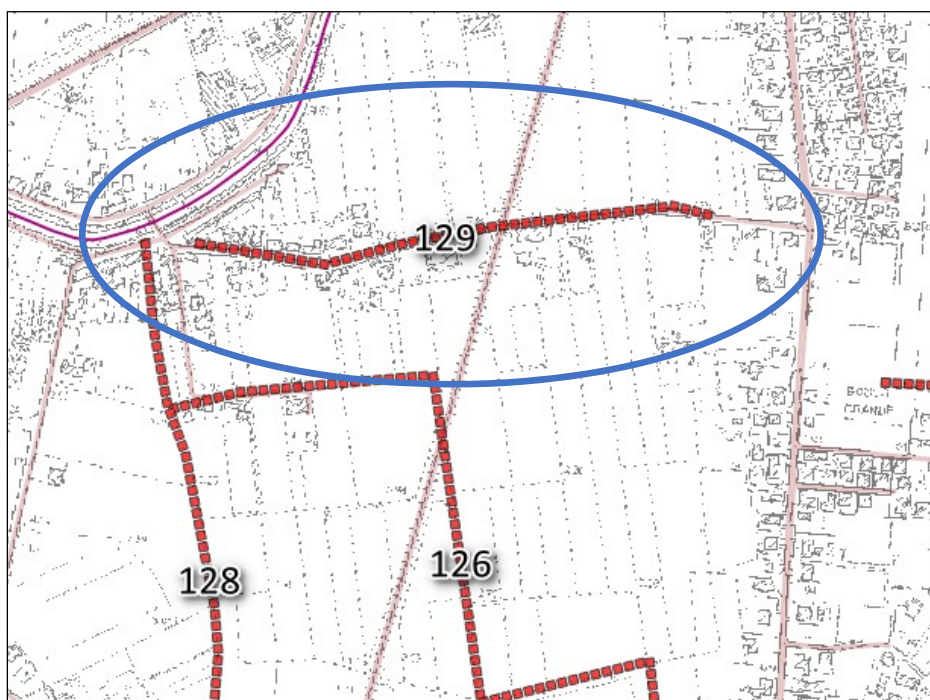


Figura 93. Identificazione posizione intervento



Figura 94. Affossatura di guardia posta a Ovest della ferrovia durante un evento meteorico





Figura 95. Attraversamento ferroviario



Figura 96. Manufatto in CLS presente a Est della ferrovia - presenza di deposito sul fondo

Interventi 126 e 128 Affossature private tra via Valmarana e Forte Poerio

Il drenaggio di una importante porzione di territorio compreso tra via Valmarana e il Forte Poerio è affidata alla presenza di due affossature interconnesse che recapitano le proprie acque in Naviglio Brenta quando i livelli lo permettono (presenza di una porta a vento) altrimenti in rete comunale presente in via Risorgimento.

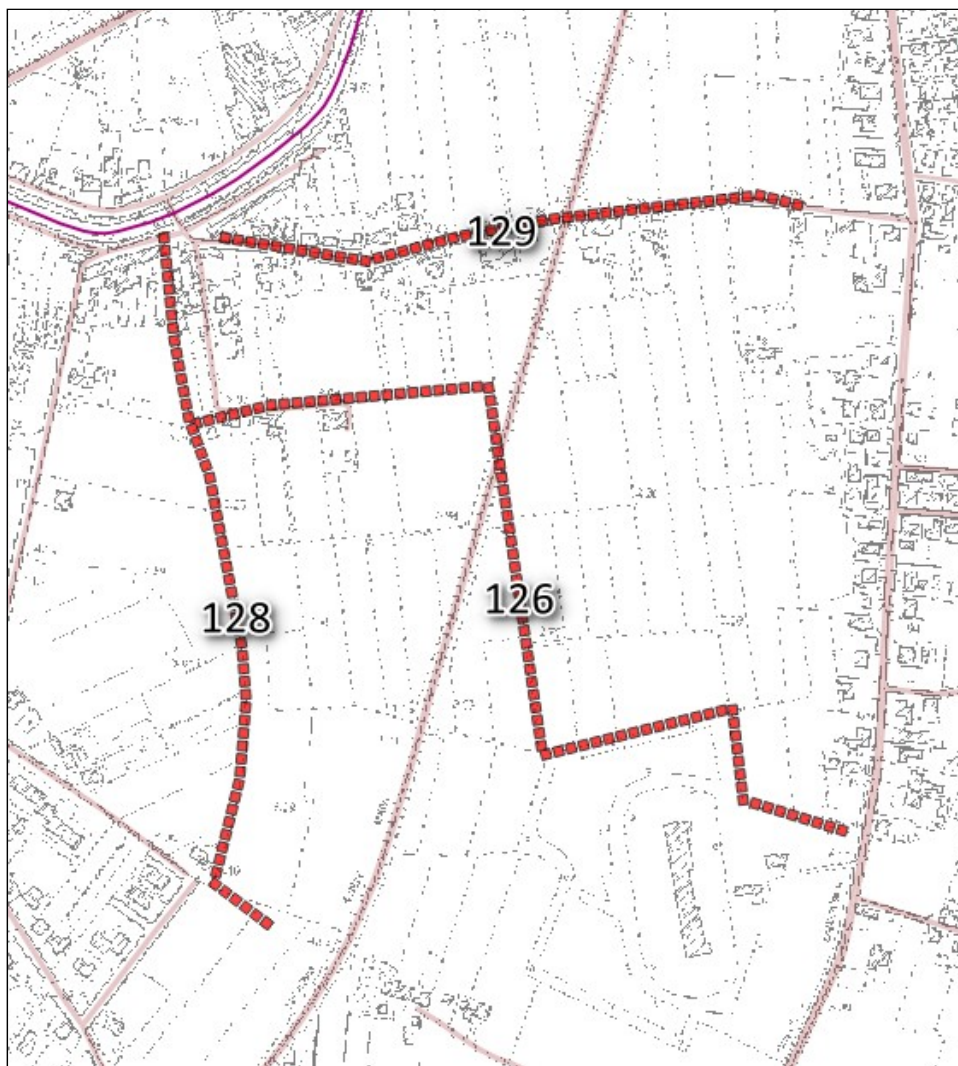


Figura 97. Identificazione affossature

Lo stato di manutenzione non è attualmente ottimale e si riscontra anche la presenza di ristagno di acqua anche in periodi privi di precipitazioni: si ritiene necessario verificare lo stato di efficienza dei tratti tombinati (nei pressi del Naviglio Brenta) tramite videoispezione, provvedere eventualmente alla loro pulizia e adeguare la livelletta di fondo delle affossature attraverso uno scavo del fondo.



Figura 98. Ristagno d'acqua in un tratto di affossatura individuata



Figura 99. Punto di scarico in Naviglio Brenta

### Intervento 135 Fognatura nera e Seriola Veneta

Durante i sopralluoghi e le attività di rilievo è stata riscontrata la presenza di numerosi cedimenti del terreno e infiltrazioni presenti lungo il tracciato della condotta principale di fognatura nera nel tratto in parallelismo con la Seriola Veneta. E' necessaria un'accurata verifica delle cause e la risoluzione di tale problema che si ripercuote anche sulle affossature presenti e sulla conservazione della piattaforma stradale.

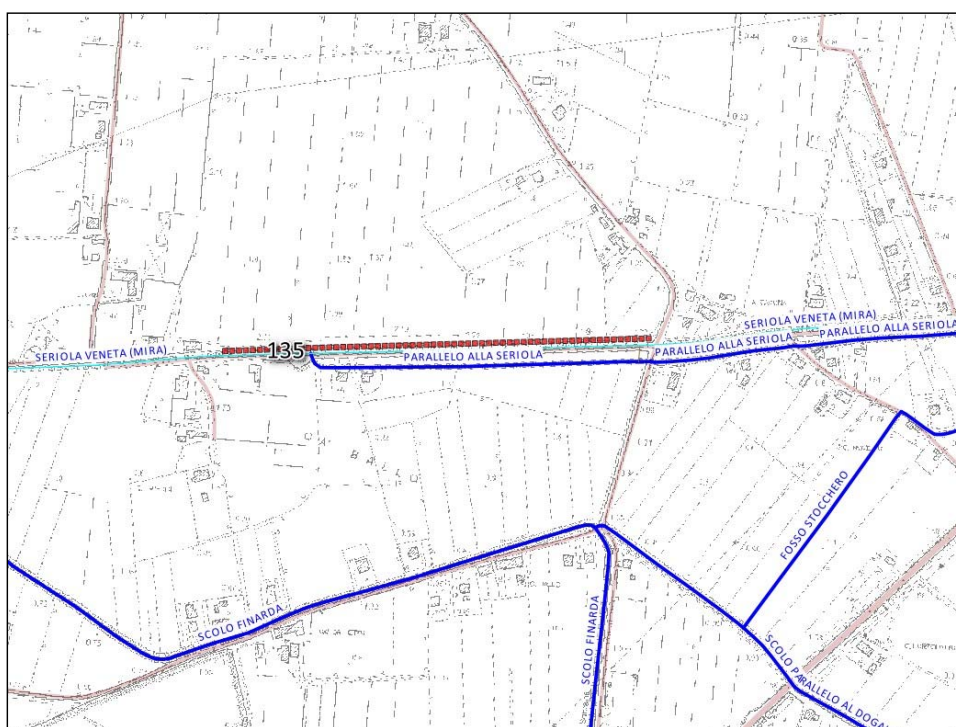


Figura 100. Identificazione di uno dei tratti con problematicità



Figura 101. Frana presente lungo la Seriola Veneta

### Interventi 133 e 136 Manutenzione sifoni sotto Seriola Veneta

Per garantire la piena funzionalità dell'affossatura ad esso afferente e lo scarico in sicurezza nello scolo Finarda è necessario provvedere alla verifica ed eventualmente alla manutenzione straordinaria del sifone sotto la Seriola Veneta presente a Ovest di via Calleselle di Oriago (intervento 133).

Si ritiene altresì importante effettuare una verifica dello stato funzionale del sifone posto alla confluenza dei fossi comunali “Bosco” e “Reale” ed eventualmente provvedere alla sua manutenzione straordinaria (intervento 136).

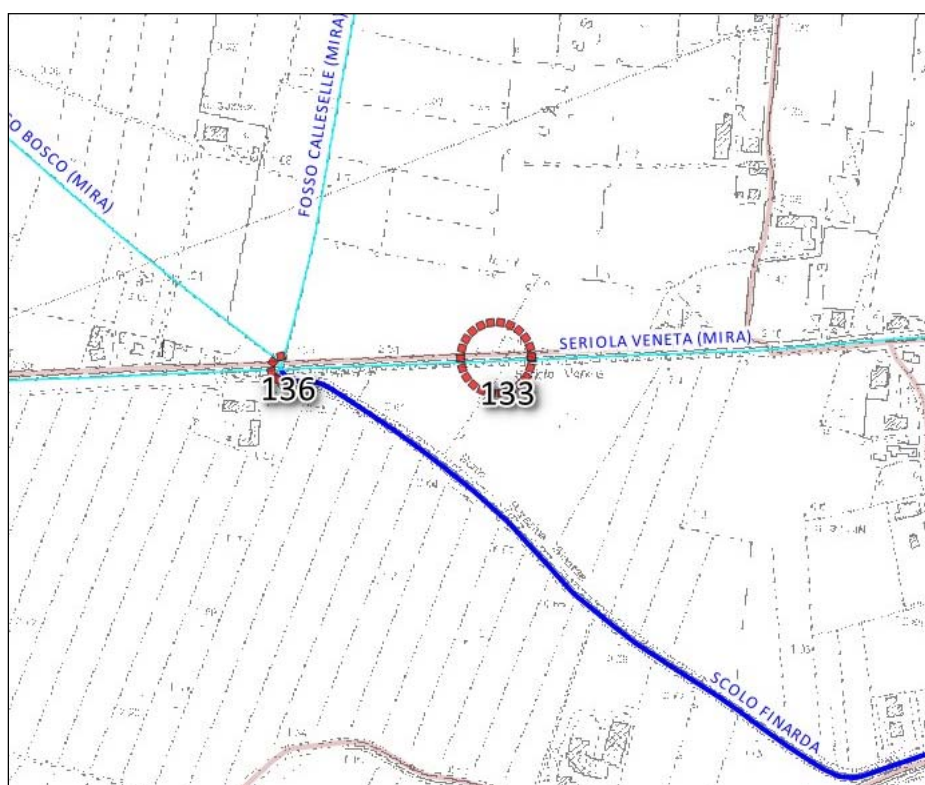


Figura 102. Posizione sifoni



Figura 103. Affossatura presente a nord dell'intervento 133

### Intervento 142 Idropulizia condotta via Lago di Nemi

Durante le attività di rilievo è stato riscontrato che la condotta di fognatura mista di via Lago di Nemi presenta ristagno idrico: si ritiene necessaria una idropulizia dell'intero tratto e una verifica del deflusso verso valle così da eliminare un'eventuale ostruzione.

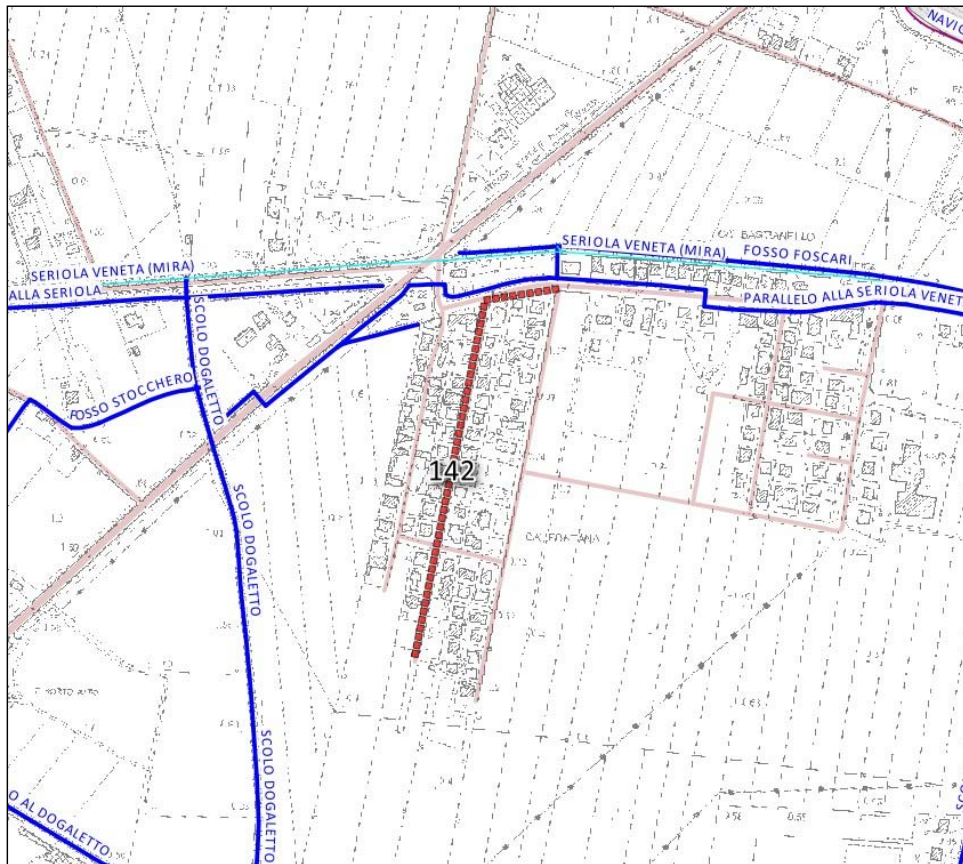


Figura 104. Ubicazione intervento

### Intervento 150 Affossature zona via Argine Sinistro Novissimo

Le affossature, in parte private e in parte di pertinenza della struttura ferroviaria esistente, presenti nella zona compresa tra via Argine Sinistro Novissimo e via Chiesa Gambarare versano in condizioni di scarsa manutenzione impedendo il corretto deflusso delle acque verso lo scolo consortile Soresina. Si rende necessaria la manutenzione straordinaria attraverso la rimozione della vegetazione esistente, la verifica e l'eventuale pulizia degli attraversamenti e tombinamenti esistenti e l'eventuale riprofilatura della livelletta di fondo.

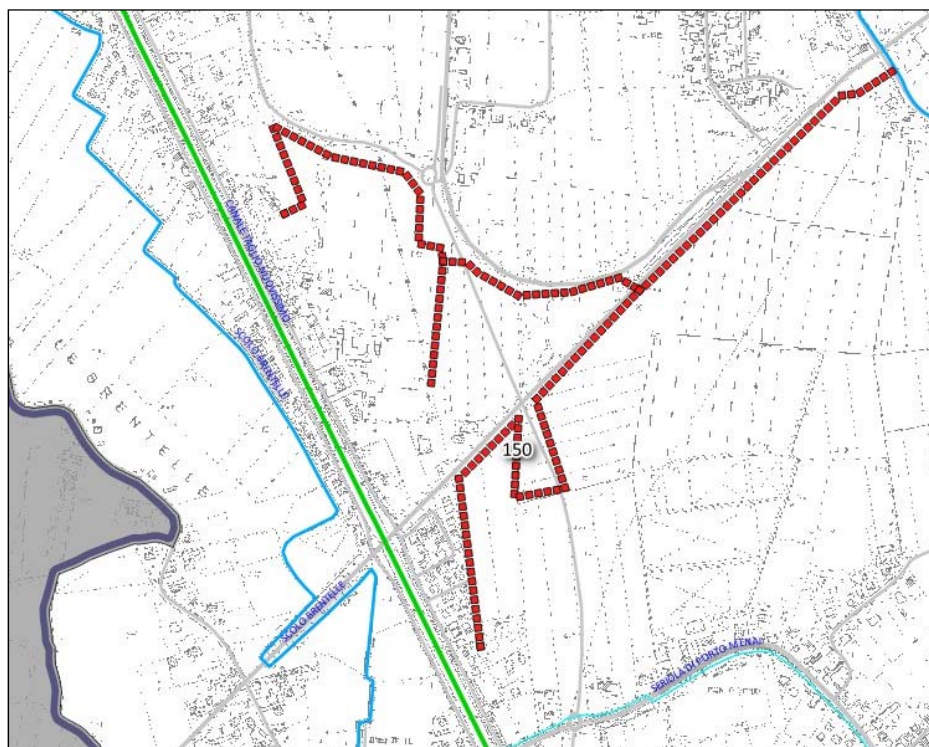


Figura 105. Inquadramento area e individuazione affossature



Figura 106. Tratto a valle dell'attraversamento ferroviario

### Interventi 148 e 149 Affossature Piazza Vecchia e Gambarare

A nord della frazione di Piazza Vecchia sono presenti due affossature private di particolare importanza per lo scolo del territorio circostante. Il loro stato di manutenzione e la presenza di tratti tombinati non ispezionabili pregiudica la piena funzionalità.

Si reputa necessario provvedere ad una loro manutenzione straordinaria con priorità nei confronti di quella al lato ovest dello scolo Soresina: riduzione della vegetazione esistente, espurgo di fondo e verifica dei tombinamenti attraverso una videoispezione ed eventuale rimozione del materiale di deposito.

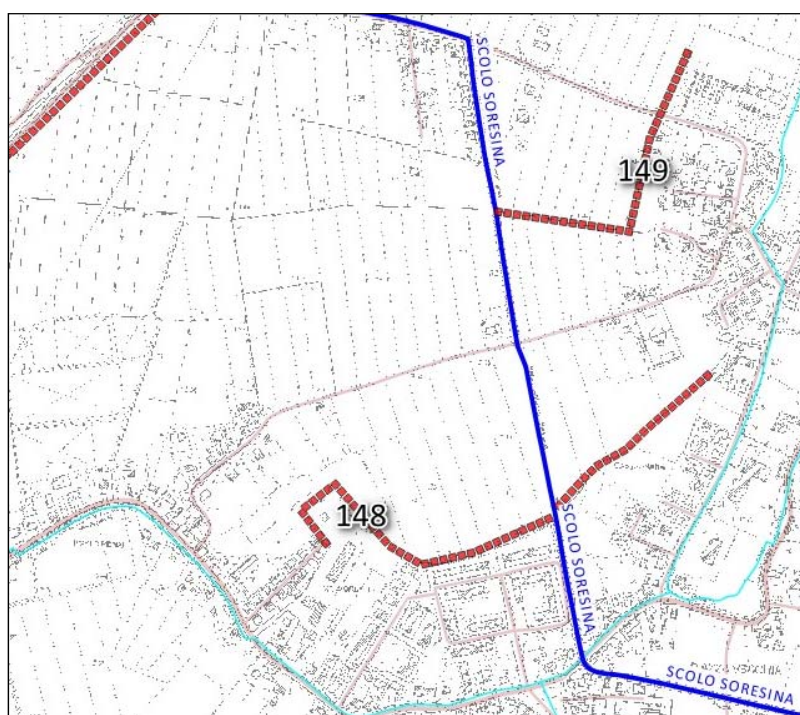


Figura 107. Individuazione affossature



Figura 108. Affossatura lato est scolo Soresina





Figura 109. Affossatura lato ovest scolo Soresina

### Manutenzione attraversamenti Romea

Lungo la strada statale “Romea” sono presenti numerosi attraversamenti che garantiscono la continuità idraulica degli scoli consortili e delle affossature private intercettate.

Alcuni attraversamenti risultano coperti dalla vegetazione e non è stato possibile verificare la loro funzionalità: si ritiene necessario eseguire una manutenzione straordinaria attraverso la rimozione della vegetazione presente ed effettuare una verifica della funzionalità ed una videoispezione.

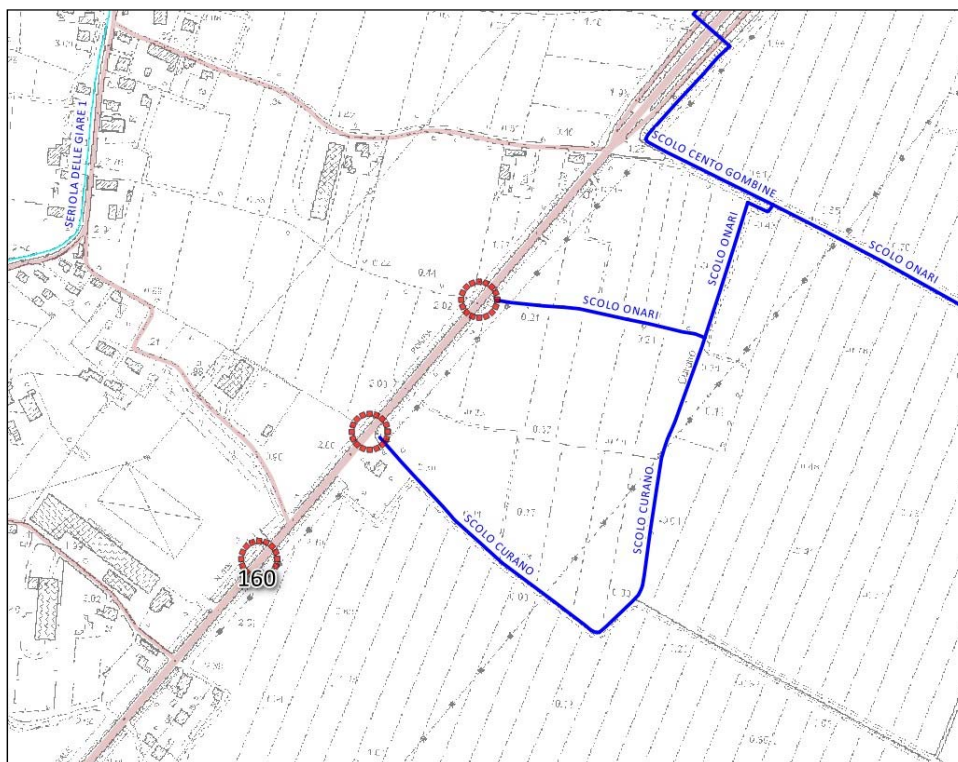


Figura 110. Individuazione attraversamenti da verificare e mantenere

## 6.9. Interventi di progetto

Sono stati individuati anche degli interventi strutturali sulla rete di bonifica e non; tali interventi sono stati definiti seguendo criteri di logicità e razionalità ma non si esclude che possano essere presenti differenti combinazioni di interventi idraulicamente equivalenti.

Le successive fasi progettuali dovranno verificare accuratamente la presenza di sottoservizi e la reale cantierabilità degli interventi nonché effettuare un dimensionamento più accurato a partire da rilievi più dettagliati che per via dell'estensione del territorio comunale non è stato possibile eseguire con il presente Piano.

Va evidenziato che gli interventi di seguito individuati sono stati individuati e dimensionati tenendo conto del solo contributo derivante dalle acque meteoriche e che le considerazioni derivanti dalla presenza di scarichi civili vengono rimandate alle successive fasi di progettazione in quanto particolarmente complesse e strettamente correlate alle scelte di gestione delle fognature oltreché al rispetto di norme ambientali articolate.

### Oriago a sud del Naviglio, zona est

La zona è caratterizzata da problematiche legate al deflusso delle acque meteoriche; attraverso la ricostruzione della rete di smaltimento e sopralluoghi effettuati anche durante eventi intensi è stato possibile determinare che la causa sia la presenza di una rete di fognatura mista realizzata decenni fa con dimensionamento ormai superato a causa dalla variazione della distribuzione degli eventi meteorici.

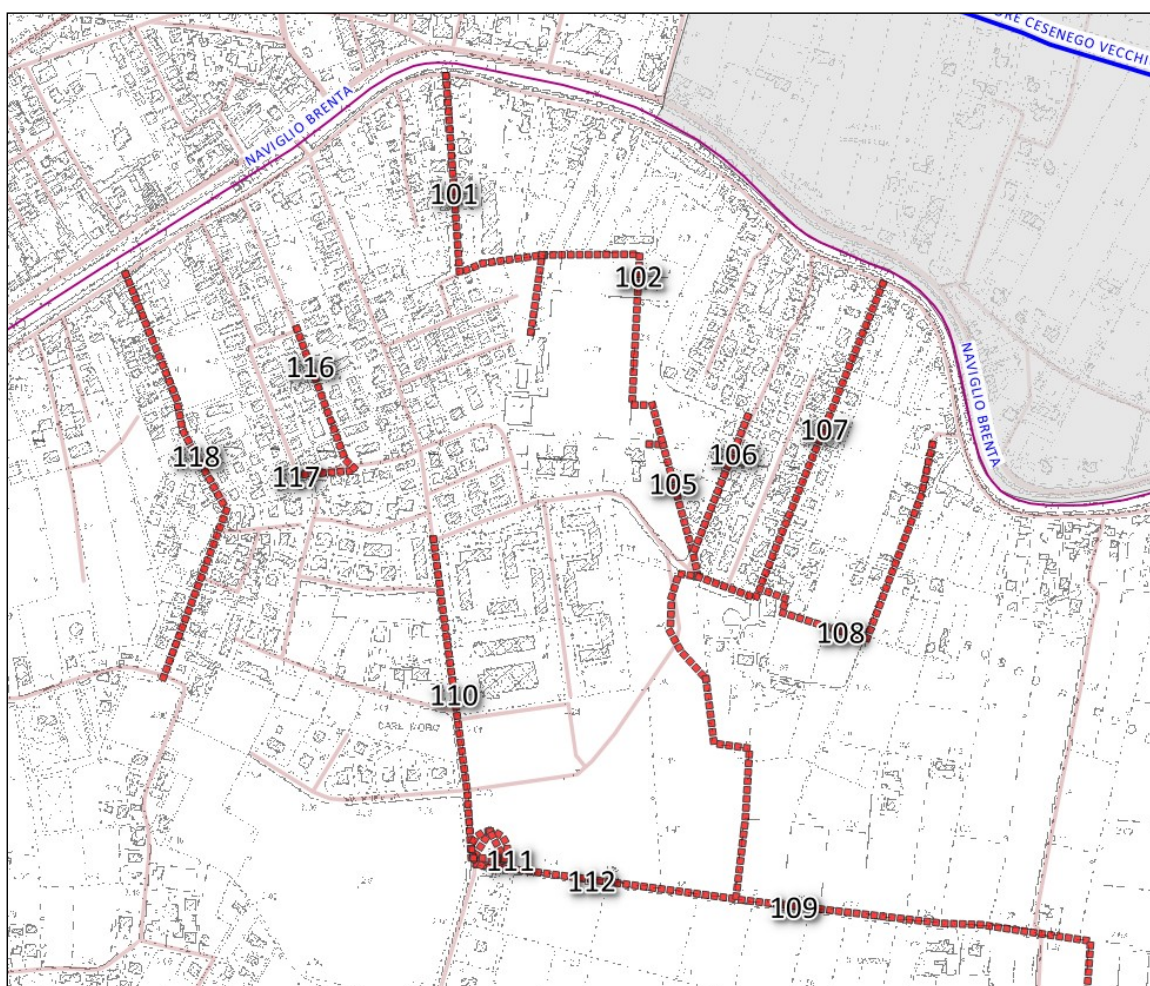


Figura 111. Individuazione interventi Oriago a sud del Naviglio, zona est

Gli interventi individuati vengono di seguito individuati e illustrati brevemente.

### Intervento 118 Via Calleselle di Oriago

La dorsale di fognatura mista di via Calleselle di Oriago è attualmente costituita da condotte di diametro 40, 50 e 60 cm, crescente andando verso sud. Il bacino afferente e l'attuale impermeabilizzazione richiede il rifacimento di tale linea utilizzando condotte di almeno 100 cm di diametro (80 nel primo tratto di nord).

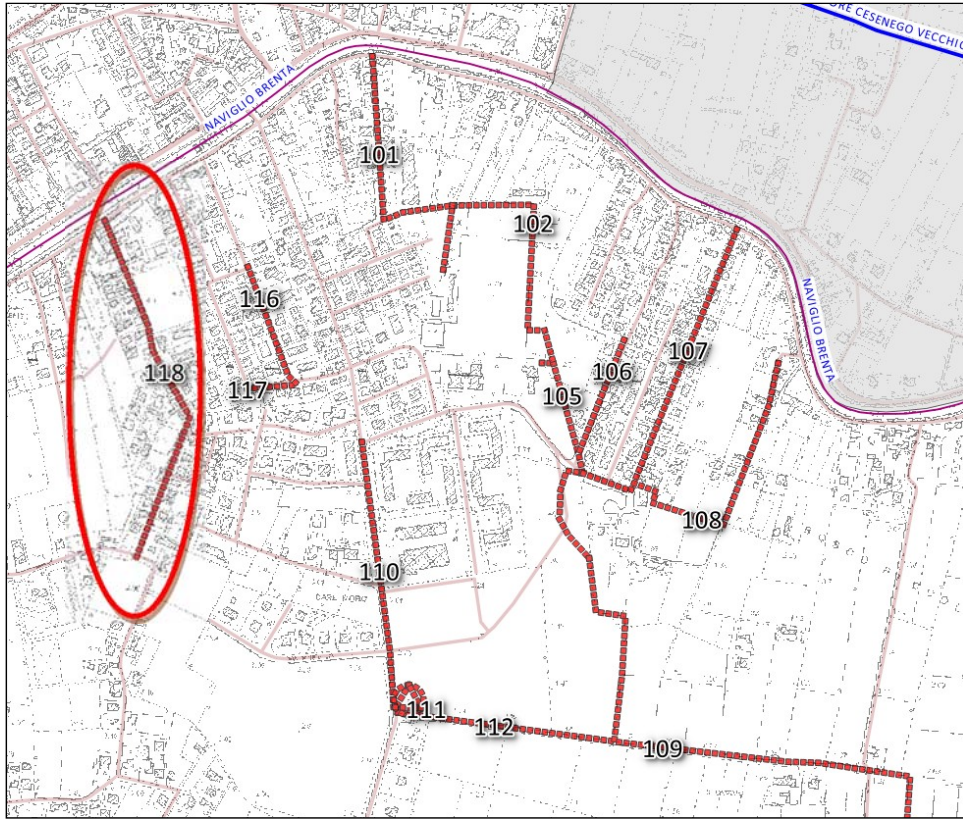


Figura 112. Rifacimento dorsale di via Calleselle di Oriago

### Interventi 116 e 117 Via Misurina e via Lago di Braies

Le condotte presenti in via lago di Misurina e via Lago di Braies sono attualmente sottodimensionate e recapitano le acque in una condotta che per un tratto passa in proprietà privata (tra via lago di Braies e via Rialto). Si propone di rifare i tratti individuati utilizzando condotte di diametro 80 cm e di effettuare una scrupolosa verifica tramite videoispezione dello stato di conservazione e funzionalità del tratto a valle.

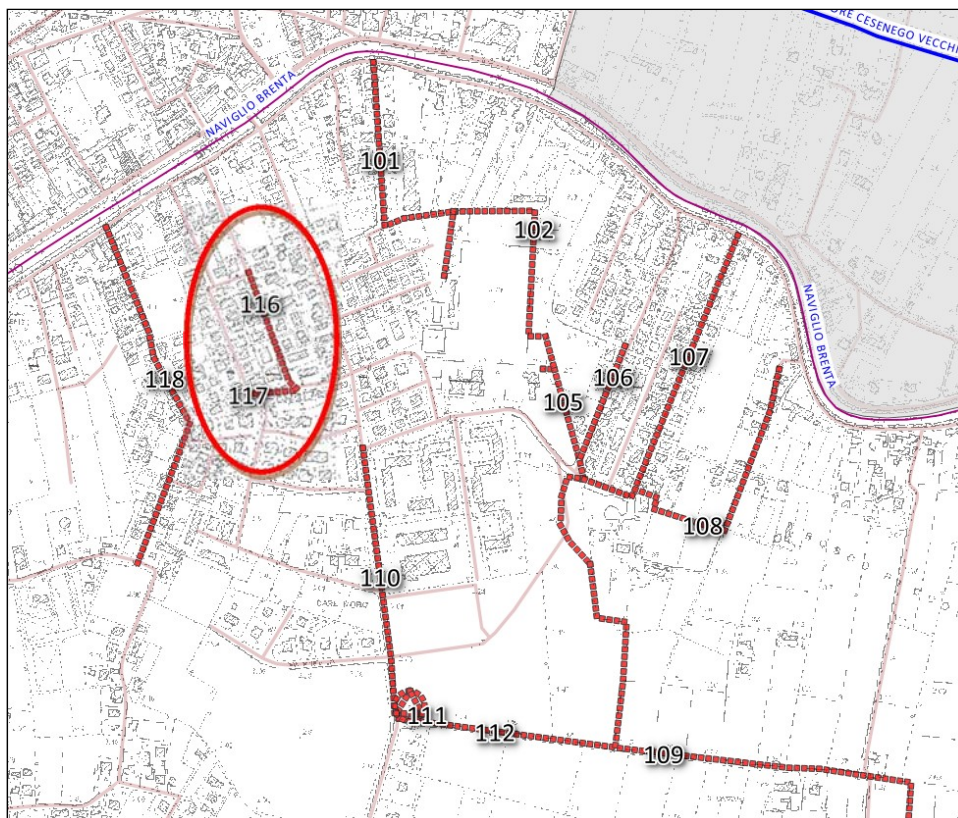


Figura 113. Rifacimento condotte vie lago di Misurina e Lago di Braies

### Intervento 101 Via Lago di Lecco

La condotta presente in via lago di Lecco risulta sottodimensionata: si propone di rifare la linea utilizzando condotte di diametro 80 cm.

La condotta posta in corrispondenza del parcheggio del campo sportivo non ha punti di ispezione: si propone di riportare alla luce le ispezioni per effettuare una verifica dei manufatti e dello stato di conservazione e funzionalità andando eventualmente a sostituire le condotte qualora avessero un diametro inferiore a 80 cm.

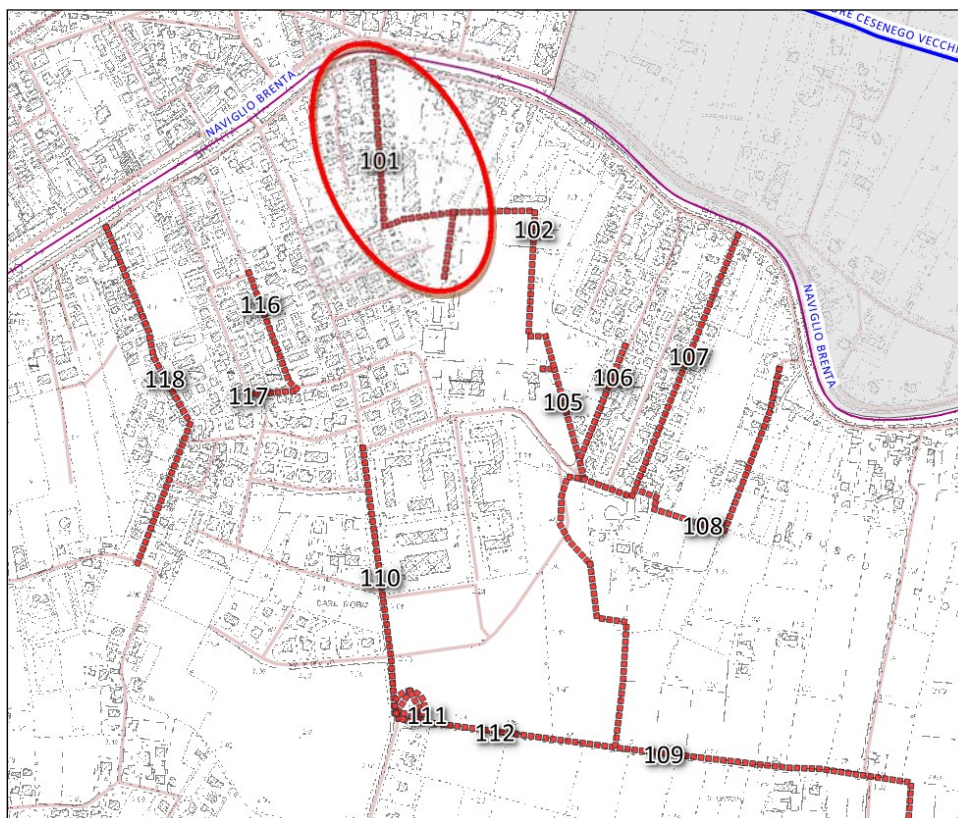


Figura 114. Rifacimento condotte in via Lago di Lecco

### Intervento 102 Condotta campi sportivi

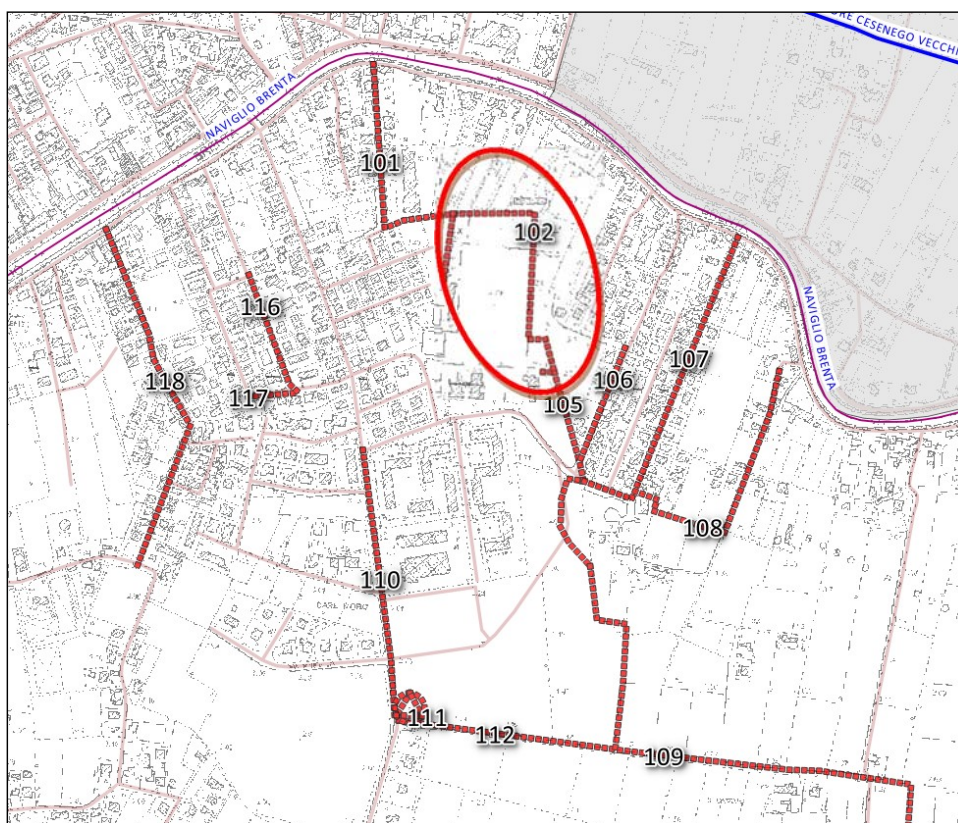


Figura 115. Tratto di condotta non ispezionabile

In corrispondenza del campo da calcio di via Lago di Molveno è segnalata sulle planimetrie di Veritas, ente gestore del Servizio Idrico Integrato, una condotta di acque miste di diametro non specificato. Tale condotta non è attualmente ispezionabile e, confrontando la planimetria citata con lo stato dei luoghi, dovrebbe essere posta sotto o nelle immediate vicinanze della recinzione del campo da calcio esistente.

Si ritiene necessario provvedere a riportare alla luce la condotta esistente e verificarne diametro e stato di conservazione; considerate le dimensioni e il grado di impermeabilizzazione del bacino posto a monte se ne consiglia il suo rifacimento qualora avesse un diametro inferiore al metro.



### Interventi 104-108 Rete via Pellestrina

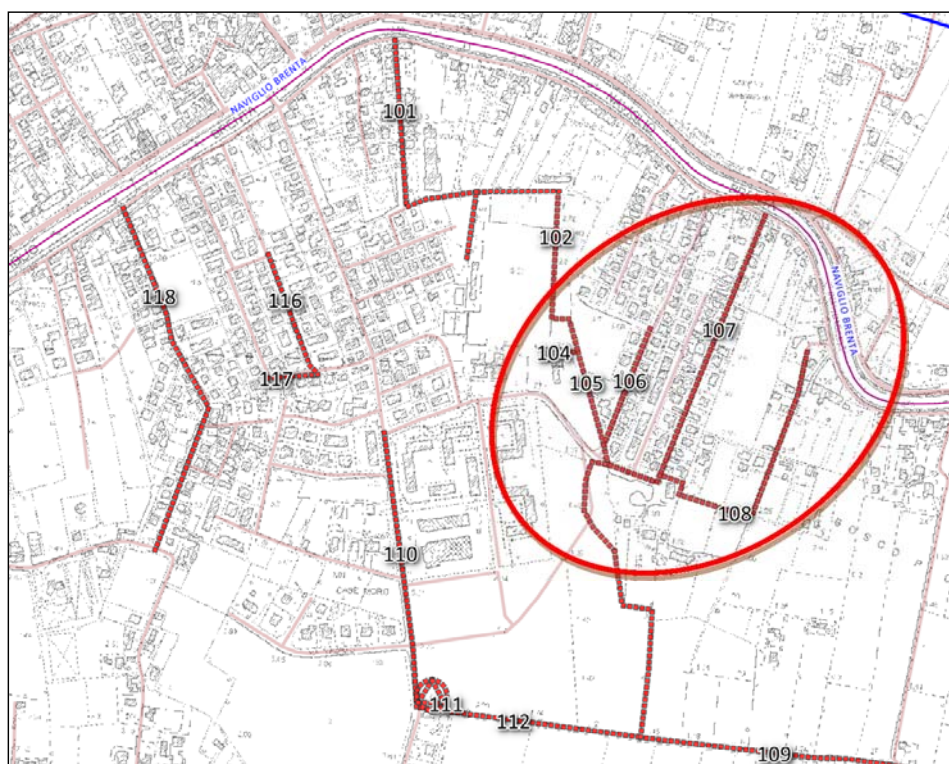


Figura 116. Individuazione interventi nei pressi di via Pellestrina

Nei pressi di via Pellestrina si trova uno degli impianti di sollevamento/modulazione della rete di fognatura mista: le condotte presenti risultano attualmente sottodimensionate e si ritiene necessario provvedere ai seguenti interventi:

- Raddoppio/rifacimento del tratto di condotta proveniente da nord (dal campo da calcio);
- Rifacimento con condotta di diametro 80 cm del tratto terminale di via Lago di Alleghe;
- Rifacimento della linea esistente lungo via Lago di Bracciano con condotte di diametro 80 e 100 cm;
- Rifacimento della linea esistente lungo via Lago di Levico e del tratto posto a valle con condotte di diametro 60 e 80 cm;
- Rifacimento della linea esistente nel tratto ovest di via Pellestrina con condotta di diametro 120 cm;
- Rifacimento della condotta esistente lungo il primo tratto est di via Torcello e afferente all'impianto con un manufatto scatolare 1.5x2 m;
- Verifica ed eventuale adeguamento dell'impianto di sollevamento/modulazione.
- Rimozione del restringimento esistente sulla rete in corrispondenza dell'angolo SE del campo sportivo

Interventi 110-112 Via Sabbiona

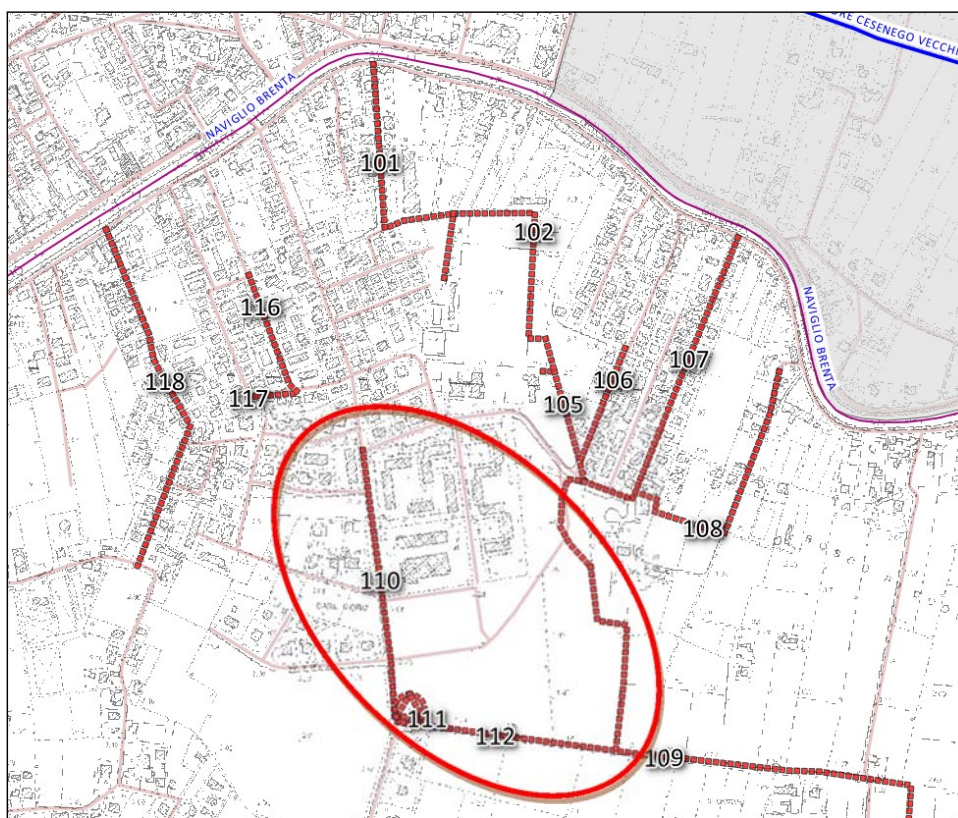


Figura 117. Individuazione interventi in via Sabbiona

La rete esistente a valle di via Sabbiona risulta di difficile adeguamento (condotta in proprietà privata): si suggerisce di creare un nuovo punto di collegamento con la rete superficiale attraverso la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento/modulazione con sfioro nel fosso esistente sul lato est adeguatamente risezionato.

### Interventi 109, 113 e 114 Sistema affossature di via Lago di Candia

Le affossature che oggi ricevono lo sfioro della fognatura mista di via Pellestrina/Torcello sono evidentemente sottodimensionate e non adeguatamente manutentate; sono presenti alcuni ponti che costituiscono un ulteriore impedimento del flusso per le loro insufficienti dimensioni.

Si reputa necessario provvedere ad un pesante risezionamento di tali affossature private, al rifacimento degli attraversamenti e tombinamento esistenti sino al punto di recapito nella rete consortile (scolo Dogaletto e scolo Parallelo alla Seriola Veneta) e alla manutenzione straordinaria dei sifoni esistenti sotto la Seriola Veneta con verifica della loro funzionalità (eventuale rifacimento se di dimensioni troppo piccole).

In considerazione dell'importanza, una volta attuato l'intervento si ritiene indispensabile che la manutenzione di tali affossature sia presa in carico da un soggetto pubblico (Comune o Consorzio di Bonifica).

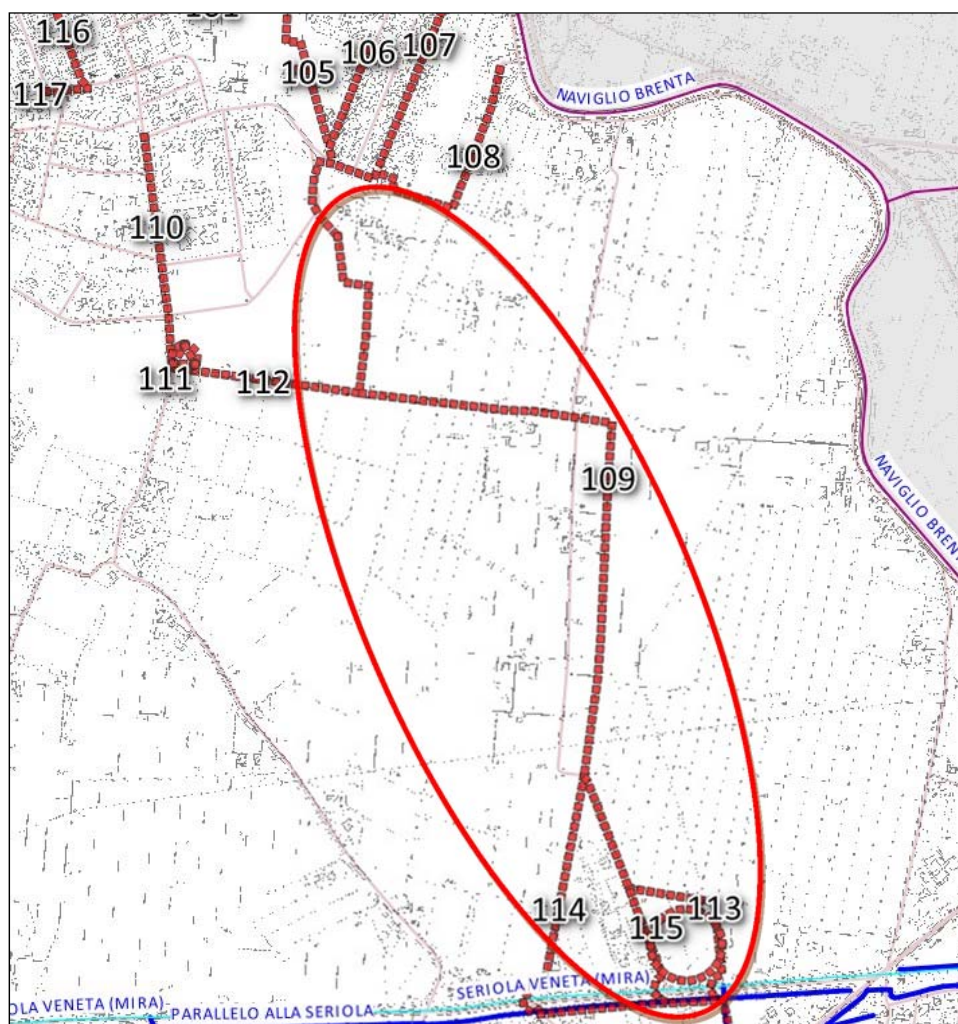


Figura 118. Individuazione affossature di via Lago di Candia



Figura 119. Affossatura di via Lago di Candia in corrispondenza di un evento meteorico



Figura 120. Affossatura di via Lago di Candia e relativo stato di manutenzione

**Intervento 115** Bacino di laminazione-fitodepurazione via Lago di Candia

Immediatamente a monte della rete consortile (solo Dogaletto) si rende necessario realizzare un bacino di laminazione (anche con funzioni di fitodepurazione) che mitighi i picchi di piena generati dalla rete urbana di Oriago afferente alle affossature di via Lago di Candia. La superficie necessaria è pari a circa 1.5 ha.

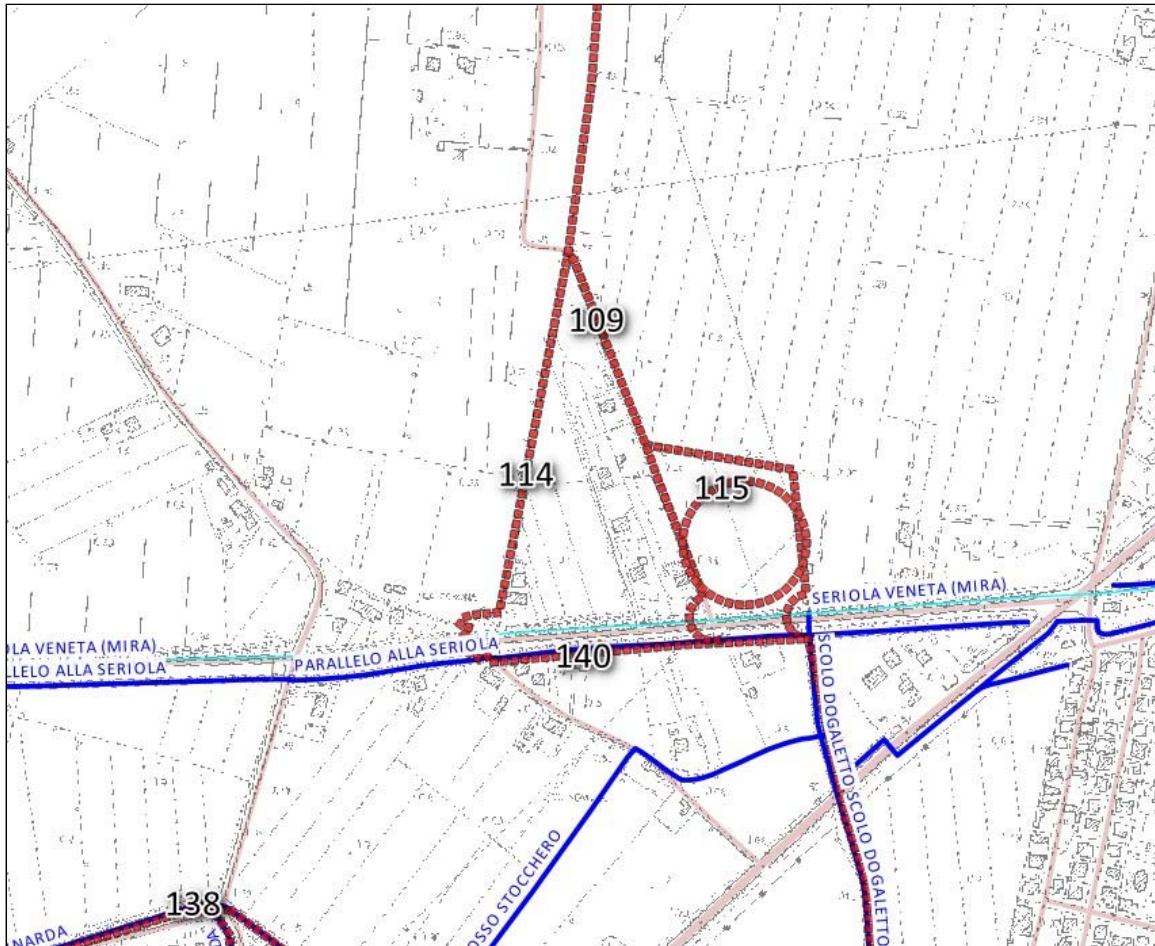


Figura 121. Individuazione posizione bacino di laminazione-fitodepurazione

### Intervento 141 Scolo Consortile Dogaletto

Lo scolo Dogaletto, a causa degli apporti solidi derivanti dalla fognatura mista posta a monte è caratterizzato da un interrimento che ne riduce la sezione idraulica disponibile; le caratteristiche della rete presente a monte lo rendono comunque idoneo a veicolare le portate attuali. Diversamente, la realizzazione degli interventi di cui sopra renderebbe necessario il suo espurgo fino allo scarico in Laguna/scolo Bastie per ridargli la capacità di deflusso originaria.

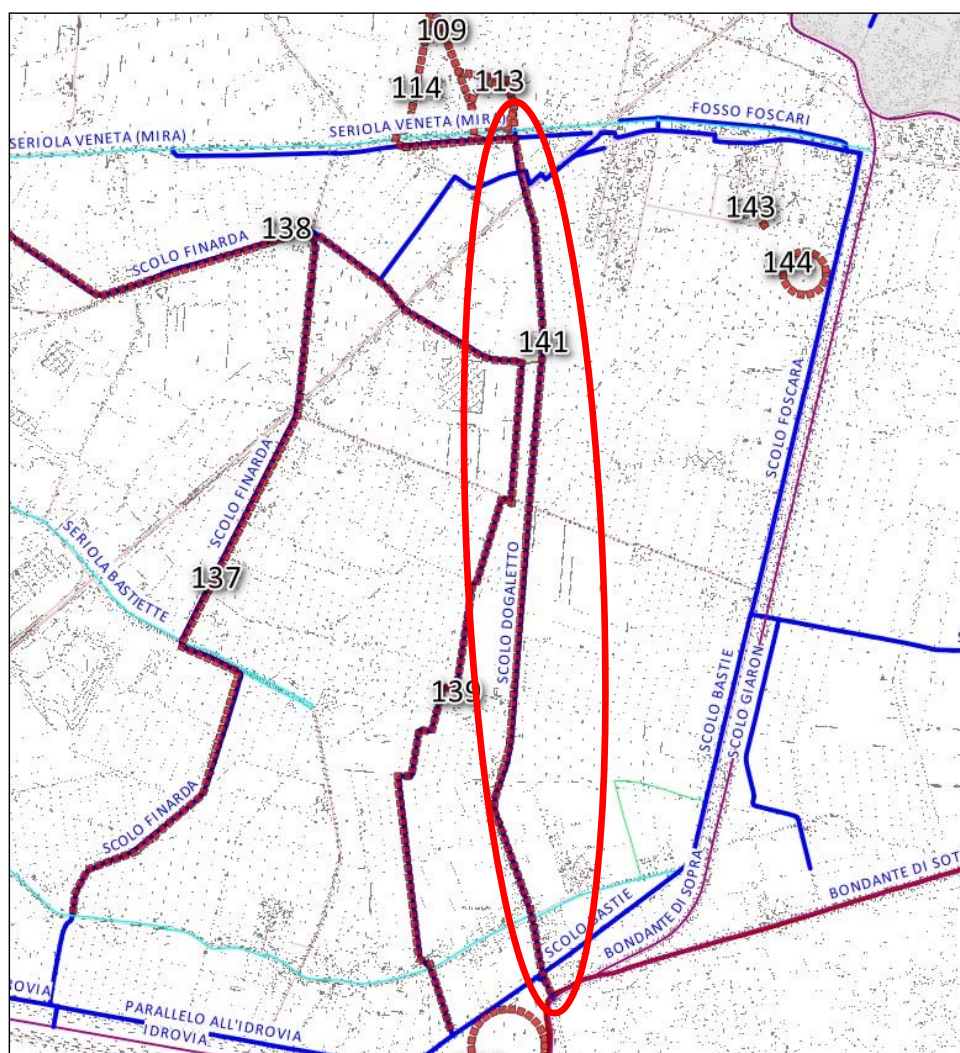


Figura 122. Scolo Dogaletto

### Interventi 143 e 144 Malcontenta

La rete mista di Malcontenta risulta sufficientemente adeguata alle attuali esigenze tranne per la necessità di realizzare un collegamento tra le due condotte presenti in via Sant'Ilario (lato Nord e lato Sud della strada; intervento 143) e un bacino di laminazione-fitodepurazione in corrispondenza del collegamento (tramite impianto di sollevamento-modulazione) con la rete di bonifica (scolo Foscara). Tale bacino si stima debba avere un'estensione di circa 0.75 ha.

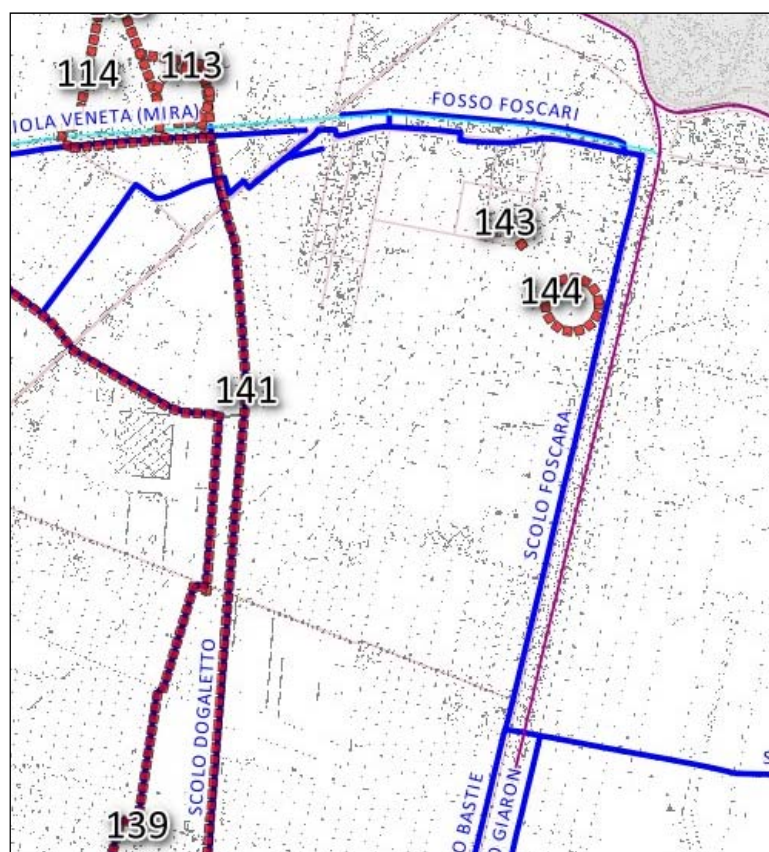


Figura 123. Posizione collegamento e bacino di progetto a Malcontenta

## Interventi 120, 121, 123, 127, 130-132 Interventi Oriago, via Risorgimento e via Calleselle

Nella zona di via Risorgimento e via Calleselle, a causa dell'insufficienza della rete, si rendono necessari questi interventi:

- **Intervento 130** Rifacimento condotta lato nord di via Valmarana con manufatti diametro 100 cm
- **Intervento 131** Nuovo attraversamento via Risorgimento e rifacimento condotta lato est con manufatti diametro 120 cm e rifacimento condotta che congiunge via Risorgimento all'impianto di sollevamento/modulazione in località "Bosco Grande" con manufatto diametro 150 cm o scatolare equivalente;
- **Intervento 132** Disconnessione idraulica tra la porzione nord di via Risorgimento (rete mista) e la porzione sud (reti separate) tramite inserimento di clapet che permettano il flusso solo in direzione sud-nord;
- **Intervento 123** Allargamento ed espurgo del fosso comunale "Bosco";
- **Intervento 121** Rifacimento della condotta esistente tra via Calleselle di Oriago e il fosso comunale "Reale" (o fosso Calleselle) con manufatto scatolare 1x1.6 m in coerenza con il tratto precedente con ridefinizione del tracciato a garanzia della futura manutentabilità;
- **Intervento 120** Allargamento ed espurgo del fosso comunale "Reale" (o fosso Calleselle) provvedendo al rifacimento del ponte esistente nel tratto più a nord.
- **Intervento 127** Creazione collegamento idraulico tra le due condotte parallele esistenti

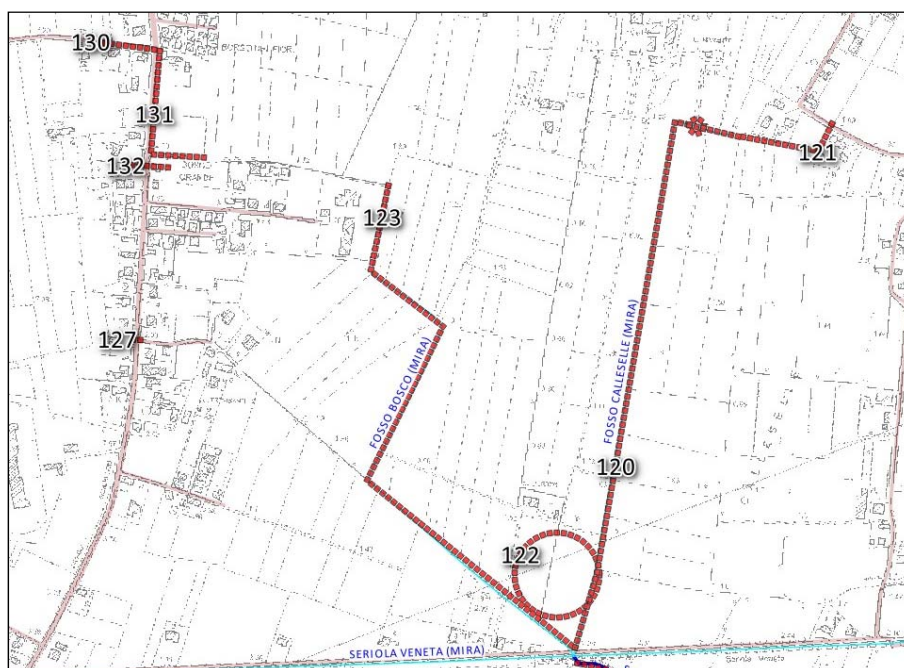


Figura 124. Individuazione interventi



### Intervento 122 Bacino di laminazione-fitodepurazione fossi Bosco e Reale

Immediatamente a monte della rete consortile (solo Finarda) si rende necessario realizzare un bacino di laminazione (anche con funzioni di fitodepurazione) che mitighi i picchi di piena generati dalla rete urbana di Oriago afferente alle affossature Bosco e Reale. La superficie necessaria è stimata in circa 4 ha e può essere eventualmente frazionata, previo dimensionamento idraulico, tra le due affossature.

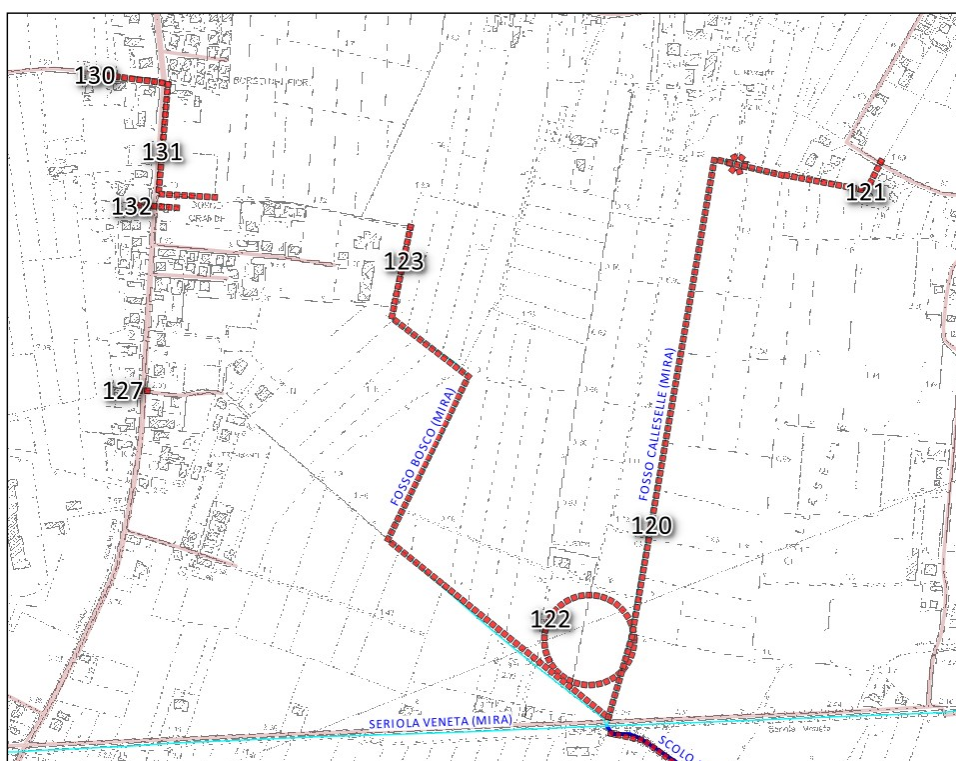


Figura 125. Individuazione posizione bacino di laminazione-fitodepurazione

### Interventi 134, 151-154 Mira Taglio

Nella zona di Mira Taglio, a causa dell'insufficienza della rete, si rendono necessari i seguenti interventi:

- Intervento 134 Rifacimento della condotta presente lungo via Bernini con manufatti di diametro 100 cm (invece dell'attuale ovoidale alto 85 cm);
- Intervento 155 Rifacimento della condotta presente lungo via Chiesa Gambarare con manufatti di diametro 60 cm;
- Intervento 154 Ripristino dell'ispezionabilità e verifica della funzionalità del nodo idraulico presente in via Giuliano da Maiano all'altezza di via Leon Battista Alberti;
- Intervento 153 Rifacimento della condotta presente lungo via Sant'Antonio con manufatti di diametro 80 cm;
- Intervento 151 Creazione collegamento tra via Moncenisio e l'impianto di sollevamento-modulazione con una condotta di diametro 100 cm;
- Intervento 152 Creazione di un bacino di laminazione (anche con funzioni di fitodepurazione) che mitighi i picchi di piena generati dalla rete urbana di Mira Taglio gravanti sullo scolo Soresina. La superficie stimata è pari a circa 3 ha.

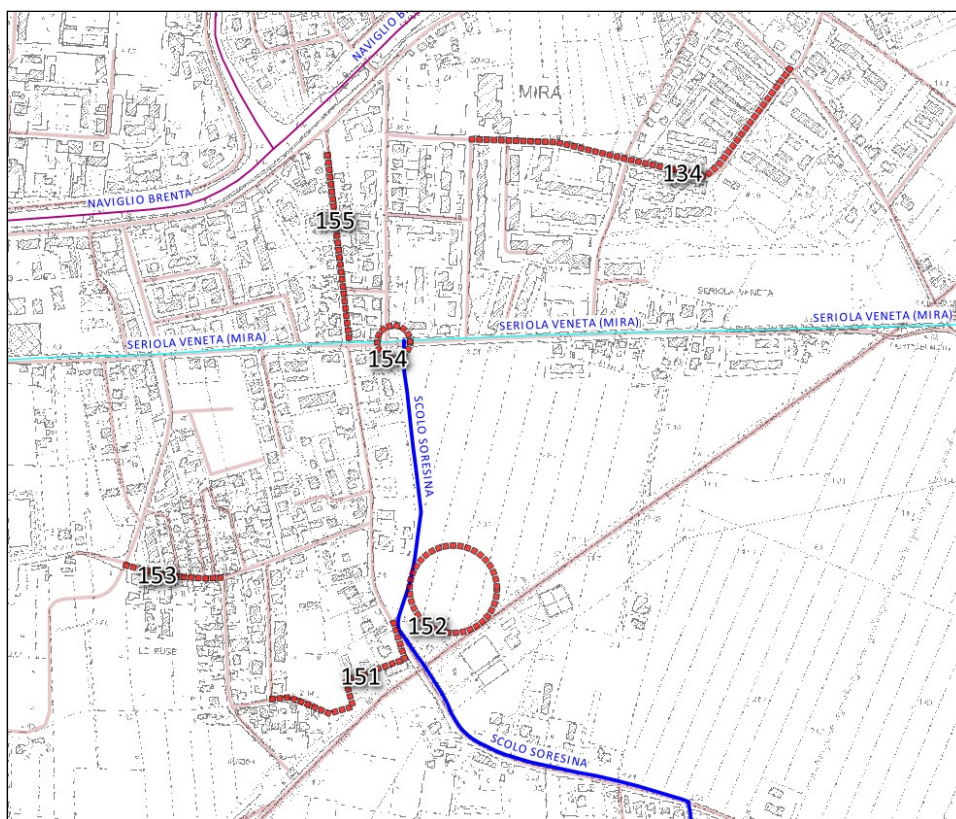


Figura 126. Individuazione interventi in località Mira Taglio

### Interventi 137-141 e 146 Sistemazione rete consortile zona Dogaletto

A fronte degli interventi in fase di realizzazione e previsti dal Piano la rete di bonifica rischia di diventare non idonea per le portate generate da eventi meteorici con tempo di ritorno 20 anni. Per alcuni tratti già oggi la rete non garantisce adeguato franco idraulico adeguato.

Si rendono necessari i seguenti interventi:

- Intervento 137 Spurgo del fondo dello scolo Finarda per tutta la sua lunghezza;
- Interventi 138 e 139 Risezionamento dello scolo Parallelo al Dogaletto con rifacimento dell'attraversamento della strada statale "Romea" e del collegamento con lo scolo Finarda esistente all'incrocio tra via Ca' Ballo e via Ca' Balletto;
- Intervento 140 risezionamento del tratto finale dello scolo Parallelo alla Seriola Veneta dai sifoni che veicolano l'acqua da via Lago di Candia sino all'immissione nel Dogaletto;
- Intervento 147 Spurgo del fondo dello scolo Soresina nel tratto terminale;
- Intervento 146 Creazione di un bacino di laminazione (anche con funzioni di fitodepurazione) collegato allo scolo Giare a monte dell'Idrovia. La superficie stimata è pari a circa 4.5 ha.

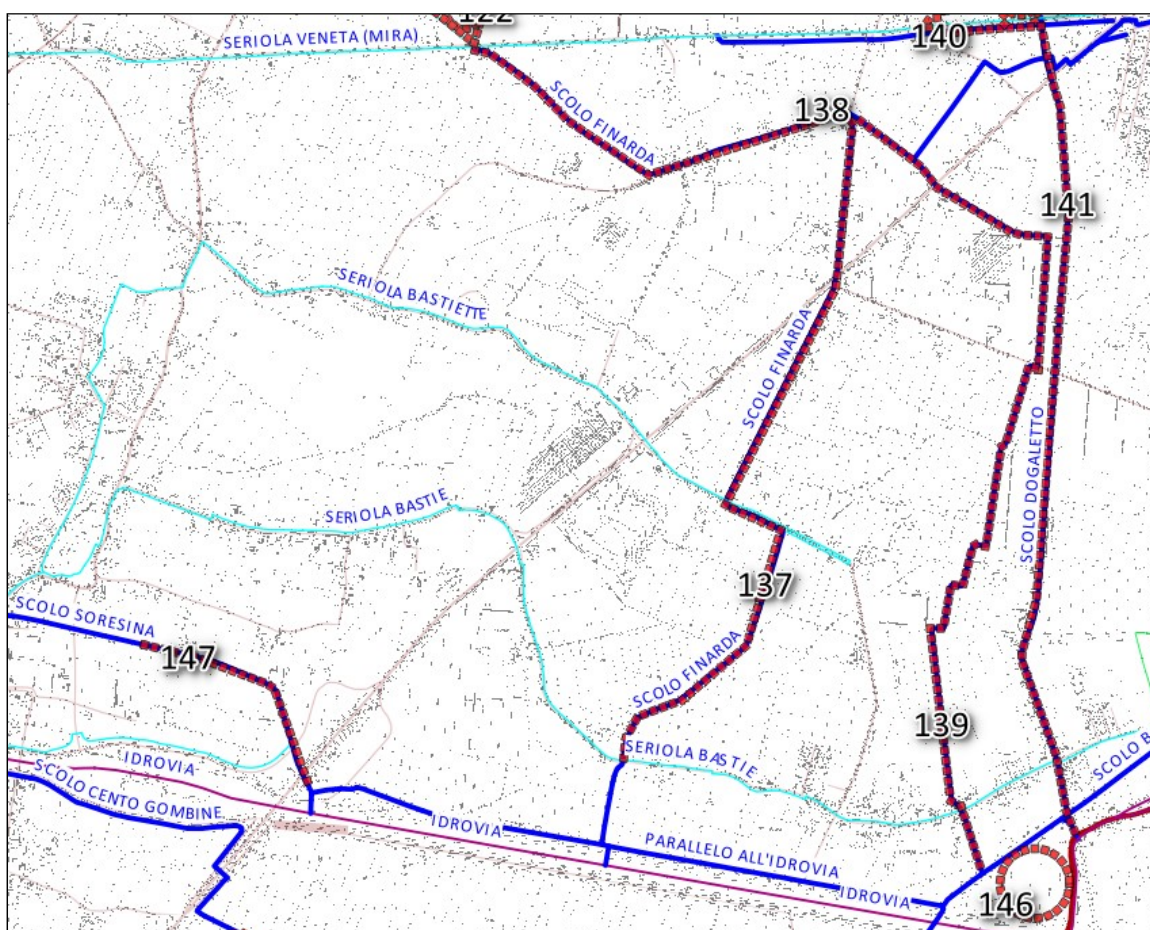


Figura 127. Individuazione interventi

### Interventi 156-159 e 161-165 Sistemazione rete consortile zona Giare

Per l'area "Giare" vengono individuati i seguenti interventi:

- Interventi 156 e 157 Rifacimento di alcuni attraversamenti attualmente sottodimensionati lungo lo scolo Foscarina;
- Intervento 158 Rifacimento del ponte canale attualmente sottodimensionato;
- Intervento 159 Risezionamento del tratto finale dello scolo Suda;
- Interventi 161 e 162 Risezionamento dello scolo Onari e del tratto finale del Curano;
- Interventi 163 e 164 Rifacimento di due ponti nel tratto finale dello scolo Giare.

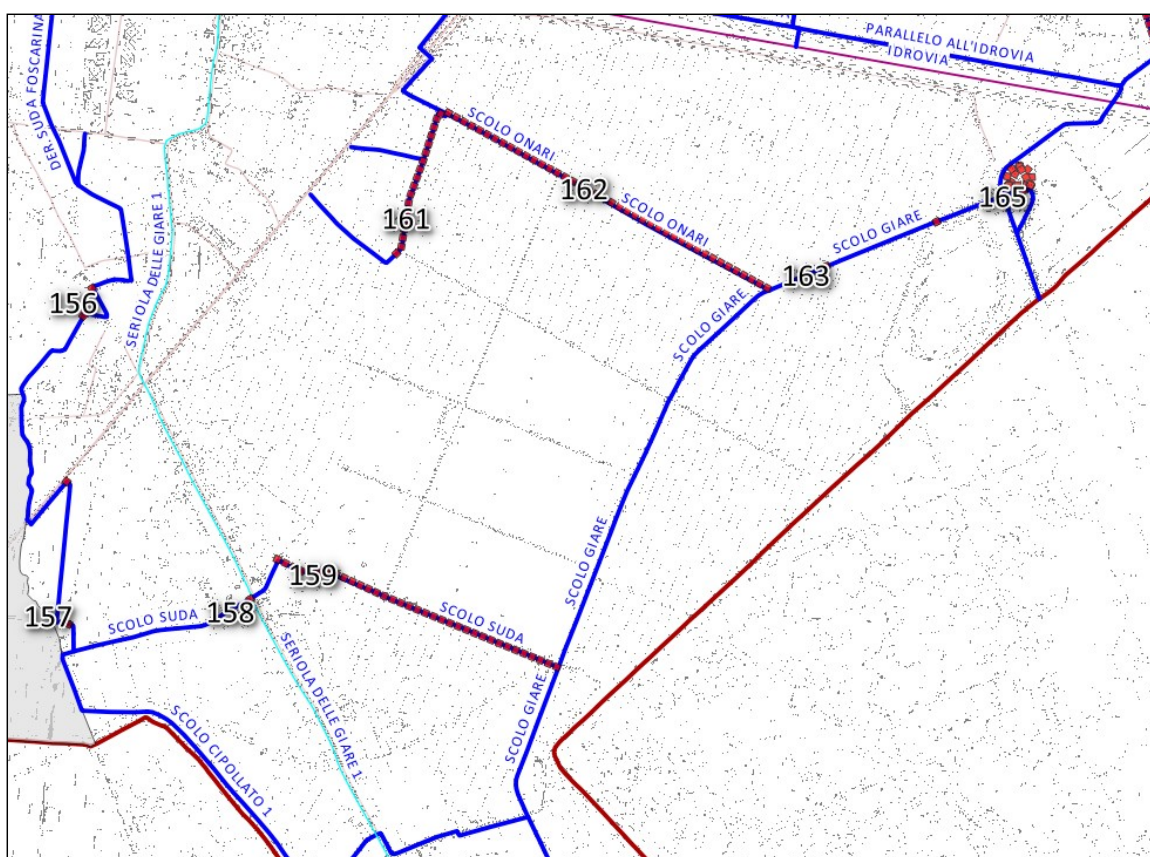


Figura 128. Individuazione interventi

Intervento 165 Le simulazioni numeriche effettuate hanno evidenziato che a seguito della realizzazione di tutti gli interventi individuati in precedenza l'impianto idrovoro di Dogaletto verrebbe sollecitato in misura maggiore rispetto allo stato attuale per via della maggior capacità di portata della rete: si renderà necessario potenziare l'impianto di con una portata aggiuntiva di circa 6 mc/s: l'opportunità di attuare tale intervento andrà adeguatamente valutata attraverso una articolata valutazione costi/benefici e anche attraverso una simulazione bidimensionale.

## 6.10. Verifica dello stato di progetto

Nelle tavole 03.04.01, 03.04.02, 03.04.03 e 03.04.04 sono riportati gli output del modello numerico sia dello stato di fatto che della versione con l’inserimento di tutti gli interventi di progetto identificati: è possibile verificare le differenze del grado di riempimento dei collettori e l’eliminazione quasi totale dei punti di esondazione presenti nelle simulazioni relative allo stato di fatto.

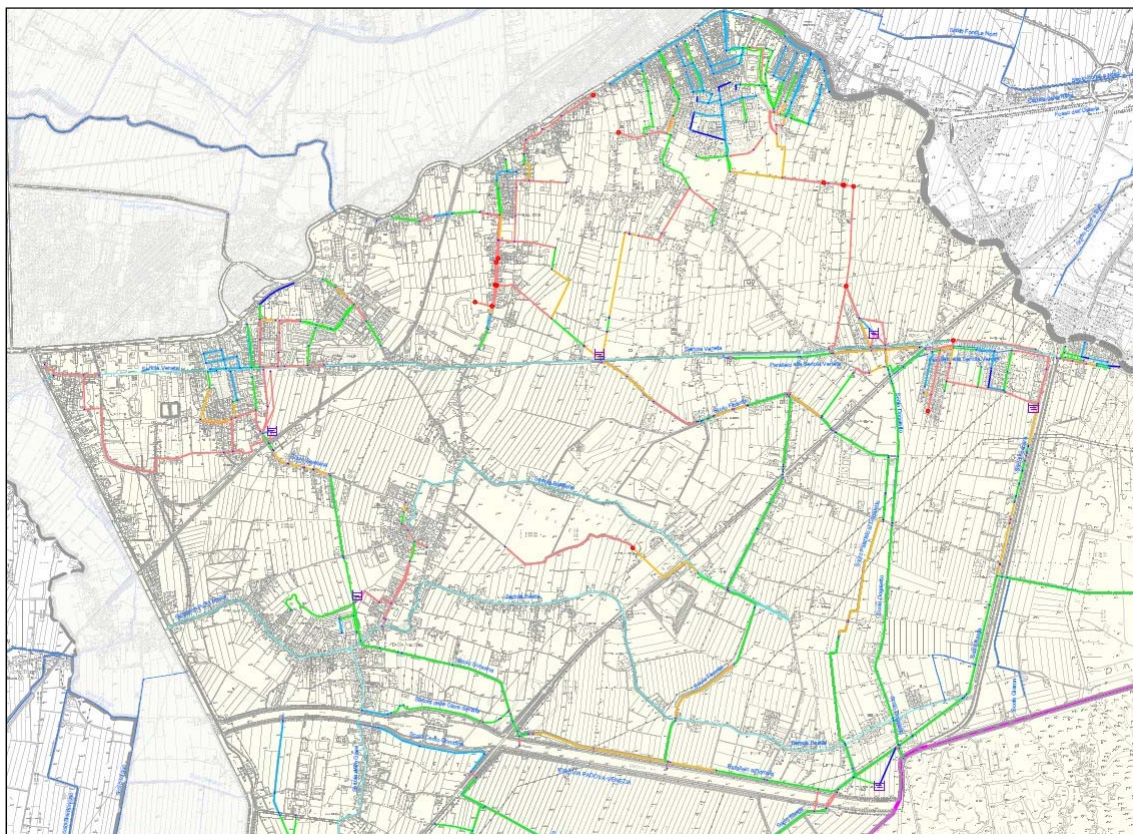


Figura 129. Estratto della tavola 03.04.03 - stato di progetto

## 7. ELENCO INTERVENTI

Di seguito si riporta l'elenco completo degli interventi di progetto.

<b>N.ro prog</b>	<b>Bacino</b>	<b>Nome</b>	<b>Tipo intervento</b>
1	Lusore	Risezionamento e rifacimento ponti sottodimensionati	STRUTTURALE
2	Lusore	Creazione nuovo canale consortile per by-pass tombinamento	STRUTTURALE
3	Lusore	Risezionamento con rifacimento ponti	STRUTTURALE
4	Lusore	Rifacimento scarico in Lusore	MANUTENZIONE
5	Lusore	Manutenzione straordinaria affossatura e attraversamento	MANUTENZIONE
6	Lusore	Manutenzione straordinaria condotta	MANUTENZIONE
7	Lusore	Risezionamento fosso esistente	MANUTENZIONE
8	Lusore	Risezionamento fosso	MANUTENZIONE
9	Lusore	Rifacimento tombinamento	MANUTENZIONE
10	Lusore	Idropulizia e verifica tombinamento ed eventuale rifacimento	MANUTENZIONE
11	Lusore	Manutenzione straordinaria affossatura	MANUTENZIONE
12	Lusore	Allargamento canale e rifacimento manufatti sottodimensionati	STRUTTURALE
13	Lusore	Allargamento canale e rifacimento manufatti sottodimensionati	STRUTTURALE
15	Lusore	Creazione pista per trasporto pompe carrellate	MANUTENZIONE
16	Lusore	Allargamento canale e rifacimento manufatti sottodimensionati	STRUTTURALE
17	Lusore	Rifacimento manufatto di scarico	MANUTENZIONE
18	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
19	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
20	Lusore	Idropulizia condotta e successivo rifacimento	STRUTTURALE
21	Lusore	Eseguire idropulizia condotta	MANUTENZIONE
22	Lusore	Eseguire manutenzione straordinaria e pressa in carico man. pubblica	MANUTENZIONE
23	Lusore	Risezionamento fosso esistente e rifacimento scarico	STRUTTURALE
24	Lusore	Nuova condotta	STRUTTURALE
25	Lusore	Idropulizia condotte	MANUTENZIONE
26	Lusore	Idropulizia condotta	MANUTENZIONE
27	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
28	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
29	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
30	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
31	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
32	Lusore	Verifica stato e funzionalità scarico con porta a vento	MANUTENZIONE
33	Lusore	Inversione pendenza per scaricare acque bianche in rete consortile	STRUTTURALE
34	Lusore	Sistemazione sfioro mista e inserimento pompe	IN FASE DI REALIZZAZIONE
35	Lusore	Idropulizia condotta	MANUTENZIONE
36	Lusore	Idropulizia e successivo rifacimento condotta	STRUTTURALE
37	Lusore	Creazione collegamento	STRUTTURALE
38	Lusore	Verifica e idropulizia condotta esistente	MANUTENZIONE
39	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
40	Lusore	Verifica e potenziamento sifone	STRUTTURALE
41	Lusore	Verifica e potenziamento sifone	STRUTTURALE

Piano delle Acque – Comune di Mira

<b>N.ro prog</b>	<b>Bacino</b>	<b>Nome</b>	<b>Tipo intervento</b>
42	Lusore	Creazione nuova dorsale con volume ca. 5000 mc e collegamenti con rete esistente	STRUTTURALE
43	Lusore	Potenziamento impianto fino a 2.5 mc/s	STRUTTURALE
44	Lusore	Nuova condotta	STRUTTURALE
45	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
46	Lusore	Nuovo collegamento	STRUTTURALE
47	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
48	Lusore	Creazione collegamento	STRUTTURALE
49	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
50	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
51	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
52	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
53	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
54	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
55	Lusore	Rifacimento condotte	STRUTTURALE
56	Lusore	Soppressione impianto di sollevamento non agevolmente raggiungibile	STRUTTURALE
57	Lusore	Creazione nuovo impianto idrovoro da 1 mc/s	STRUTTURALE
58	Lusore	Nuova condotta scatolare	STRUTTURALE
59	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
60	Lusore	Ripristino ispezionabilità, verifica ed eventuale potenziamento	STRUTTURALE
61	Lusore	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
62	Lusore	Videospezione condotta	MANUTENZIONE
63	Lusore	Potenziamento collegamento Cesenego-Comuna	STRUTTURALE
64	Lusore	Allargamento canale e rifacimento manufatti sottodimensionati	STRUTTURALE
65	Lusore	Manutenzione straordinaria attraversamenti e affossature	MANUTENZIONE
66	Lusore	Manutenzione straordinaria affossature e attraversamenti	MANUTENZIONE
67	Lusore	Manutenzione straordinaria affossatura e attraversamenti	MANUTENZIONE
68	Lusore	Ripristino ispezionabilità rete bianca in proprietà privata	STRUTTURALE
101	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
102	Dogaletto	Verifica ed eventuale rifacimento	STRUTTURALE
103	Dogaletto	Pulizia condotta	MANUTENZIONE
104	Dogaletto	Eliminazione restringimento	STRUTTURALE
105	Dogaletto	Rifacimento condotte	STRUTTURALE
106	Dogaletto	Rifacimento condotte	STRUTTURALE
107	Dogaletto	Rifacimento condotte	STRUTTURALE
108	Dogaletto	Rifacimento condotte	STRUTTURALE
109	Dogaletto	Risezionamento fossi privati di importanza pubblica con rifacimento ponti	STRUTTURALE
110	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
111	Dogaletto	Nuovo collegamento con rete superficiale	STRUTTURALE
112	Dogaletto	Risezionamento fosso privato	STRUTTURALE
113	Dogaletto	Risezionamento fosso privato e verifica sifone	STRUTTURALE
114	Dogaletto	Risezionamento fosso privato e verifica sifone	STRUTTURALE
115	Dogaletto	Laminazione/fitodepurazione a servizio fognatura mista	STRUTTURALE
116	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE

Piano delle Acque – Comune di Mira

<b>N.ro prog</b>	<b>Bacino</b>	<b>Nome</b>	<b>Tipo intervento</b>
117	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
118	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
119	Dogaletto	Manutenzione fossi e pulizia tombinamenti	MANUTENZIONE
120	Dogaletto	Risezionamento fosso comunale con rifacimento ponte	STRUTTURALE
121	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
122	Dogaletto	Laminazione/fitodepurazione a servizio della fognatura mista	STRUTTURALE
123	Dogaletto	Risezionamento fosso comunale	STRUTTURALE
124	Dogaletto	Manutenzione straordinaria canaletta	MANUTENZIONE
125	Dogaletto	By-pass su laterale via Risorgimento	IN FASE DI REALIZZAZIONE
126	Dogaletto	Manutenzione straordinaria affossature	MANUTENZIONE
127	Dogaletto	Creazione collegamento	STRUTTURALE
128	Dogaletto	Manutenzione straordinaria affossature	MANUTENZIONE
129	Dogaletto	Manutenzione straordinaria	MANUTENZIONE
130	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
131	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
132	Dogaletto	Disconnessione dalla rete mista	STRUTTURALE
133	Dogaletto	Manutenzione straordinaria sifone	MANUTENZIONE
134	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
135	Dogaletto	Sistemazione condotta fognatura nera	MANUTENZIONE
136	Dogaletto	Verifica funzionalità sifone	MANUTENZIONE
137	Dogaletto	Spurgo fondo scolo Finarda	STRUTTURALE
138	Dogaletto	Rifacimento collegamento	STRUTTURALE
139	Dogaletto	Risezionamento scolo Parallelo al Dogaletto	STRUTTURALE
140	Dogaletto	Risezionamento tratto finale Parallelo alla Seriola Veneta	STRUTTURALE
141	Dogaletto	Spurgo fondo scolo Dogaletto	STRUTTURALE
142	Dogaletto	Idropulizia condotta	MANUTENZIONE
143	Dogaletto	Creazione collegamento	STRUTTURALE
144	Dogaletto	Laminazione/fitodepurazione a servizio della fognatura mista	STRUTTURALE
145	Dogaletto	Intervento "Sifone Idrovia"	IN FASE DI REALIZZAZIONE
146	Dogaletto	Laminazione/fitodepurazione	STRUTTURALE
147	Dogaletto	Scavo fondo Soresina	STRUTTURALE
148	Dogaletto	Manutenzione straordinaria affossature e tombinamenti	MANUTENZIONE
149	Dogaletto	Manutenzione straordinaria affossature e tombinamenti	MANUTENZIONE
150	Dogaletto	Manutenzione straordinaria affossature	MANUTENZIONE
151	Dogaletto	Nuovo collegamento	STRUTTURALE
152	Dogaletto	Laminazione/fitodepurazione a servizio della fognatura mista	STRUTTURALE
153	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
154	Dogaletto	Ripristino ispezionabilità nodo idraulico	STRUTTURALE
155	Dogaletto	Rifacimento condotta	STRUTTURALE
156	Dogaletto	Rifacimento ponti	STRUTTURALE
157	Dogaletto	Rifacimenti ponte	STRUTTURALE
158	Dogaletto	Rifacimento ponte canale	STRUTTURALE
159	Dogaletto	Allargamenti di 2 m e rifacimento scarico	STRUTTURALE
160	Dogaletto	Manutenzione straordinaria e verifica attraversamenti	MANUTENZIONE



Piano delle Acque – Comune di Mira

<b>N.ro prog</b>	<b>Bacino</b>	<b>Nome</b>	<b>Tipo intervento</b>
161	Dogaletto	Allargamento di 1 m e rifacimento ponte	STRUTTURALE
162	Dogaletto	Allargamento di 2 m e scavo di 0.5 m e rifacimento scarico	STRUTTURALE
163	Dogaletto	Rifacimento ponte	STRUTTURALE
164	Dogaletto	Rifacimento ponte	STRUTTURALE
165	Dogaletto	Potenziamento impianto idrovoro per 6 mc/s	STRUTTURALE

## 7.1. Misure di mitigazione e compensazione

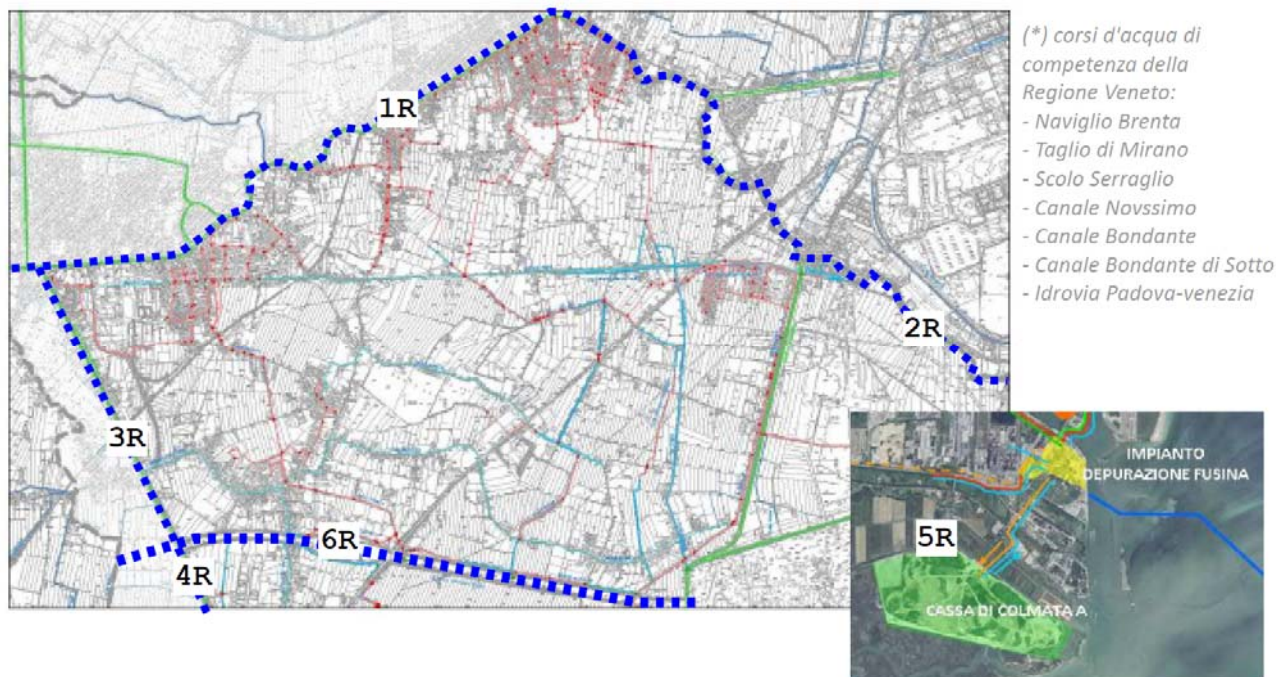
Il Piano comunale delle acque è finalizzato a ridurre le criticità e a migliorare la funzionalità e sicurezza idraulica del territorio. Le proposte d'intervento, le cui tipologie sono indicate al paragrafo 4.2, riguardano interventi strutturali, di manutenzione e di monitoraggio. L'analisi effettuata ha mostrato che gli interventi non alterano ambiti o sistemi di interesse ambientale. Per tale motivo non si è rilevata la necessità di specifiche azioni e/o interventi di mitigazione finalizzati ad attenuare i potenziali effetti sull'ambiente. In generale si riportano le seguenti considerazioni.

Per quanto riguarda l'ambiente naturale, in caso di interventi che prevedono piantumazioni, verrà previsto l'utilizzo di specie arboree, arbustive e erbacee autoctone ed ecologicamente coerenti con la flora locale, evitando l'impiego di miscugli commerciali contenenti specie alloctone. In relazione all'inquinamento acustico nella progettazione degli interventi potenzialmente rumorosi saranno adottati, fin dalla fase di progettazione, misure finalizzate a minimizzare il disagio degli eventuali ricettori.

Gli interventi strutturali e quelli di manutenzione saranno accompagnati dalla realizzazione di opere che possano concorrere a migliorare la qualità paesaggistica e ambientale dei luoghi e saranno ispirati ai principi dell'ingegneria naturalistica.

## 7.2. Interventi sui corsi del Naviglio Brenta, Taglio Novissimo e collaterali

Nell'ambito di voler integrare il quadro delle conoscenze e delle situazioni dei corsi d'acqua maggiori del territorio mirese si ritiene utile riportare gli interventi sui corsi d'acqua(\*) non di competenza del Consorzio di Bonifica, ma in capo alla Regione Veneto (Area Tutela e Sviluppo del Territorio – Direzione Operativa /ex Genio civile).



N.ro prog	Corso d'acqua	Tipo intervento	Importo stimato €
1R	Naviglio Brenta	Ripristino e consolidamento di sponda destra e sinistra del basso tronco del Naviglio Brenta nei comuni di Mira e Venezia	239.222,00
2R	Naviglio Brenta	Interventi di manutenzione straordinaria su canali scaricatori del tratto terminale del Naviglio Brenta	500.000,00
3R	Novissimo	Interventi di difesa idrogeologica delle arginature del canale novissimo	1.000.000,00
4R	Novissimo	Ristrutturazione del nodo idraulico di Ca' Molin con realizzazione di uno scolmatore di piena presso la conca guzzo sull'idrovia Padova-Venezia	1.600.000,00
5R	Naviglio-Bondante	PIF Fusina – Bacino fitodepurazione	342.857.764,06 (**) fonte RVE
6R	Idrovia Padova-Venezia	Completamento dell'idrovia Padova – Venezia come canale navigabile di V classe, con funzione di scolmatore del sistema Bacchiglione – Brenta e ricomposizione ambientale del territorio	323.495.627,00 (**) fonte RVE

## 8. CONCLUSIONI

Il livello di approfondimento della modellazione numerica utilizzato in questo Piano delle Acque, destinato ad una analisi a scala di bacino delle varie problematiche idrauliche presenti nel Comune di Mira, ha evidenziato la necessità di realizzare diversi interventi al fine di garantire la sicurezza idraulica del territorio oggetto di studio per gli eventi caratterizzata da tempo di ritorno pari a 20 anni relativamente a durate di pioggia maggiori di 3 ore e pari a 5 anni per piogge di durata pari a 1 ora.

Non si esclude che un livello più approfondito di dimensionamento e progettazione delle opere, compresa la conoscenza più approfondita dei sottoservizi esistenti, possa far emergere soluzioni alternative maggiormente efficaci o un dimensionamento differente degli interventi proposti.

## 9. APPENDICE: DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO EPA SWMM

### 9.1. Generalità

L'EPA Storm Water Management Model (SWMM) è un modello dinamico di simulazione idraulica di afflussi in deflussi usato per lo studio di un singolo evento o la simulazione (continua) di lunga durata della quantità e della qualità del deflusso. La componente di deflusso SWMM funziona sull'identificativo di alcune zone denominate *subcatchment* (sottobacini) che ricevono la precipitazione e generano i carichi della sostanza inquinante e di precipitazione. Il modello trasporta i carichi attraverso un sistema di condotte, canali, dispositivi di trattamento e di invaso, impianti di sollevamento, luci di fondo e stramazzi. SWMM rintraccia la quantità e la qualità di deflusso generate all'interno di ogni *subcatchment*, la portata, la profondità di flusso e la qualità di acqua in ogni condotta e canale durante il periodo di simulazione formato da passi temporali definiti.

SWMM inizialmente è stato sviluppato nel 1971 e da allora ha subito parecchi aggiornamenti importanti. Continua ad essere ampiamente usato per la progettazione e analisi di eventi di precipitazione eccezionale, fognature miste, fognature sanitarie ed altre reti di fognatura nelle aree urbane, con molte applicazioni nelle zone non-urbane per reti di canali.

SWMM 5 fornisce un ambiente integrato per la pubblicazione dei dati di input di zona di studio, le simulazioni di qualità idrologica, idraulica e dell'acqua e dell'esame dei risultati in una varietà di disposizioni. Questi includono i programmi *color-coded* del sistema di zona e del trasporto di drenaggio, grafici e tabelle di serie cronologiche, diagrammi di profilo ed analisi di frequenza statistiche.

SWMM rappresenta i vari processi idrologici che producono il deflusso dalle aree urbane. Questi includono:

- precipitazioni;
- evaporazione d'acqua;
- accumulo e scioglimento della neve;
- infiltrazione di pioggia negli strati insaturi del terreno;
- percolazione di acqua infiltrata negli strati dell'acqua freatica;
- interflow fra acqua freatica e la rete di fognatura;

La variabilità spaziale di questi processi è realizzata dividendo la zona di studio in sottobacini, *subcatchment*, ognuna delle quali sarà divisa sulla base dell'area permeabile ed impermeabile. Il flusso terrestre può essere diretto fra i *subcatchments*, o nei punti di entrata di una rete di fognatura.

SWMM inoltre contiene un insieme flessibile di possibilità per la modellazione idraulica usate per dirigere le portate e le affluenze esterne attraverso la rete di fognatura delle condotte, dei canali, delle unità di trattamento e di invaso e delle strutture di diversione. Questi includono:

- rete di drenaggio con numero di maglie illimitato;
- impiego di un'ampia varietà di figure chiuse standard ed aperte delle condotte come pure per canali naturali;
- elementi speciali di modello quali le unità trattamento/di invaso, i divisori di flusso, le pompe, gli stramazzi e luci di fondo;
- applicare i flussi e gli input esterni di qualità dell'acqua alle acque di superficie, dal interflow dell'acqua freatica, dall'infiltrazione pioggia-dipendente/dall'affluenza, dal flusso sanitario del tempo asciutto e dalle affluenze prestabilite dall'utente;
- utilizzare l'onda cinematica o i metodi di percorso dinamici completi di flusso dell'onda;
- modellare i vari regimi di flusso, come lo stagno, il sovraccarico, il flusso d'inversione ed accumulazione di superficie;
- applicare le regole dinamiche prestabilite dall'utente di controllo per simulare il funzionamento delle pompe, delle aperture dell'orifizio e dei livelli della sommità degli sbarramenti;

Oltre che alla modellazione, generazione e trasporto dei flussi, SWMM può anche valutare la produzione dei carichi inquinanti connessi al deflusso. SWMM è stato impiegato in numerosi studi relativi a precipitazioni intense. Le applicazioni tipiche includono:

- disegno dei componenti della rete di fognatura e di canali per controllo dell'inondazione;
- tracciato normale dell'inondazione dei sistemi naturali della scanalatura (SWMM 5 è un modello FEMA-approvato per gli studi di NFPI);
- progettazione delle strategie di controllo per la minimizzazione dei trabocchi della rete fognaria.

## 9.2. Descrizione matematica del modello di calcolo

### Equazioni Generali

Il metodo dell'onda dinamica risolve le equazioni monodimensionali di De Saint Venant. Queste equazioni consistono nell'equazione di continuità e dei momenti, espresse nel seguente modo:

$$\frac{\partial A}{\partial T} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0; \quad \text{equazione di continuità;} \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2 / A)}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f + gAh_L = 0; \quad \text{equazione dei momenti;} \quad (2)$$

dove, x è la distanza lungo la condotta, t è la variabile temporale, A l'area liquida trasversale nella condotta, Q la portata defluita, H è il livello idraulico dell'acqua nella condotta (termine potenziale più eventuale termine di pressione), Sf la pendenza d'attrito, hL è la locale perdita di energia per unità di lunghezza della condotta, e g l'accelerazione di gravità.

Data la geometria della condotta, l'area A risulta funzione del tirante idrico y il quale può essere ottenuto dall'altezza H. Pertanto le variabili dipendenti in queste equazioni sono la portata Q e l'altezza H, a sua volta funzioni della distanza x e del tempo t.

Il termine Sf viene espresso in termini delle equazione di Manning come:

$$S_f = \frac{n^2 \cdot V \cdot |V|}{k^2 \cdot R^{4/3}};$$

Dove n è il coefficiente di scabrezza secondo Manning, V la velocità di flusso (pari al rapporto tra la portata Q e la sezione di area liquida trasversale A, R è il raggio idraulico della sezione di flusso, e k=1,49 nell'unità US e 1,0 nel sistema metrico. Il termine che tiene conto della normale perdita di energia hL può essere espresso come  $\frac{K \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot L}$  dove K è il coefficiente di perdita in corrispondenza della posizione x e L la lunghezza della condotta.

Per risolvere le equazioni (1) e (2), su una singola condotta, sono richieste una serie di condizioni iniziali per H e Q al tempo 0 come condizioni al contorno per x=0 e x=L per la durata della simulazione.

Quando si analizza una rete di condotte, è necessario inserire una relazione aggiuntiva di continuità per i nodi che connettono due o più condotte. In SWMM la continuità del pelo libero si presume che esista tra il tirante al nodo e quello corrispondente alla condotta in ingresso e uscita (ad eccezione dei nodi a caduta libera). Il cambiamento nel pelo libero H al nodo al variare del tempo può essere espresso come segue:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\sum Q}{A_{store} + \sum A_s}; \quad (3)$$

Dove  $A_{store}$  è l'area liquida al nodo,  $\sum A_s$  è la somma delle superficie liquide delle condotte connesse al nodo, e  $\sum Q$  è la portata netta all'interno del nodo (portate in arrivo – portate

rilasciate), contributo di tutte le condotte connesse al nodo ed eventuali contributi esterni imposti. Il tirante idrico alla fine di una condotta connessa ad un nodo può essere computato come differenza tra la grandezza H al nodo e la quota della condotta.

### Soluzione generica per i tratti

Le equazioni (1), (2) e (3) sono risolte in SWMM convertendole in una serie esplicita alle differenze finite che computano il flusso in ogni condotta ed il livello al nodo al tempo come funzioni del valore noto al tempo t. Le equazioni risolte per il flusso in ogni tratto (condotta) sono:

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{Q_t + \Delta Q_{gravity} + \Delta Q_{inertial}}{1 + \Delta Q_{friction} + \Delta Q_{losses}}; \quad (4)$$

I termini individuali  $\Delta Q$  sono stati così nominati per il tipo di forze che rappresentano e sono dati dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{gravity} &= g \bar{A} \cdot (H_1 - H_2) \cdot \Delta t / L; \\ \Delta Q_{inertial} &= 2\bar{V} \cdot (\bar{A} - A_t) + V^2 \cdot (A_2 - A_1) \cdot \Delta t / L; \\ \Delta Q_{friction} &= \frac{g \cdot n^2 \cdot |\bar{V}| \cdot \Delta t}{k^2 \cdot \bar{R}^{4/3}}; \\ \Delta Q_{losses} &= \frac{\sum_i K_i \cdot |V_i| \cdot \Delta t}{2L}; \end{aligned}$$

dove:

- $\bar{A}$  Area liquida media nella condotta;
- $\bar{R}$  Raggio idraulico medio nella condotta;
- $\bar{V}$  Velocità di flusso medio all'interno della condotta;
- $V_i$  Velocità di flusso locale alla posizione  $i$  lungo la condotta;
- $K_i$  coefficiente di perdita locale alla posizione  $i$  lungo la condotta;
- $H_1$  livello al nodo di monte della condotta;
- $H_2$  livello al nodo di valle nella condotta;
- $A_1$  area trasversale all'estremità di monte della condotta;
- $A_2$  area trasversale all'estremità di valle della condotta.

L'equazione risolta per il livello in ogni nodo è la seguente:



$$H_{t+\Delta t} = H_t + \frac{\Delta Vol}{(A_{store} + \sum A_s)_{t+\Delta t}}; \quad (5)$$

Dove  $\Delta Vol$  rappresenta il volume netto defluito attraverso il nodo terminato il passo temporale e dato dalla seguente relazione:

$$\Delta Vol = 0,5 \left[ \left( \sum Q \right)_t + \left( \sum Q \right)_{t+\Delta t} \right] \cdot \Delta t;$$

Il modello SWMM risolve le equazioni (4) e (5) usando un metodo di approssimazioni successive di seguito discusse.

- Una prima stima del flusso in ogni condotta al tempo  $t + \Delta t$  è svolta dalla soluzione dell'equazione (4) usando i livelli, le aree e le velocità trovate al tempo corrente  $t$ . Successivamente lo stesso viene fatto per livelli mediante la valutazione dell'espressione (5) usando le portate appena computate. Queste soluzioni sono denominate come  $Q^{last}$  e  $H^{last}$ .
- L'espressione (4) viene risolta nuovamente, inserendo livelli, aree e velocità che appartengono ai valori  $Q^{last}$  e  $H^{last}$  appena computati. Un fattore  $\Omega$  è impiegato per combinare il nuovo flusso stimato  $Q^{new}$ , con la stima precedente  $Q^{last}$  secondo l'equazione  $Q^{new} = (1 - \Omega) \cdot Q^{last} + \Omega \cdot Q^{new}$  per la produzione del valore aggiornato di  $Q^{new}$ ;
- L'espressione (5) è risolta nuovamente per livelli impiegati per la stima di  $Q^{new}$ . Come per le portate, questa nuova soluzione per il livello,  $H^{new}$  è pesato con  $H^{last}$  per produrre una stima aggiornata per i livelli  $H^{new} = (1 - \Omega) \cdot H^{last} + \Omega \cdot H^{new}$  ;
- Se  $H^{new}$  è abbastanza vicino a  $H^{last}$  il processo si arresta con  $Q^{new}$  e  $H^{new}$  come soluzioni al tempo  $t + \Delta t$ . Diversamente,  $H^{last}$  e  $Q^{last}$  sono sostituiti rispettivamente con  $Q^{new}$  e  $H^{new}$ , ed il procedimento ritorna al punto 2.

Nell'implementare questa procedura, il programma impiega un fattore di relazione costante  $\Omega$  di 0,5, una tolleranza di convergenza di 0,005 ai nodi, e limite il numero di iterazioni a quattro.

### Calcolo delle caratteristiche medie dei tratti

La valutazione della portata, aggiornata mediante l'eq. (4), richiede valori per l'area media ( $\bar{A}$ ), raggio idraulico ( $\bar{R}$ ), e velocità ( $\bar{V}$ ) dall'inizio alla fine di ogni tratto (condotta) in questione. Il programma calcola questi valori usando i livelli  $H_1$  e  $H_2$ , dai quali possono essere derivati i corrispondenti valori dei tiranti idrici  $y_1$  e  $y_2$ .

La profondità media  $\bar{y}$  è dunque calcolata sulla base di questi valori ed è impiegato nella sezione trasversale della condotta per il calcolo del valore medio di  $(\bar{A})$  e raggio idraulico  $(\bar{R})$ . Il valore medio di velocità  $(\bar{V})$  è determinato da rapporto tra il flusso corrente e l'area media.

Il programma limita questa velocità a valori non superiori a 50 ft/sec in valore assoluto, tale da non permettere alla frazione di flusso contenuta nell'eq. (4) di diventare illimitata.

Quando la condotta è a caduta libera all'interno di uno dei nodi (significa che il livello dell'acqua nel nodo è sotto la quota di fondo della condotta), la profondità alla fine della condotta è equivalente al più piccolo tra la profondità critica e la profondità in condizioni di moto uniforme per la corrente attraverso la condotta.

### Descrizione del processo fisico di formazione dei deflussi

Per stimare l'idrogramma di piena, ovvero la successione cronologica dei valori di portata che si verificano alla sezione di chiusura di un bacino con il relativo valore di colmo a partire dalla conoscenza della precipitazione di progetto, è necessario utilizzare un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

La simulazione mediante modelli matematici del processo di trasformazione delle precipitazioni in deflussi, che si verifica in un bacino idrografico, per la complessità dei fenomeni fisici coinvolti, rende necessaria l'introduzione di semplificazioni che riguardano sia le leggi che governano le varie fasi del processo che la rappresentazione geomorfologica ed idrografica del bacino stesso.

Il modello, di tipo concettuale, utilizzato nel presente lavoro verrà descritto nei seguenti paragrafi

Per meglio comprendere il modello afflussi-deflussi, occorre descrivere sinteticamente i processi che avvengono all'interno del bacino quando si verifica su di esso un evento di precipitazione di una certa entità.

Quando l'acqua meteorica raggiunge il terreno (dopo un eventuale processo di intercettazione da parte della vegetazione) parte di essa evapora e ritorna nell'atmosfera; tale processo risulta però trascurabile nel caso di precipitazioni intense di breve durata.

L'acqua sul terreno in parte si infiltra nel suolo, inizialmente in quantità elevata e con velocità sempre più ridotta al procedere della precipitazione fino a quando l'intensità della pioggia supera la capacità di infiltrazione del terreno; a questo punto l'acqua che cade non riesce più tutta ad infiltrarsi per cui il surplus rimane sulla superficie del terreno ristagnando o dando luogo ad uno scorrimento sui versanti del bacino.

Si formano quindi dei rigagnoli ad andamento irregolare che si raccolgono in una rete di rigagnoli di maggiori dimensioni al procedere dello scorrimento fino ad immettersi nella rete drenante vera e propria, qui si forma un'onda di piena che trasferisce la propria forma nella rete colletttrice con un processo di propagazione.

### Meccanismo di generazione dei deflussi superficiali

Nel modello utilizzato i meccanismi di generazione dei deflussi superficiali risultano diversi a seconda che il suolo su cui cade l'acqua meteorica sia impermeabilizzato (nel caso cioè di zone urbanizzate) o meno.

Qui di seguito vengono descritti i modelli di filtrazione e detenzione superficiali assunti alla base delle simulazioni effettuate.

#### Aree permeabili

Per quanto concerne le aree non impermeabilizzate dall'intervento antropico, si è utilizzato il modello hortoniano di generazione dei deflussi superficiali.

Si è quindi ipotizzato che l'acqua di precipitazione in parte si accumuli nelle depressioni superficiali del terreno ed in parte si infiltri nel terreno fino a saturarlo, a questo punto l'acqua meteorica si infiltra solamente in minima parte e praticamente tutta scorre in superficie fino a raggiungere la rete drenante.

La formulazione matematica del processo di infiltrazione sopra descritto è riassumibile nella curva di Horton:

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-kt}$$

dove:

$f(t)$  è la capacità di infiltrazione nel tempo espressa in mm/h;

$f_0$  è l'infiltrazione massima che si verifica al tempo  $t = 0$ ;

$f_c$  è il valore di infiltrazione raggiunto asintoticamente ad un tempo infinito;

$k$  è una costante che qualifica la velocità dell'esaurimento, cioè del passaggio dal valore  $f_0$  al valore  $f_c$ .

Ogni suolo è quindi caratterizzato da quattro parametri  $f_0$ ,  $f_c$  e  $k$  e la detenzione superficiale  $d_s$ .

Dai dati disponibili in letteratura e dai test di validità del modello effettuati con misure sperimentali e tramite confronto con altri modelli matematici, si può ritenere che il coefficiente  $k$  può assumersi pari  $4 \text{ h}^{-1}$ .

### Formulazione del modello matematico

Il modello utilizzato è un modello concettuale che si basa sulla schematizzazione separata delle aree permeabili e di quelle impermeabili come due serbatoi lineari in parallelo.

Dato uno Pluviogramma efficace qualsiasi è possibile per ogni parte del bacino (permeabile ed impermeabile) determinare per convoluzione l'idrogramma dei deflussi superficiali corrispondenti per poi sommarli ed ottenere quindi l'idrogramma di piena della totalità del bacino.

La precipitazione elementare avente un volume:

$$dV = I(\tau) dt$$

genera un idrogramma che si ottiene da quello dell'idrogramma unitario (generato da una precipitazione netta di volume unitario) moltiplicando le ordinate per dV.

L'ordinata dell'idrogramma al tempo t sarà data dalla somma dei contributi delle precipitazioni elementari di durata dτ compresa tra 0 e t, ovvero dal seguente integrale denominato integrale di convoluzione:

$$Q(t) = \int_0^t u(t - \tau) \cdot I(\tau) \cdot d\tau .$$

Per la determinazione dell'idrogramma unitario, si ricorre alla schematizzazione separata degli apporti provenienti dalle aree permeabili ed impermeabili del bacino che vengono schematizzate mediante due serbatoi lineari aventi cioè la seguente relazione tra portata uscente e volume invasato:

$$V = K \cdot Q .$$

Si consideri l'equazione di continuità dei serbatoi:

$$I(t) - Q(t) = \frac{dV}{dt} = K \cdot \frac{dQ}{dt} ,$$

moltiplicando entrambi i membri per  $e^{\frac{t}{k}}$  si ottiene:

$$e^{\frac{t}{k}} \cdot I(t) = e^{\frac{t}{k}} \cdot Q(t) + e^{\frac{t}{k}} \cdot K \cdot \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ e^{\frac{t}{k}} \cdot K \cdot Q(t) \right]$$

e quindi integrando tra 0 e t si ottiene:

$$\int_0^t e^{\frac{t}{k}} \cdot I(\tau) \cdot d\tau = \int_0^t \frac{d}{dt} \left[ e^{\frac{t}{k}} \cdot K \cdot Q(t) \right] \cdot dt = e^{\frac{t}{k}} \cdot K \cdot Q(t) .$$

Si ottiene perciò:

$$Q(t) = \int_0^t \frac{e^{-\frac{t-\tau}{K}}}{K} \cdot I(\tau) \cdot d\tau$$

che confrontata con l'integrale di convoluzione fornisce:

$$u(t) = \frac{e^{-\frac{t}{K}}}{K}.$$

Il valore del coefficiente di invaso K per entrambi i serbatoi (che simulano l'area impermeabile e quella permeabile rispettivamente) si ottiene dalla seguente relazione basata sulla teoria dell'onda cinematica:

$$K = \frac{a \cdot L^{0.6} \cdot n^{0.6}}{I_{MAX}^{0.4} \cdot S^{0.3}} \quad \text{dove:}$$

K è il coefficiente di invaso;

L è la lunghezza del bacino;

I<sub>max</sub> è l'intensità massima della pioggia netta;

n è il coefficiente di scabrezza superficiale di Manning;

S è la pendenza del bacino;