



COMUNE DI CASATENOVO

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE  
DEL RISCHIO IDRAULICO  
RELAZIONE IDRAULICA

TECNICI:

ing. Vittorio Zocca  
geol. Maurizio Marchese  
ing. Alessandro Soldati  
ing. Raffaella Begnis

## 1. Sommario

2. Inquadramento .....	4
2. Modellazione idrologica e idraulica del funzionamento della rete fognaria .....	5
2.1. Generalità.....	5
2.2. Valutazione del livello di dettaglio degli apparati modellistici .....	5
2.3. Modello matematico di simulazione idrologico – idraulica della rete .....	6
2.3.1. Schematizzazione del modello .....	9
2.4. Definizione dell’evento meteorico .....	12
2.4.1. Eventi di riferimento (10, 50 e 100 anni) .....	15
2.5. Studio generale del funzionamento della rete fognaria .....	19
2.5.1. Articolazione della rete ed individuazione dei ricettori .....	19
2.5.2. Individuazione dei bacini scolanti.....	19
2.5.1.1. Area del singolo bacino .....	23
2.5.1.2. Coefficiente di deflusso .....	23
2.5.1.3. Pendenza media .....	26
2.5.1.4. Larghezza di deflusso .....	27
2.5.1.5. Numero di abitanti .....	27
2.5.3. Calcolo delle portate transitanti in rete - Trasformazione afflussi deflussi.....	28
2.5.4. Individuazione delle condizioni al contorno .....	29
2.5.5. Elenco dei punti di recapito modellati della rete fognaria.....	30
2.5.6. Elenco degli sfioratori della rete fognaria .....	31
2.5.1. Taratura del modello .....	36
3. Calcolo degli scenari di criticità .....	40
2.6. Sintesi dei risultati per tempo di ritorno di 10 anni .....	42
2.7. Sintesi dei risultati per tempo di ritorno di 50 anni .....	75
2.8. Sintesi dei risultati per tempo di ritorno di 100 anni .....	77
2.9. Mappatura delle aree di allagabilità e delle criticità puntuali derivanti dalla modellazione idraulica della rete fognaria (tr 10, 50 e 100anni) - SCENARIO STATO DI FATTO (SSF) .....	78
2.5.1. Sintesi delle criticità idrauliche del territorio comunale individuate dal presente studio ...	85
2.6. Mappatura della pericolosità e del rischio idraulico su scala comunale.....	94
3. Indicazioni misure non strutturali di riduzione del rischio idraulico idrologico a livello comunale .....	105
3.1. Interventi non strutturali proposti dal presente studio .....	105
3.1.1. Indagini di approfondimento .....	107

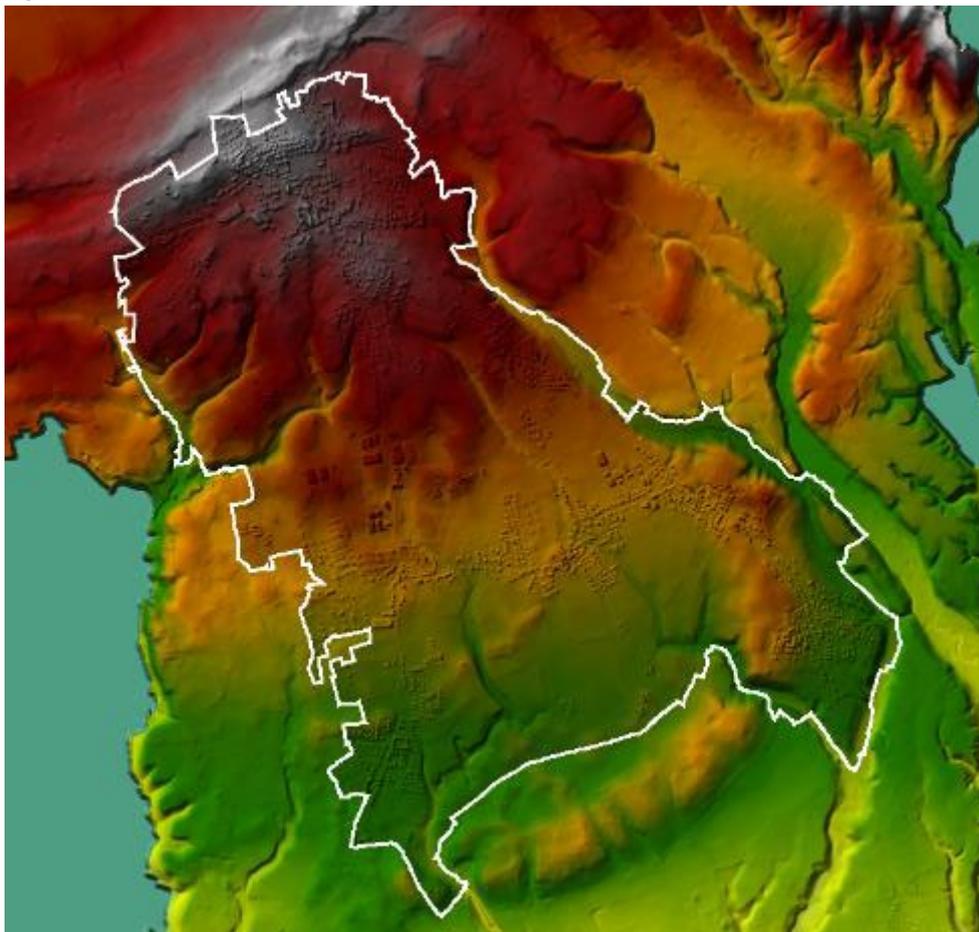
3.1.2. Stima del calcolo dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate limite previste dall'art.8 comma 5 del R.R. 7/2017 (INS33).....	108
3.1.3. Sistemi di gestione e piani di manutenzione .....	109
3.1.4. Regolamento Edilizio Comunale (INS26) .....	109
3.1.5. Prescrizioni Urbanistiche (INS26) .....	114
3.1.6. Promozione delle buone pratiche, sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS) (INS28) .....	115
3.1.7. Incentivazione disaccoppiamento scarichi privati (INS08-INS12-INS14-INS15-INS16-INS17-INS19-INS22-INS23).....	124
3.1.8. Controllo e riduzione del rischio tramite misure di protezione civile (INS29).....	124
3.1.8.1. Aggiornamento Piano di Emergenza Comunale (PEC).....	124
3.1.8.2. Comunicazione ed informazione .....	124
3.1.8.3. Difese temporali.....	126
3.1.9. Indicazione di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nei nuovi ambiti di trasformazione e piani attuativi (INS30) .....	131
3.2. Sintesi delle misure non strutturali individuate dal presente studio .....	143
4. Indicazione di massima delle misure strutturali di riduzione del rischio idraulico e idrologico a livello comunale.....	148
4.1. Misure di adeguamento strutturale del reticolo idrico principale.....	148
4.2. Misure di adeguamento strutturale del reticolo idrico secondario di pianura .....	148
4.2.1. Misure strutturali derivanti dallo Studio comunale di gestione del rischio idraulico del Comune di Arcore (IS35).....	148
4.3. Misure di adeguamento strutturale della rete di scolo asservita alla parte urbanizzata del territorio .....	150
4.4. Individuazione delle aree da riservare ad interventi di invarianza idraulica ed idrologica (IS11-IS12-IS16-IS17-IS23-IS24-IS27-IS32-IS33-IS34).....	163
4.5. Sintesi delle misure strutturali individuate dal presente studio .....	164
5. Risultati simulazione scenario STATO DI PROGETTO (SSP).....	169
6. Documenti di riferimento - Bibliografia – Registro dati .....	177
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI .....	177
BIBLIOGRAFIA .....	177
REGISTRO DATI UTILIZZATI.....	178

## 2. Inquadramento

Il comune di Casatenovo ricade all'interno della provincia di Lecco, si estende per circa 12.6 Km<sup>2</sup> con una popolazione di circa 13.000 abitanti, delimitato geograficamente dai comuni di: Besana in Brianza, Monticello Brianza, Missaglia, Lomagna, Usmate Velate, Camparada e Correzzana.

Il centro edificato si concentra a nord del comune mentre nella zona centrale e sud le zone edificate sono più distribuite. L'altimetria è molto variegata, degradante da nord a sud, caratterizzata dalla presenza di incisioni in corrispondenza dei reticoli idrici.

La geometria di base del presente studio è costituita dal modello digitale del terreno del Ministero dell'Ambiente e dai rilievi delle reti fognarie messi a disposizione da Lario Reti Holding.



*Confine comunale su modello digitale del terreno*

## 2. Modellazione idrologica e idraulica del funzionamento della rete fognaria

### 2.1. Generalità

La modellazione idrologica e idraulica del funzionamento della rete fognaria di Casatenovo è stata condotta secondo quanto previsto dall'art. 14 comma 7 del Regolamento Regionale n.7/2017 e secondo le "*Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico*" di CAP Holding (07/2019), ovvero:

- sono stati definiti gli eventi meteorici di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
- sono stati individuati i ricettori degli scarichi;
- è stata condotta la modellazione idrodinamica della rete fognaria sulla base della geometria della rete fornita dal gestore;
- sono stati indagati gli effetti delle insufficienze idrauliche della rete fognaria sul territorio comunale in termini di volumetrie di allagamento e aree interessate dall'accumulo/propagazione delle portate in uscita dalla rete fognaria;
- sono state individuate le aree di criticità idraulica sulla base degli esiti del calcolo nello stato di fatto della rete fognaria;
- per lo scenario con tempo di ritorno di 10 anni si sono individuate le necessità di laminazione in termini volumetrici di intervento al fine di evitare allagamenti del territorio.

### 2.2. Valutazione del livello di dettaglio degli apparati modellistici

Seguendo le indicazioni della tabella 3 del paragrafo 3.1.2 delle "*Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico*" di CAP Holding (07/2019), avendo il Comune di Casatenovo un numero di abitanti compreso tra 10.000-20.000 ed essendo di criticità idraulica A, è stato adottato un livello di dettaglio dell'apparato modellistico di TIPO II.

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

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

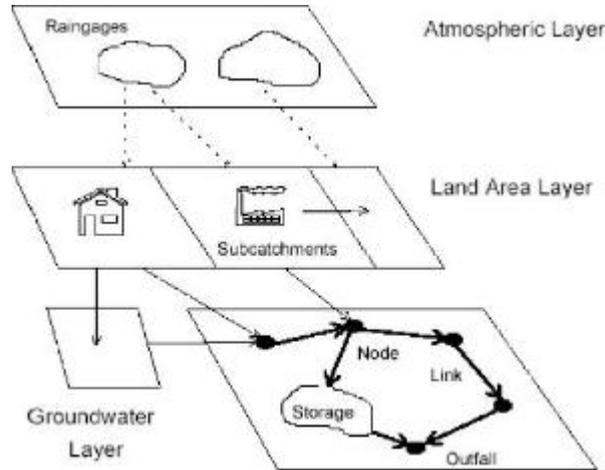
In particolare, verrà utilizzato un modello 2D-C2: Modelli idraulici per reti di drenaggio urbano – sviluppati primariamente per riprodurre il comportamento idraulico delle reti fognarie in cui gli apporti meteorici vengono direttamente fatti afferire alla rete puntualmente o in modo distribuito

### 2.3. Modello matematico di simulazione idrologico – idraulica della rete

Per la simulazione idrologico - idraulica delle reti si è utilizzato il modello sviluppato dall'Agenzia Ambientale Americana EPA SWMM 5.1. L'EPA Storm Water Management Model è un modello di simulazione idraulica afflussi - deflussi che, risolvendo le equazioni di De Saint Venant, consente di verificare il comportamento dei canali e delle condotte a seguito di un evento pluviometrico di progetto.

La componente di afflusso di SWMM opera su un insieme di aree di sottobacino (subcatchement), definito in tutte le proprie caratteristiche geometriche e idrologiche, su cui cade la pioggia descritta con dettaglio pluviometrico (Raingages). In seguito

all'applicazione di uno dei modelli di infiltrazione disponibile viene calcolata la pioggia netta in corrispondenza delle quali viene generato il deflusso idrico.



*Concettualizzazione di un'area di drenaggio in SWMM*

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;
- interscambio fra acqua freatica e la rete di fognatura.

Ogni componente di deflusso deve essere collegata ad un elemento puntuale della rete di drenaggio per consentirne l'ingresso nella componente di calcolo idraulico di convogliamento.

Tale componente è costituita da nodi (pozzetti) e collegamenti (link) all'interno dei quali possono essere definiti tutte le strutture costituenti la rete di deflusso comprese pompe, vasche, sfioratori laterali, scarichi, ecc.



*Elementi tipici del sistema di drenaggio considerati dal software  
(fonte: manuale d'utilizzo del software SWMM)*

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 invaso e delle strutture di diversione. Questi includono:

- rete di drenaggio con numero di maglie illimitato;
- impiego di un'ampia varietà di tipologie di sezioni idrauliche 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;
- flussi e input esterni di qualità dell'acqua alle acque di superficie, dall'interscambio dell'acqua freatica, dall'infiltrazione pioggia-dipendente/dall'affluenza, dal flusso sanitario del tempo asciutto e dalle affluenze prestabilite dall'utente;
- l'utilizzo del metodo dell'onda cinematica o dei metodi di percorso dinamici completi di propagazione dell'onda;

- modellazione di vari regimi di flusso, come il ristagno, il sovraccarico, l'inversione del flusso e l'accumulo di superficie;
- regole dinamiche di controllo stabilite dall'utente per simulare il funzionamento delle pompe, delle aperture dell'orifizio e dei livelli della sommità degli sbarramenti.

Data l'elevata complessità della rete fognaria di Casatenovo è stato necessario adottare il calcolo dinamico in moto vario, unico tipo di modellazione in grado di tenere in debita considerazione la possibilità di inversione del moto all'interno delle condotte (fenomeni di rigurgito) e della corretta computazione dei volumi di esondazione e della pressione a cui sono sottoposte le reti per gli elevati tempi di ritorno di calcolo richiesti dalla vigente normativa.

### 2.3.1. Schematizzazione del modello

Mediante una procedura di gestione dati GIS, rafforzata con trattamento dati tipo DATABASE, è stato possibile importare in SWMM il modello geometrico frutto di elaborazione dei dati forniti da Lario Reti come meglio specificato nel seguito.

Nell'importazione si è avuto cura di mantenere invariata la nomenclatura degli elementi per consentire un immediato confronto tra i modelli in corso di implementazione da parte di Lario Reti e un interscambio di dati. Si è presentata la necessità di introdurre il prefisso "BAC\_" al nome dei bacini e il suffisso "0.1" al nome delle tubazioni in quanto il software SWMM richiede l'univocità dell'ID degli elementi. Le caratteristiche geometriche della rete sono frutto dell'analisi e trattamento dei dati forniti da Lario Reti, costituiti da due separati file shape aventi caratteristiche sensibilmente differenti tra loro.

Un primo trattamento dati ha consentito di rendere uniformi rispetto alla tipologia dei campi i due rilievi forniti dal gestore. Dopo aver eseguito l'unificazione dei file shape in nostro possesso, i dati complessivi sono risultati carenti come segue:

- 2022 pozzetti senza quota di fondo;
- 1320 pozzetti senza quota chiusino;

- 2306 Pozzetti senza profondità;
- 156 tubazioni senza indicazione di diametro;
- 1239 tubazioni senza quote di inizio;
- 572 tubazioni senza quote di fine;
- 21 tubazioni che non hanno pozzetto di fine;
- tratte isolate non collegate alla rete;
- assenza di reti in zone evidentemente urbanizzate.

Al fine di ottenere un sistema geometrico utilizzabile ai fini del calcolo idraulico si è proceduto come segue:

- verificate le dimensioni di monte e di valle delle tubazioni, per attribuire i diametri teoricamente ammissibili nelle tratte intermedie con dato mancante;
- per le tratte con quota iniziale mancante, è stata attribuita la quota finale della stessa tratta sottratti 10 cm;
- i punti con quota iniziale e quota finale mancante è stata attribuita la quota terreno al chiusino, e dove mancava la quota terreno è stata ricavata mediante ricostruzione 3d del terreno mediante DTM;
- per le tratte con quota finale mancante, è stata attribuita la quota iniziale della stessa tratta con aggiunta di 10 cm.
- sono state eliminate le tratte isolate;
- le tratte 3925675, 4452666, 4057453, 4697, 3277, 3098, 3058, 3908942, 3944474 che avevano pozzetto di inizio o fine mancante sono state collegate al più vicino pozzetto con adeguamento della lunghezza;
- tutti i pozzetti aventi subclass "scarico terminale" e "da sfioratore" sono stati considerati punti di scarico della rete (outfall) di tipo libero;

- i pozzetti 1368802, 21114, 21117, 21120, 1120030 e 1442088 sono stati considerati punti di scarico in quanto in corrispondenza del punto terminale di una rete;
- alcune quote di fondo pozzetto si sono rivelate palesemente sbagliate e quindi gli è stata riassegnata una quota compatibile con i pozzetti di monte e di valle (1120030, 962219, 20335, 20336, 1016832, 930572, 997307, 20207, 933987);
- lo sfioratore 1210176 è a servizio della rete di Missaglia esterna all'area di studio, non c'è rete affluente ed è quindi inutile l'inserimento ai limiti del modello.

Il modello matematico, georeferenziato nel sistema di riferimento WGS84 32N (SR 32632), è costituito dai pozzetti e dalle condotte fognarie presenti nell'archivio sottoservizi in cui sono state introdotte alcune modifiche, per consentire il corretto svolgimento del calcolo idraulico. Si rimanda al capitolo relativo alla schematizzazione della rete per i dettagli.

La topografia del territorio si basa sul modello digitale del terreno (DTM) del Ministero dell'Ambiente a passo 5x5m che è stato ridefinito ad una maglia di 1x1m per ragioni di calcolo. Sul modello digitale del terreno sono stati inseriti gli edifici tratti dai dati dell'edificato presenti nel database di Regione Lombardia. La procedura di calcolo raster ha consentito di ottenere il modello della superficie del territorio comunale di Casatenovo (DSM), utile per i calcoli di propagazione delle acque.



*Importazione georeferenziata del modello geometrico in SWMM*

## 2.4. Definizione dell'evento meteorico

L'analisi idrologica dell'area è stata effettuata basandosi sui dati di ARPA Lombardia che ha elaborato per tutto il territorio lombardo le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica riferite a durate di eventi superiori all'ora.

Le LSPP elaborate per diversi tempi di ritorno, in riferimento alle coordinate baricentriche di Casatenovo sono calcolate secondo la seguente formulazione analitica:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

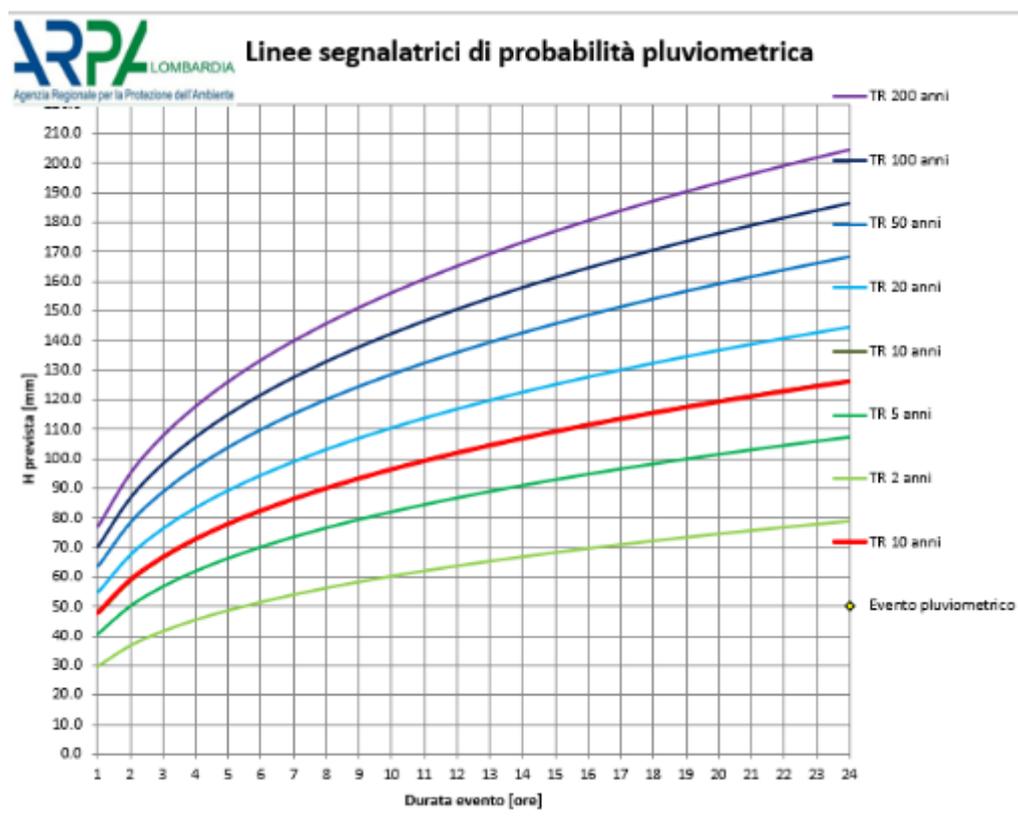
I cui parametri baricentrici per Casatenovo sono i seguenti:

a1 - Coefficiente pluviometrico orario	31.640
N - Coefficiente di scala	0.308
GEV - parametro alpha	0.297
GEV - parametro kappa	-0.008
GEV - parametro epsilon	0.826

Da cui derivano le seguenti altezze di pioggia per durata di 1 ora e tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni:

Tr	10	50	100
wT	1.500156296	2.002264506	2.216461276
Durata (ore)	TR 10 anni	TR 50 anni	TR 100 anni
1	47.46	63.35	70.12

Per durate differenti si ha il seguente diagramma delle altezze di pioggia al variare della durate dell'evento e del tempo di ritorno considerato:



LSPP ARPA Lombardia

L'evento meteorico di progetto nel modello di CAP è rappresentato da un ietogramma rettangolare con tempo base di 60 minuti, pari al tempo di corrivazione della rete.

Pur condividendo il tempo di base, dato che l'obiettivo della presente analisi è quello di indagare eventi estremi che sicuramente metteranno in crisi la rete producendo insufficienze ed esondazioni sul territorio, si è scelto di utilizzare un ietogramma di tipo Chicago che consente di tenere in debita considerazione gli aspetti volumetrici dei deflussi idraulici.

La principale caratteristica di questo tipo di ietogramma consiste nel fatto che per ogni durata, anche parziale, la media della precipitazione del suddetto ietogramma è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica. Lo ietogramma Chicago presenta un picco di intensità in una posizione che può essere fissata a priori a 0.4 della durata complessiva dell'evento.

Vista l'estensione del bacino scolante, per tenere conto del fatto che la pioggia non avviene contemporaneamente con la stessa intensità su tutto il bacino, si è introdotto un "Aeral Reduction Factor" ARF così espresso:

$$ARF = \frac{h_r(\tau, A)}{h(\tau)} < 1$$

dove:

- $h(\tau)$  è l'altezza di precipitazione nel centro di scoscio dedotta dalle LSPP;
- $h_r(\tau, A)$  è l'altezza di precipitazione raggugiata su un'area A che contiene il centro di scoscio.

Il valore di ARF è deducibile per interpolazione lineare dalla seguente tabella, pubblicata dal Natural Environment Research Council, Flood Studies Report

		Area (km <sup>2</sup> )								
		1	5	10	30	100	300	1000	3000	10000
τ (ore)	1	0.96	0.93	0.91	0.86	0.79	0.71	0.62	0.53	0.44
	2	0.97	0.95	0.93	0.90	0.84	0.79	0.73	0.65	0.55
	3	0.97	0.96	0.94	0.91	0.87	0.83	0.78	0.71	0.62
	6	0.98	0.97	0.96	0.93	0.90	0.87	0.83	0.79	0.73
	24	0.99	0.98	0.97	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.83
	48	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86

Coefficienti ARF

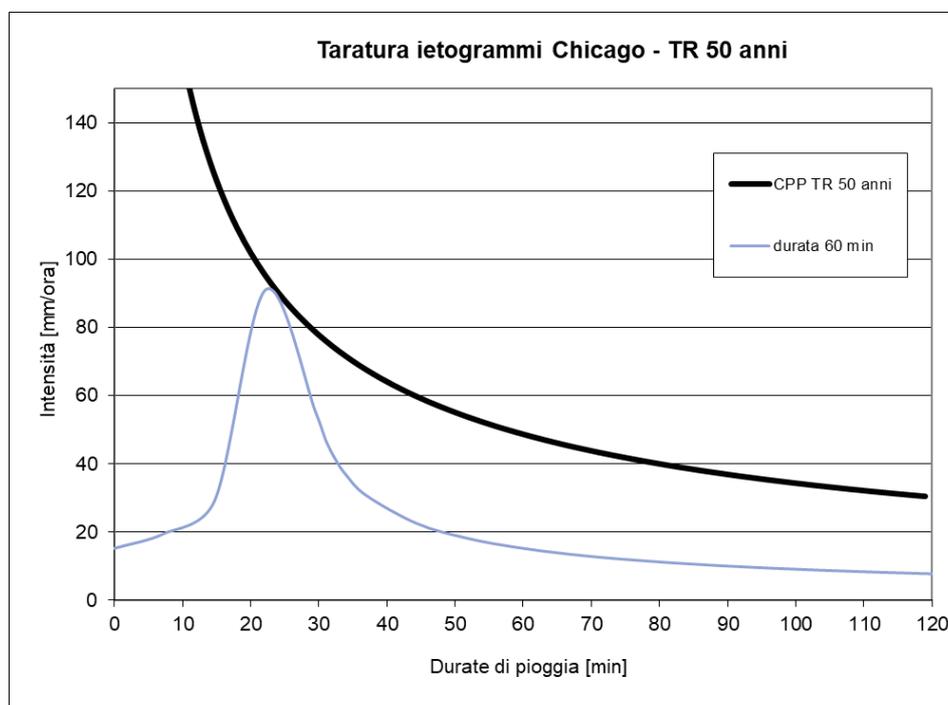
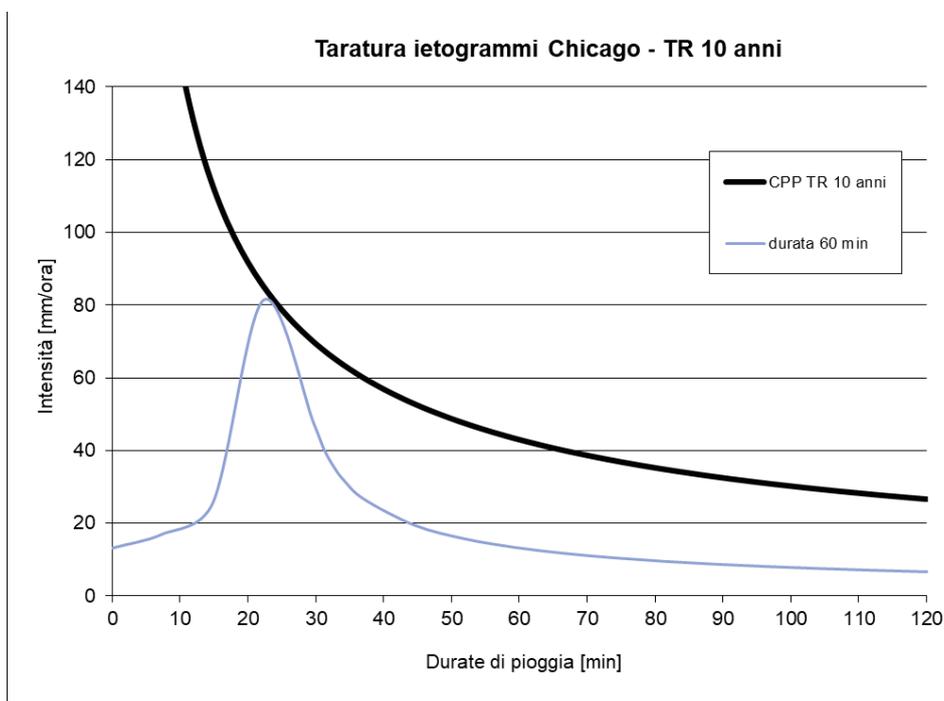
Tale correzione viene introdotta per bacini con estensione superiore al chilometro quadrato, Casatenovo ha un'estensione complessiva di circa 12.6 kmq da cui deriva un ARF di 0.905.

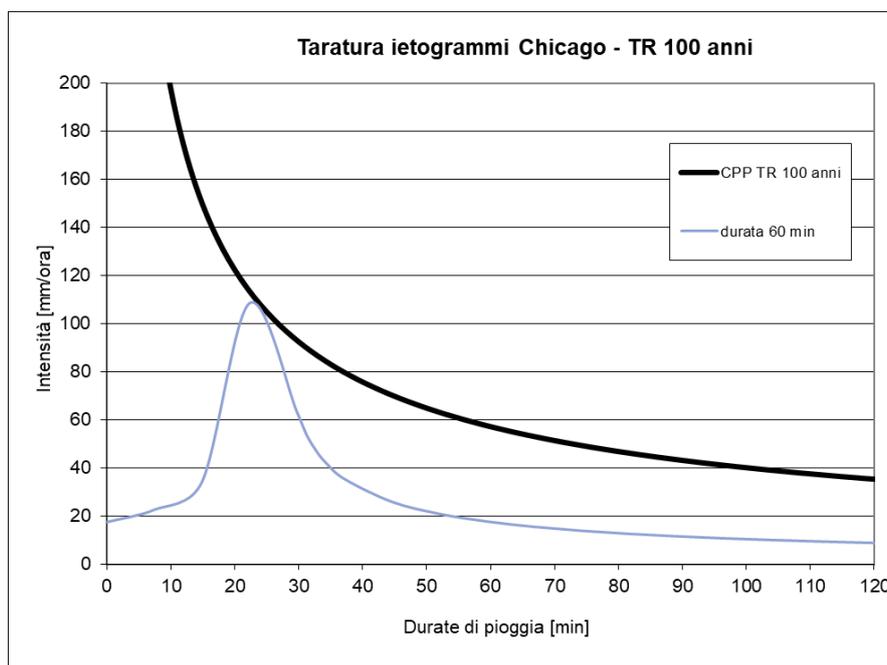
### 2.4.1. Eventi di riferimento (10, 50 e 100 anni)

I coefficienti dell'espressione generale classica della curva di possibilità pluviometrica ( $h = a \cdot t^n$ ) derivanti dalle LSPP opportunamente corrette risultano in definitiva pari a:

n	<b>0.308</b>		
Tr	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
a [mm/h]	<b>42.956</b>	<b>49.200</b>	<b>57.333</b>

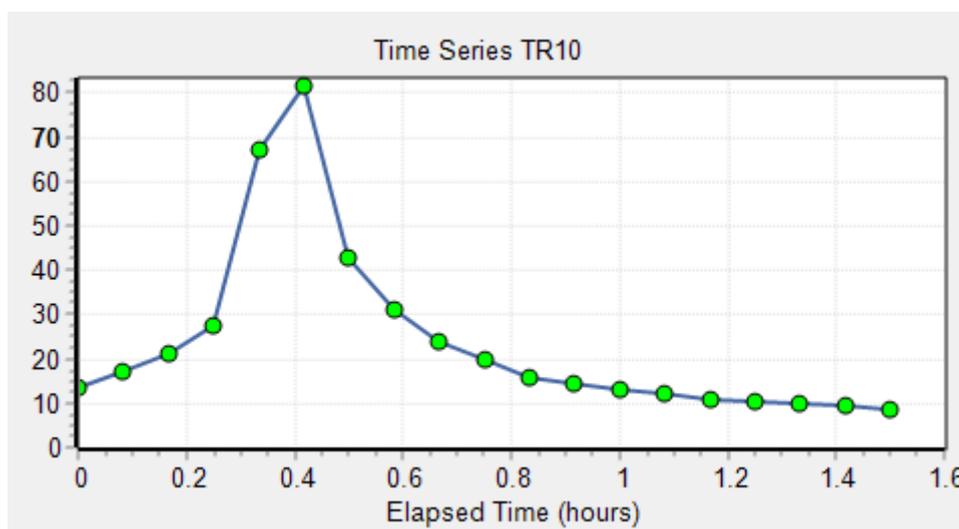
Gli ietogrammi Chicago di progetto calcolati per le durate di 60 minuti e diversi tempi di ritorno sono stati tarati sulle rispettive curve di possibilità pluviometrica e sono riportati nei diagrammi seguenti.

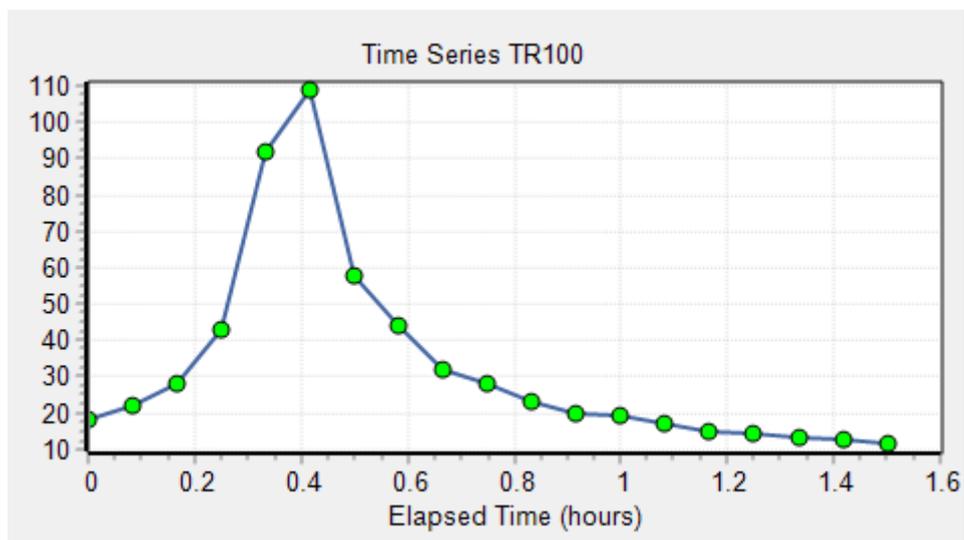
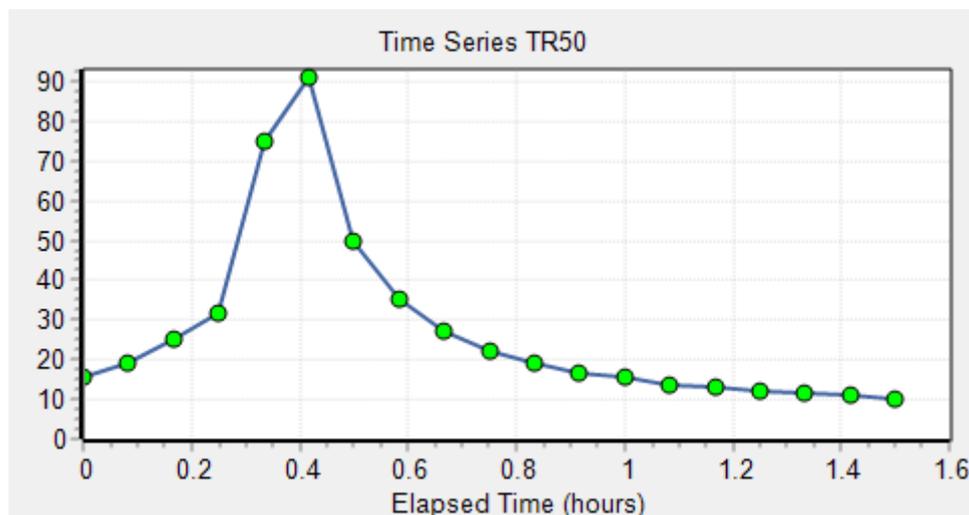




Diagrammi intensità/durata

All'interno del modello SWMM sono state introdotte quattro diverse "Time Series" che discretizzano a passo temporale di 5 minuti gli ietogrammi Chicago calcolati.





*Time Series delle intensità di pioggia inserite nel modello*

## 2.5. Studio generale del funzionamento della rete fognaria

### 2.5.1. Articolazione della rete ed individuazione dei ricettori

La rete fognaria di Casatenovo importata nel modello idrologico idraulico è costituita da:

- 1484 punti (pozzetti e manufatti);
- 1446 elementi di collegamento lineare (condotte) per un totale di circa 64 km di rete;
- 13240 bacini per un totale di circa 6.46 kmq con una percentuale media di aree impermeabili del 62%;
- 13000 abitanti;
- 35 sfioratori di piena.

La rete risulta prevalentemente mista, è distribuita sul territorio urbanizzato e convoglia prevalentemente le acque all'impianto di depurazione comunale di Lomagna.

Le reti di sole acque meteoriche sono presenti in limitate porzioni del territorio.

La rete idrica naturale presente sul territorio riceve le acque sfiorate dagli sfioratori di piena distribuiti su tutto il territorio e aventi geometrie articolate e sicuramente derivanti da una progettazione idraulica specifica.

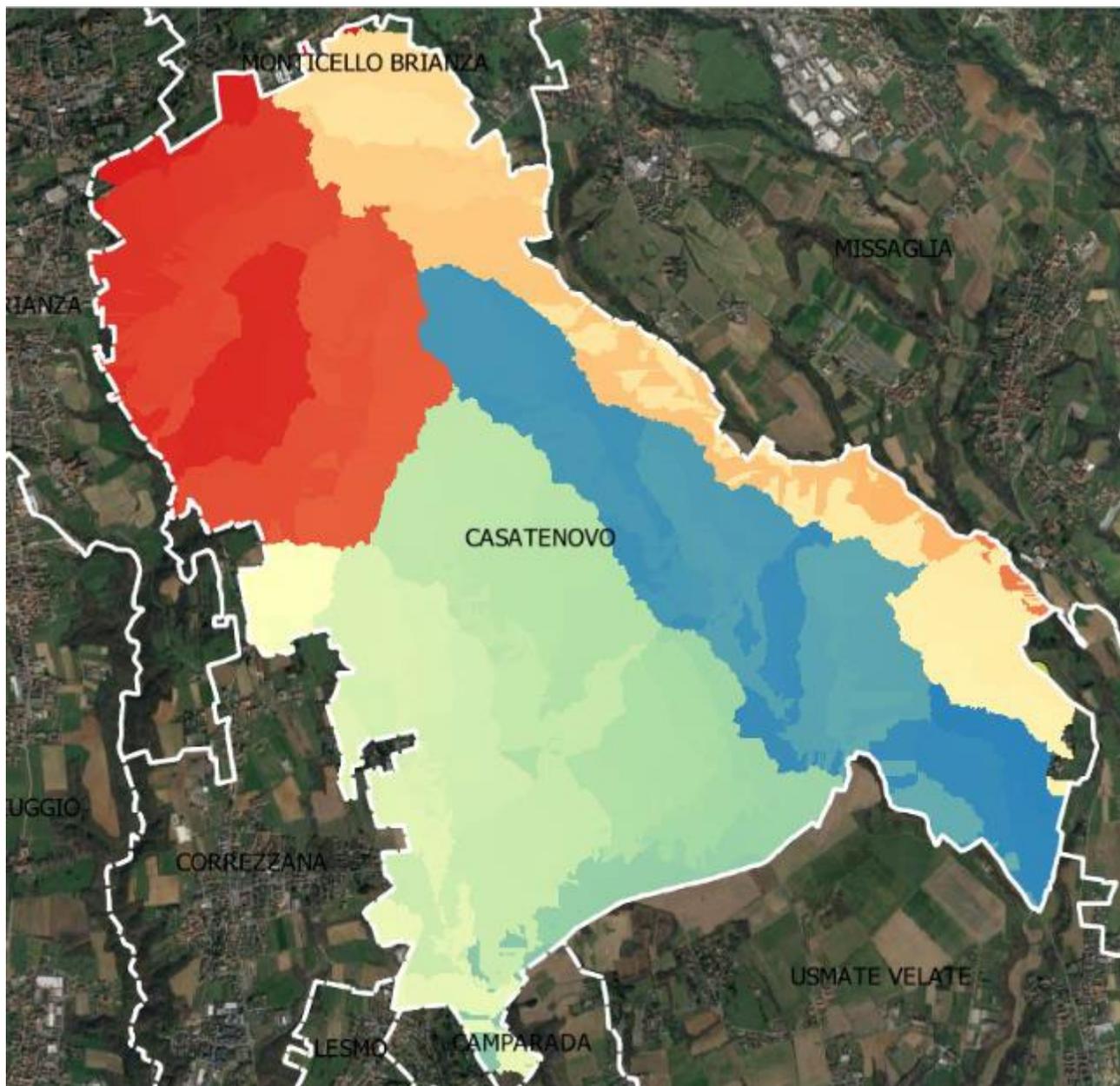
La rete fognaria complessiva è suddivisibile in zone tra loro indipendenti che scaricano separatamente nel reticolo idrico, nel collettore intercomunale o proseguono nelle reti dei comuni confinanti.

### 2.5.2. Individuazione dei bacini scolanti

Il modello di calcolo consente di specificare per ogni nodo della rete un bacino contribuente ovvero una porzione di territorio che ha come punto di scarico sia di acque nere che di acque piovane il pozzetto in questione.

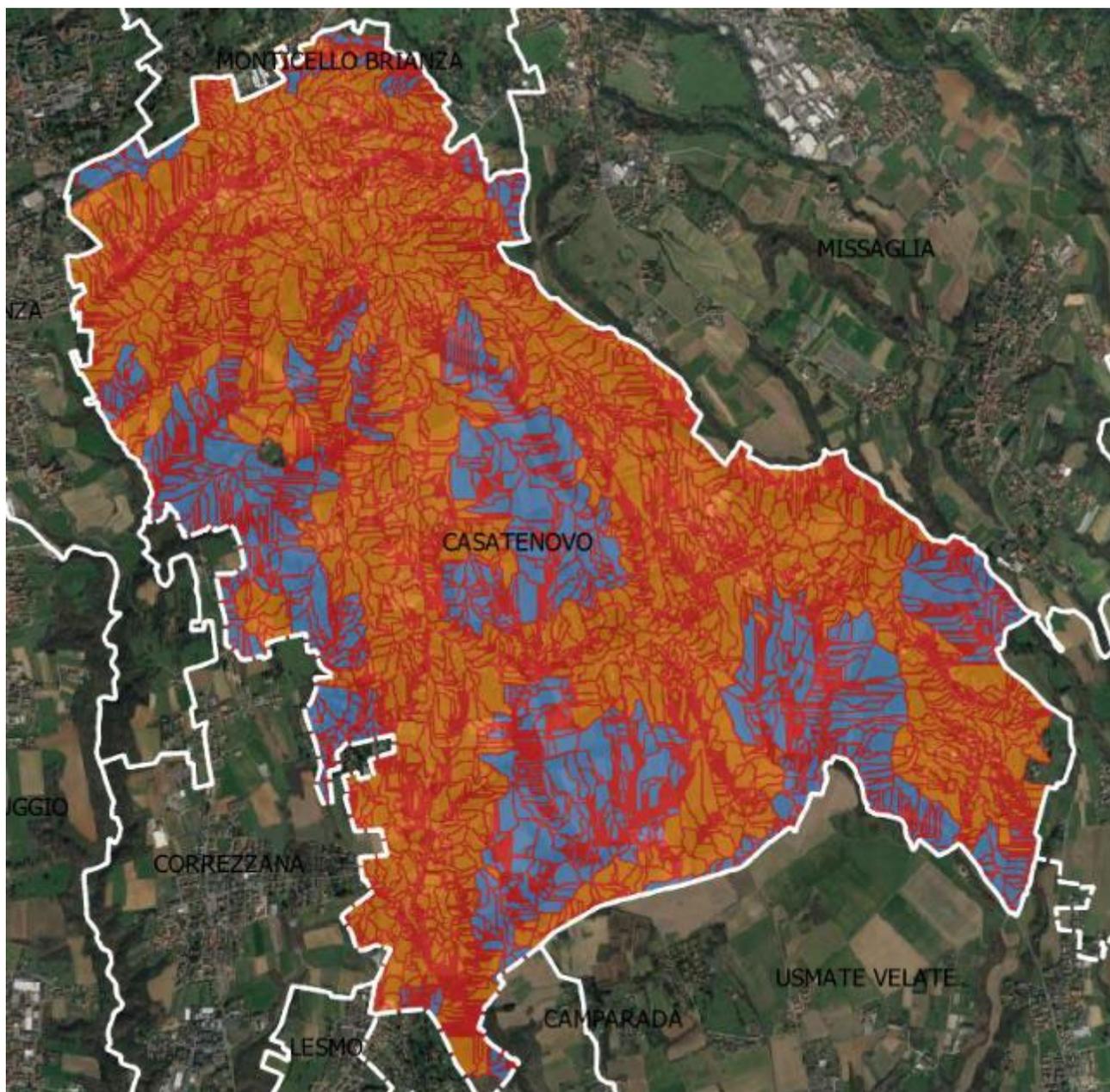
L'individuazione dei bacini contribuenti è stata effettuata in ambiente gis mediante operazioni di geoprocessing e calcolo raster.

In particolare è stata fatta una prima scrematura delle aree potenzialmente afferenti ai pozzetti delle reti fognarie basandosi sull'orografia del territorio.



*Delimitazione bacini con criterio topografico*

Le porzioni del territorio comunale defluenti verso le incisioni percorse dai reticoli idrici sono state eliminate.



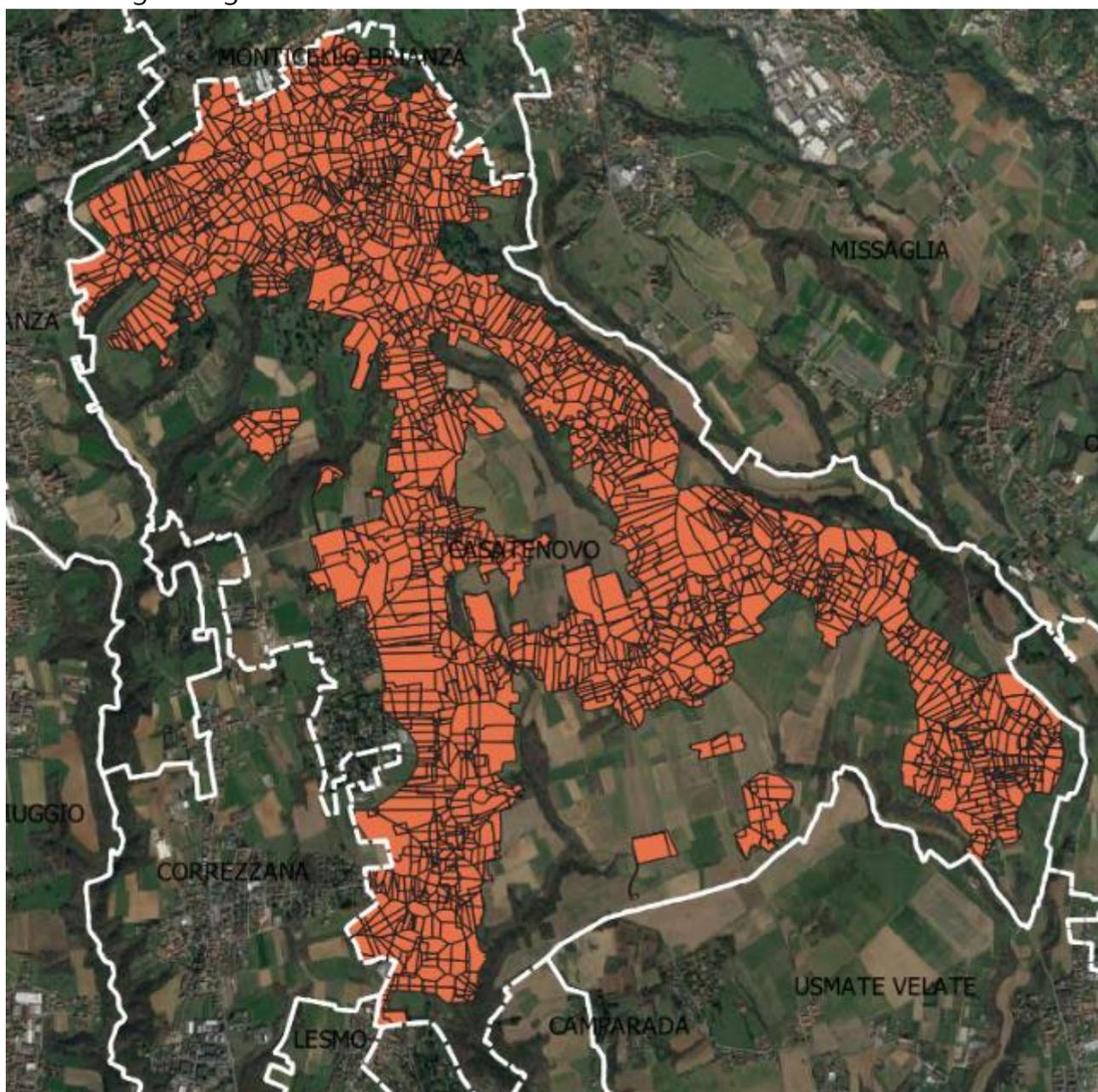
*Esclusione dei bacini non contribuenti per criterio topografico*

La prima scrematura dei bacini contribuenti è stata condivisa con il Comune di Casatenovo che, dopo aver fatto alcune osservazioni, ha invitato gli scriventi ad escludere le aree verdi non strettamente connesse al tessuto urbanizzato dalle porzioni di territorio drenate dalla rete fognaria.

Sono inoltre state escluse le aree urbanizzate in corrispondenza delle quali non c'era indicazione della presenza di rete fognaria nei rilievi di Lario Reti (es. zona dei pressi di

Correzzana). Le zone urbanizzate che, pur in assenza di rete rilevata, si trovano nei pressi di tracciati di tubazioni rilevate sono state a questi attribuiti.

In definitiva le aree contribuenti al deflusso fognario pari a circa 6.5 kmq sono riportate nell'immagine seguente.



*Porzioni di territorio afferenti alla rete fognaria*

Ogni bacino afferisce ad un pozzetto della rete fognaria. Per ognuno di essi sono state definite le seguenti grandezze:

- area;
- coefficiente di efflusso;
- pendenza media;
- larghezza di deflusso;
- numero di abitanti.

### 2.5.1.1. Area del singolo bacino

Per ogni pozzetto della rete fognaria oggetto di modellazione idraulica è stata individuata un'area all'interno della porzione di territorio isolata come indicato nel paragrafo precedente.

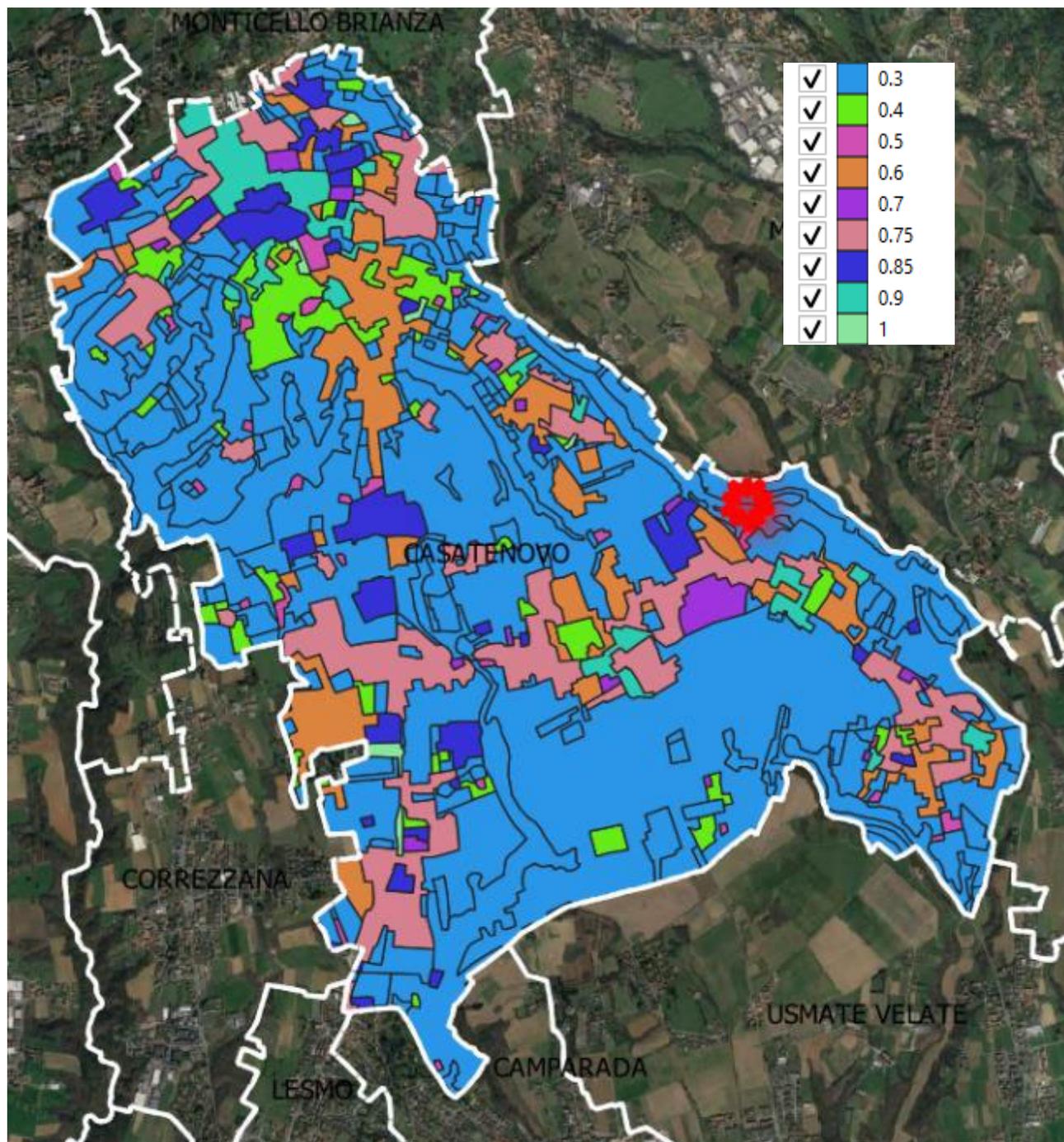
In ambiente gis sono stati generati i poligoni di Voronoi aventi come punto baricentrico il pozzetto della rete fognaria. In matematica, un diagramma di Voronoi consiste in un partizionamento del piano in n poligoni derivati da n punti principali, dove ciascun poligono contenga uno solo degli n punti principali e dove ogni altro punto del poligono sia più vicino al punto principale del poligono che a tutti gli altri punti principali. Il perimetro di ciascun poligono è a metà strada tra due punti principali.

L'estensione dell'area così individuata è stata calcolata in ambiente gis.

Ad ogni bacino è stato assegnato il nome del pozzetto in base al quale è stato generato il poligono di Voronoi con prefisso "BAC\_".

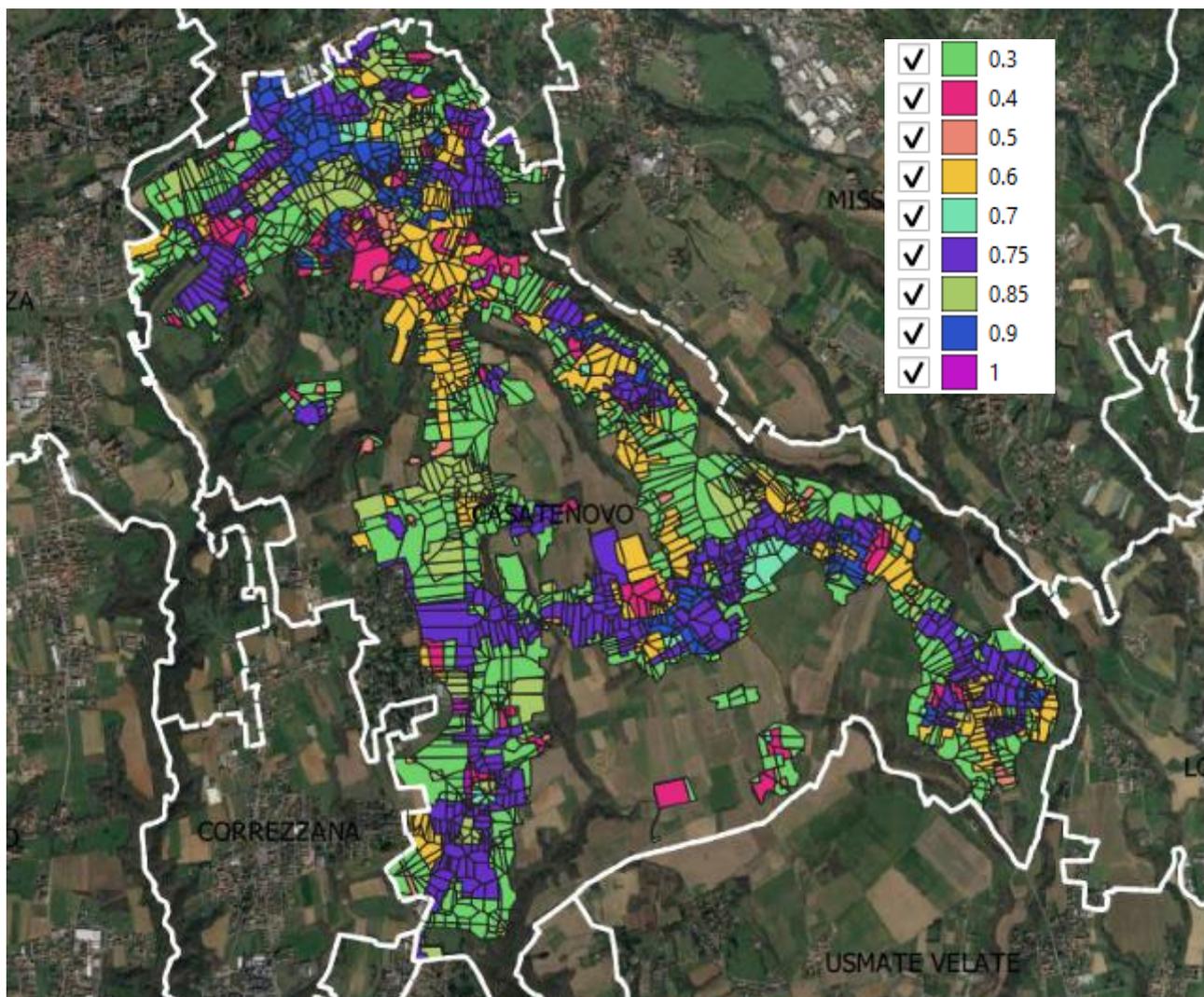
### 2.5.1.2. Coefficiente di deflusso

La banca dati regionale relativa alla destinazione d'uso del suolo DUSAF fornisce la mappatura del comune di Casatenovo suddivisa prevalentemente in aree residenziali, tessuto produttivo, tessuto industriale, insediamenti agricoli produttivi, impianti sportivi, parchi e giardini, aree verdi incolte, seminativi. Sulla base dei valori di letteratura sono stati assegnati alle singole tipologie di aree i corrispondenti coefficienti di deflusso.



*Coefficienti di deflusso assegnati in base al DUSAF*

Per ogni area di bacino individuata al paragrafo precedente sono state estratte le sottoaree suddivise per coefficiente di deflusso, ne è stata calcolata la media pesata sulle sottoaree ed è quindi stato individuato il coefficiente di deflusso medio ponderale per ogni bacino.



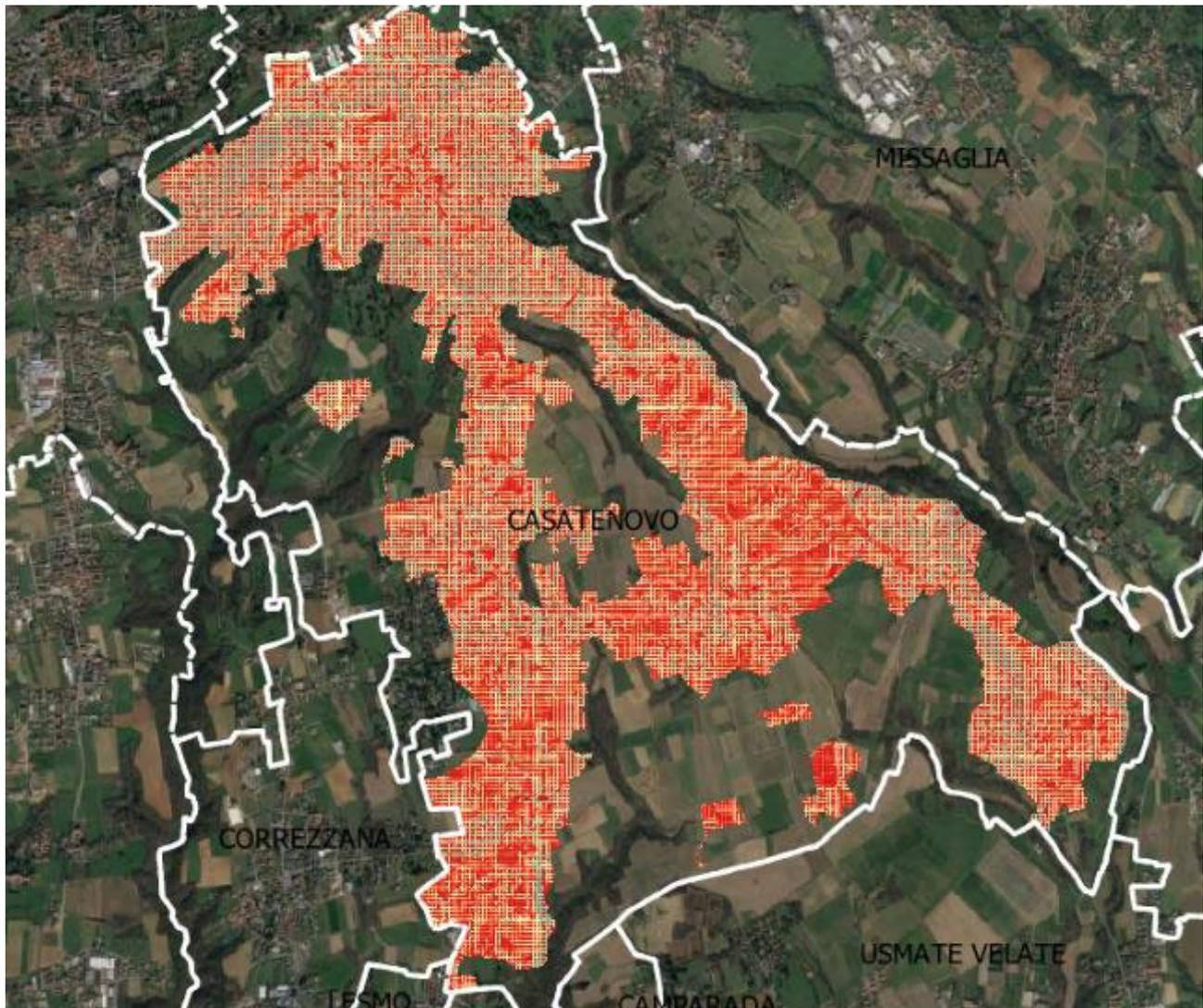
*Coefficienti di deflusso calcolati per ogni bacino*

Il modello SWMM necessita dell'inserimento della *%Imperv* ovvero della percentuale di area impermeabile del singolo bacino (coincidente con il coefficiente di deflusso), e della *%Zero Imperv* ovvero della percentuale dell'area impermeabile che non ha depressione, tipicamente le superfici dei tetti.

Speditivamente tale percentuale è stata stimata nel 40% per tutti i bacini.

## 2.5.1.3. Pendenza media

Attraverso un'analisi raster basata sul modello digitale del terreno del Ministero dell'Ambiente sono state calcolate le pendenze di ogni cella di mappatura del territorio di Casatenovo all'interno delle aree afferenti alla rete fognaria.



*Pendenze delle aree afferenti alla rete fognaria*

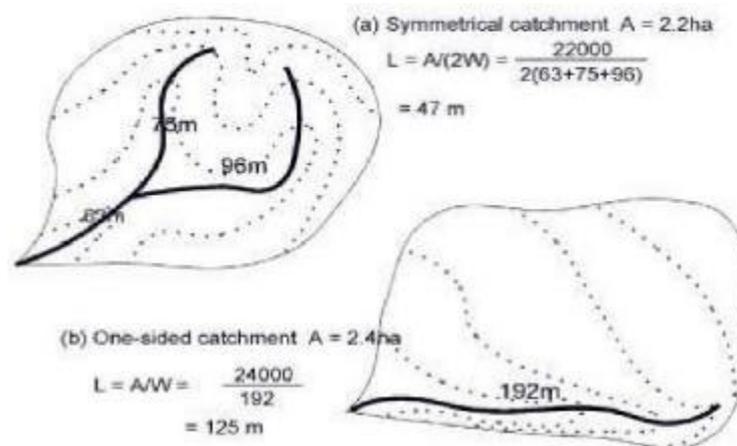
Mediante campionamento gis sono stati estratti i valori di pendenza sopra calcolati in corrispondenza di ogni pozzetto.

Tale pendenza è considerata la pendenza media del bacino afferente al pozzetto di campionamento del valore.

## 2.5.1.4. Larghezza di deflusso

Al fine di determinare la larghezza di deflusso del singolo bacino si è utilizzata una metodologia gis basata sulla definizione del "perimetro di delimitazione minimo orientato" applicato ai poligoni dei bacini.

Tale funzione geometrica individua il rettangolo rettangolo ruotato di area minima che copre ciascun bacino. La larghezza è stata utilizzata come larghezza di deflusso del bacino.

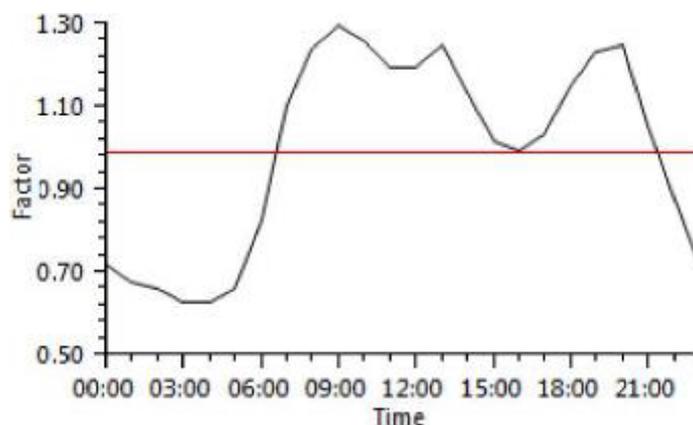


Significato della larghezza di deflusso

## 2.5.1.5. Numero di abitanti

Il numero di abitanti complessivo di Casatenovo, arrotondato per eccesso a 13.000, è stato suddiviso nei vari bacini, proporzionalmente alle aree degli stessi.

Il numero di abitanti del singolo bacino consente di calcolare la componente di acque nere DWI (Dry Weather Inflows) sulla base della dotazione idrica di 200 l/abgiorno tenendo conto di una curva giornaliera di consumo media come quella riportata nel diagramma seguente.

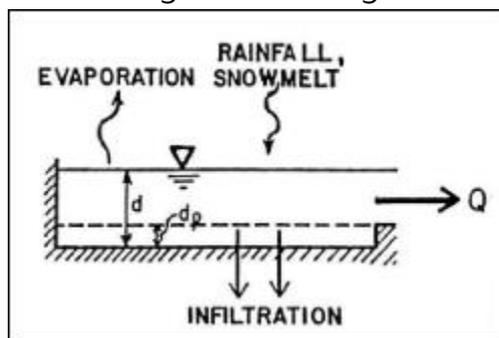


Curva di consumo media

### 2.5.3. Calcolo delle portate transistanti in rete - Trasformazione afflussi deflussi

Il deflusso superficiale è costituito da quella parte di precipitazione che scorre sulla superficie del terreno e si raccoglie successivamente nella rete di scolo; i fenomeni idrologici di infiltrazione, intercettazione e di accumulo nelle depressioni superficiali costituiscono di fatto delle perdite nelle simulazioni 'a evento singolo', le perdite che vengono sottratte all'afflusso meteorico totale, rappresentato dalla pioggia lorda, fornendo così la pioggia netta, ossia quella quota di precipitazione che contribuisce al deflusso superficiale.

Il deflusso superficiale, schematizzato dal programma SWMM, può essere concettualmente raffigurato dalla seguente immagine:



Ogni superficie dei sottobacini è trattata come un serbatoio non-lineare. Gli ingressi derivano dalle precipitazioni, dalle piogge e/o scioglimento delle nevi, le uscite sono

diverse e sono rappresentate dall'evaporazione, dall'infiltrazione e dal deflusso superficiale.

Il volume di questo serbatoio è rappresentato dalla massima capacità di immagazzinamento delle depressioni, ossia quel volume d'acqua intercettata da avvallamenti, sconnessioni delle superfici e ristagni.

L'altezza dell'acqua dei sottobacini è continuamente aggiornata nel corso del calcolo, risolvendo numericamente il bilancio d'acqua presente sul sottobacino.

L'infiltrazione è quel processo per cui le acque meteoriche cadute al suolo su aree permeabili penetrano attraverso la superficie del terreno per giungere negli strati inferiori del suolo.

SWMM offre tre possibilità di calcolo per l'infiltrazione:

- Equazioni di Horton
- Metodo di Green-Ampton
- Metodo Curve Number

Nel presente caso è stato prescelto il modello di Horton.

#### 2.5.4. Individuazione delle condizioni al contorno

Le reti fognarie di Casatenovo in parte provengono da zone esterne al territorio comunale e in parte proseguono verso i comuni limitrofi o scaricano nel reticolo idrico comunale.

Non avendo informazioni specifiche in merito si considerano:

- le tubazioni in ingresso al territorio comunale ai fini della modellazione come tubazioni vuote;
- le tubazioni in uscita dal comune come se terminassero con uno scarico in condizioni "free" ovvero libero;
- gli scarichi nel reticolo idrico come scarichi "free" ovvero liberi.

## 2.5.5. Elenco dei punti di recapito modellati della rete fognaria

Si riportano nel seguito le informazioni relative ai punti di recapito inseriti nel modello.

Nomenclatura	Indirizzo	Coordinata x**	Coordinata y**	Recapito	Gestore
2418	Fuori sede stradale	524928.79	5056507.25	RIM	LARIO RETI
20207	Via Giovenigo	523804.60	5059742.91	RIM	LARIO RETI
20216	Via Don Gnocchi	523285.91	5060195.25	RIM	LARIO RETI
20217	Fuori sede stradale	524792.82	5059877.93	RIM	LARIO RETI
20224	Fuori sede stradale	526238.04	5058115.12	RIM	LARIO RETI
20235	Via S.Pietro	524828.70	5058738.30	RIM	LARIO RETI
20257	Fuori sede stradale	523471.79	5060000.25	RIM	LARIO RETI
20261	Fuori sede stradale	523021.93	5059778.58	RIM	LARIO RETI
20291	Fuori sede stradale	527353.89	5057239.13	RIM	LARIO RETI
20292	Fuori sede stradale	527355.59	5057241.20	RIM	LARIO RETI
20293	Fuori sede stradale	527447.58	5057342.82	RIM	LARIO RETI
20336	Fuori sede stradale	524751.56	5061088.90	RIM	LARIO RETI
21114	Via S.Giuseppe	523676.66	5060591.07	Interruzione rete	LARIO RETI
21117	Via S.Francesco	524467.85	5058926.84	Interruzione rete	LARIO RETI
21120	Via Ugo Foscolo	525545.01	5059262.79	Interruzione rete	LARIO RETI
950145	Via non codificata	524427.37	5060899.38	Interruzione rete	LARIO RETI
953434	Fuori sede stradale	527519.48	5057369.45	RIM	LARIO RETI
1120030	Via non codificata	524823.24	5058863.73	RIM	LARIO RETI
1194309	Fuori sede stradale	525177.79	5058148.16	RIM	LARIO RETI
1197999	Fuori sede stradale	523818.48	5059846.08	RIM	LARIO RETI
1198153	Fuori sede stradale	526530.39	5059078.86	RIM	LARIO RETI
1198154	Fuori sede stradale	524926.27	5060619.25	RIM	LARIO RETI
1198155	Fuori sede stradale	526928.28	5058782.08	RIM	LARIO RETI
1198156	Fuori sede stradale	526465.43	5057701.94	RIM	LARIO RETI
1198157	Fuori sede stradale	525994.94	5058405.45	RIM	LARIO RETI
1198158	Fuori sede stradale	526656.94	5058342.01	RIM	LARIO RETI
1198159	Fuori sede stradale	523283.17	5060192.76	RIM	LARIO RETI
1198161	Fuori sede stradale	524890.91	5056995.90	RIM	LARIO RETI
1198162	Via Roma	524709.56	5058652.76	RIM	LARIO RETI
1198164	Fuori sede stradale	524432.84	5059483.63	RIM	LARIO RETI
1198165	Fuori sede stradale	524754.64	5059822.45	RIM	LARIO RETI
1198166	Fuori sede stradale	523993.06	5059187.50	RIM	LARIO RETI
1198167	Fuori sede stradale	523070.99	5060032.27	RIM	LARIO RETI

1198168	Fuori sede stradale	525893.40	5059497.92	RIM	LARIO RETI
1198169	Fuori sede stradale	526223.33	5058126.46	RIM	LARIO RETI
1200662	Fuori sede stradale	523415.97	5060328.13	Interruzione rete	LARIO RETI
1204321	Via De Gasperi	524742.11	5057887.44	Interruzione rete	LARIO RETI
1442088	Via Don Gnocchi	523158.21	5060315.91	Interruzione rete	LARIO RETI
1272BIS	Fuori sede stradale	524891.07	5056997.88	RIM	LARIO RETI
1210056_OUTF ALL	Via della Misericordia			RIM	Inserito per necessità di calcolo a seguito di geometria della rete
1368802BIS	Fuori sede stradale			RIM	Inserito per necessità di calcolo per proseguimento rete fuori tratta competenza studio

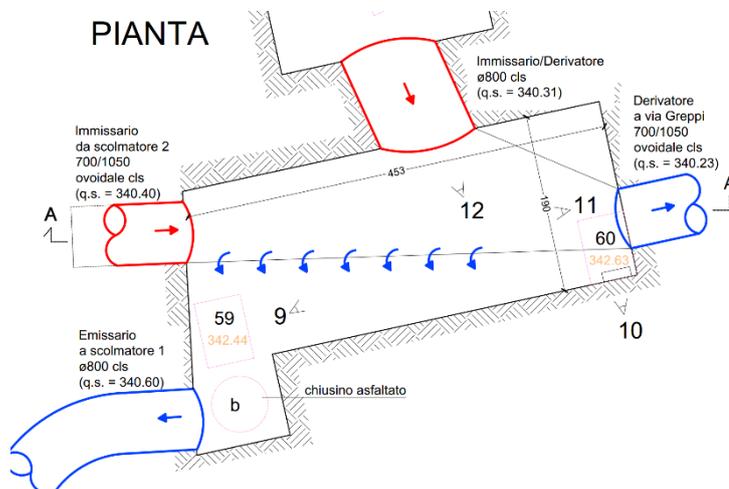
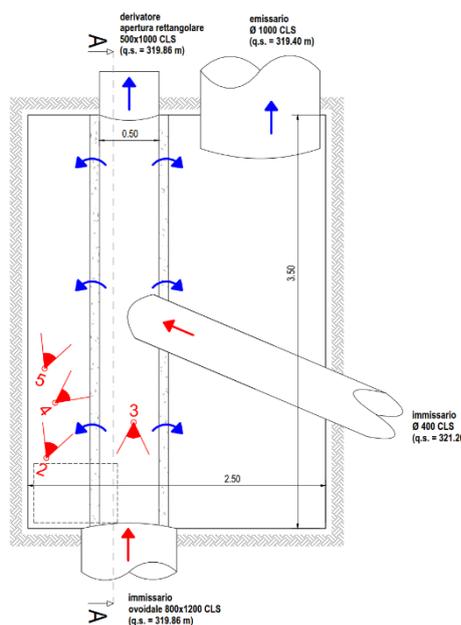
\*\*Le coordinate derivano da GIS

### 2.5.6. Elenco degli sfioratori della rete fognaria

La rete fognaria di Casatenovo è caratterizzata dalla presenza di numerosi sfioratori di piena diffusi su tutto il territorio e connessi ai reticoli idrici.

Le tipologie dei manufatti sono varie così come i tipi di funzionamento a salto di fondo, a sfioratore laterale, con paratoia limitatrice di portata.

Nella banca dati webgis è stato possibile reperire le tavole del rilievo geometrico dei manufatti di quasi tutti i pozzetti.



*Esempi di differenti geometrie dei manufatti di sfioro*

Le informazioni ricavate dalle tavole grafiche dei manufatti risultano essere più complete dei dati presenti nei file gis del rilievo geometrico della rete. Il modello geometrico all'interno di SWMM è quindi stato integrato delle informazioni puntuali reperite. In alcune situazioni complesse sono state aggiunte tratte fognarie non presenti nel rilievo (nei pressi dello sfioratore 1210055 e 1210056) con nomenclatura "xxx\_DAWEBGIS".

Si riporta nel seguito l'elenco degli sfioratori derivante dal file geometrico della rete.

Criticità puntuale	Nomenclatura	Indirizzo	Recapito
Pt34	1210069	Via San Giovanni Bosco	Corpo Idrico Superficiale
Pt43	1208156	Via San Gaetano	Corpo Idrico Superficiale
Pt18	1210052	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt19	1210053	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt20	1210054	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt21	1210055	Piazza Don G. Sala	Corpo Idrico Superficiale
Pt22	1210056	Via della Misericordia	Corpo Idrico Superficiale
Pt23	1210057	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt24	1210058	Via Stoppani	Corpo Idrico Superficiale
Pt25	1210059	Via Madonnina	Corpo Idrico Superficiale
Pt46	1210060	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt26	1210061	Via Galileo Galilei	Corpo Idrico Superficiale
Pt27	1210062	Via Galileo Galilei	Corpo Idrico Superficiale
Pt28	1210063	Via del Fabbro	Corpo Idrico Superficiale
Pt29	1210064	Via San Gaetano	Corpo Idrico Superficiale
Pt30	1210065	Via San Gaetano	Corpo Idrico Superficiale
Pt31	1210066	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt32	1210067	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt33	1210068	VIA NON CODIFICATA	Corpo Idrico Superficiale
Pt34	1210069	Via San Giovanni Bosco	Corpo Idrico Superficiale
Pt35	1210070	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt36	1210071	Via Alcide De Gasperi	Corpo Idrico Superficiale
Pt37	1210073	Via Roma	Corpo Idrico Superficiale

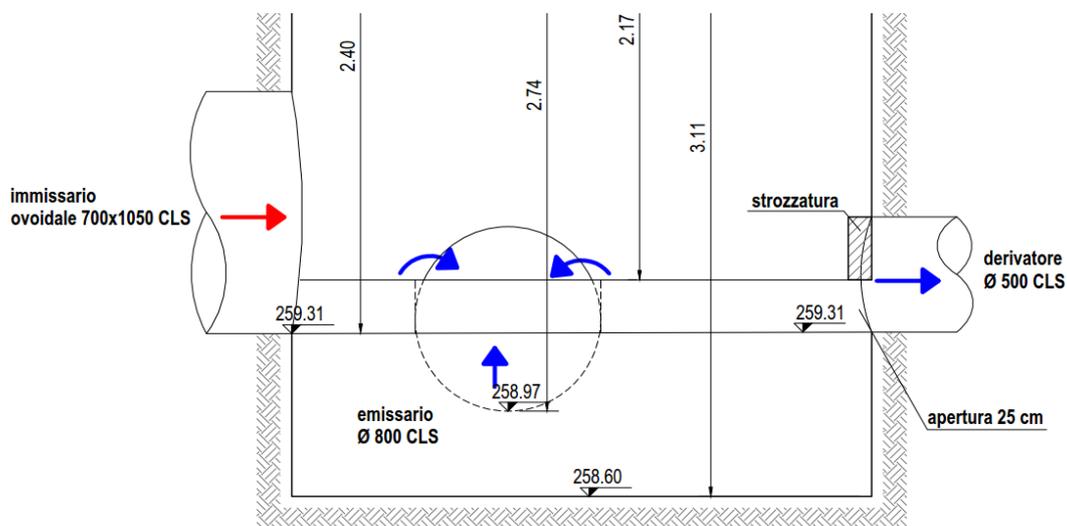
Criticità puntuale	Nomenclatura	Indirizzo	Recapito
Pt38	1210074	Via Roma	Corpo Idrico Superficiale
Pt39	1210075	Via Roma	Corpo Idrico Superficiale
Pt40	1210076	Via Cascina Crotta	Corpo Idrico Superficiale
Pt41	1210077	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt42	1210176	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt44	1210245	Via Leone XIII	Corpo Idrico Superficiale
Pt45	1210267	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt16	1211257	Via Don Gnocchi	Corpo Idrico Superficiale
Pt17	1211258	Via Don Gnocchi	Corpo Idrico Superficiale
Pt03	1211259	FUORI AMBITO STRADALE	Corpo Idrico Superficiale
Pt14	1212951	Via Alcide De Gasperi	
Pt15	1213414	Via Modromeno	Corpo Idrico Superficiale

I manufatti evidenziati in grigio non sono stati inseriti nel modello in quanto:

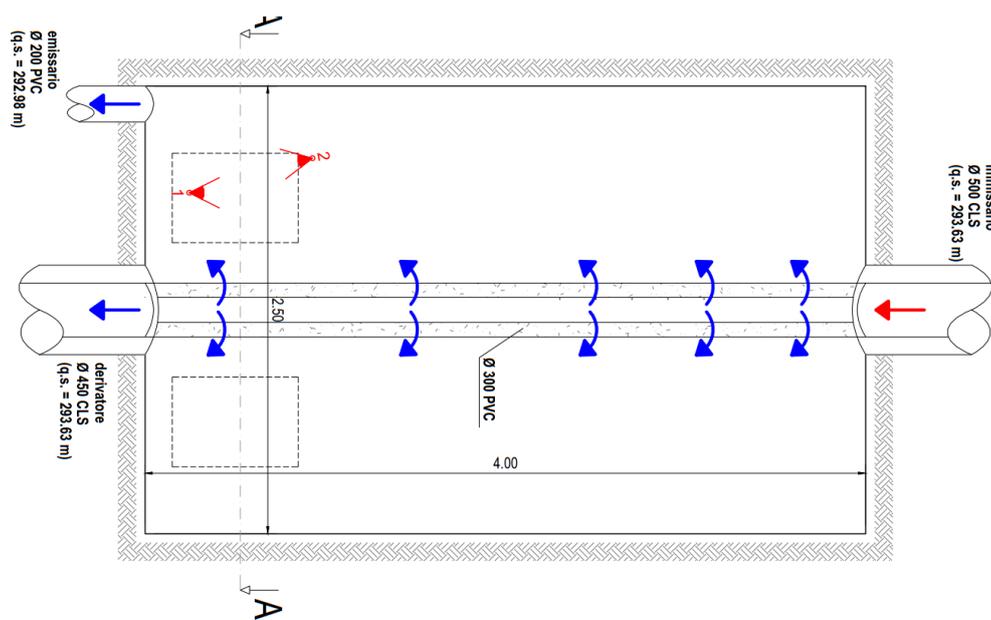
- 1210176 è ubicato ai limiti del territorio comunale su una linea proveniente dal comune di Missaglia e quindi, per il calcolo effettuato, vuota. La presenza del manufatto non darebbe quindi alcun contributo al calcolo effettuato, nel modello è stata cancellata la tratta di scarico e lo sfioratore stesso;
- 1212951 e 1213414: in webgis non sono presenti tavole grafiche, nel modello i manufatti sono semplici camerette di incrocio delle tubazioni.

Il funzionamento degli sfioratori presenti nella rete è complesso e il calcolo idraulico ne semplifica la dinamica introducendo delle approssimazioni.

In particolare allo sfioratore 1210071 e 1210073 è stato assegnato un coefficiente di deflusso maggiorato pari a 1.84 rispetto allo standard di 1.7 per tener conto della strozzatura presente in uscita al 1210071 e per l'elevata doppia lunghezza di sfioro del 1210073.



Sfiatore 1210071



Sfiatore 1210073

### 2.5.1. Taratura del modello

I modelli matematici di calcolo idrologico e idraulico contengono implicitamente degli errori dovuti ai parametri di calcolo utilizzati, alle formule idrauliche che semplificano la reale dinamica idraulica e ai coefficienti di deflusso stimati.

Le misure di portata nelle condotte, unitamente a dati di pioggia rilevati nel medesimo intervallo temporale, permettono di fare una taratura dei parametri utilizzati e quindi ottenere un modello di trasformazione afflussi-deflussi maggiormente rappresentativo della realtà.

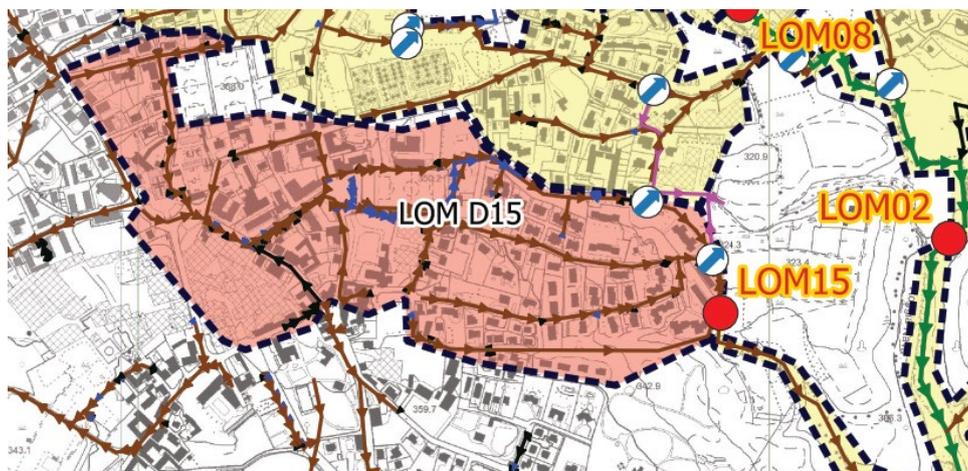
La corretta distribuzione dei punti di misura e dei pluviometri consentirebbe quindi di tarare il modello aumentandone notevolmente l'affidabilità dei risultati del calcolo idraulico.

Lario Reti Holding dal 2021 ha in corso una campagna di monitoraggio delle reti afferenti al depuratore di Lomagna basata su 19 punti di misura della portata e 6 pluviometri. L'obiettivo del monitoraggio riguarda quindi un bacino che solo parzialmente interessa Casatenovo.

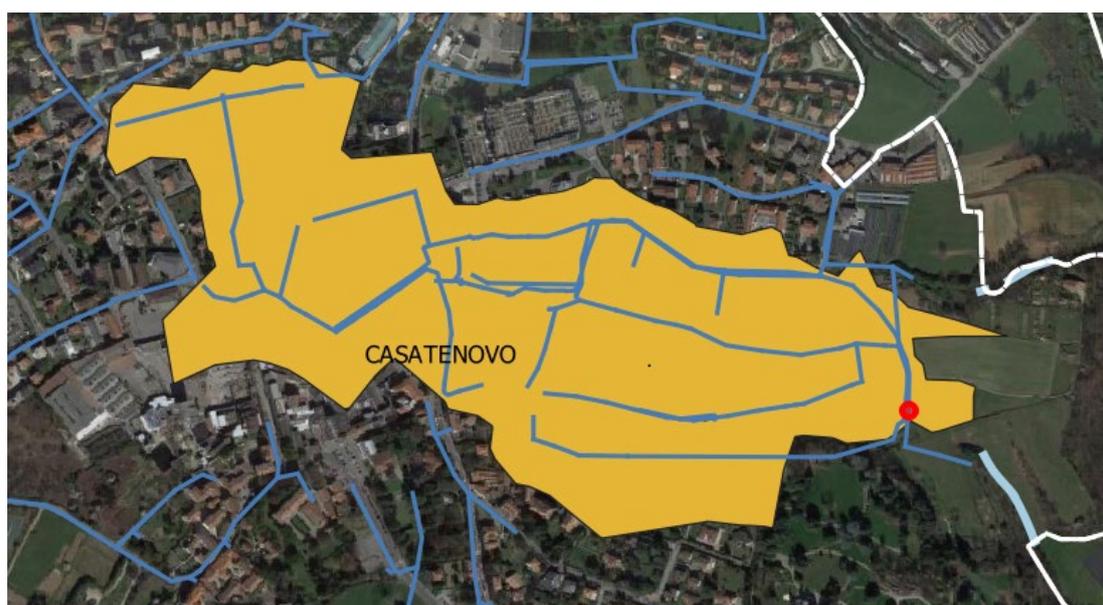
Gli esiti del monitoraggio sono riportati nel documento "*Servizio di redazione di piani fognari: rilievi, modellazione e indicazione degli interventi di riqualificazione*" del dicembre 2021. In comune di Casatenovo è indicato un pluviometro (PLV\_LOM03) e un punto di misura (LOM15) coincidente con il pozzetto 935670 nei pressi di via Colombina e via Leone XIII.

L'altro punto di misura attribuito a Casatenovo in realtà è in comune di Monticello Brianza/Missaglia.



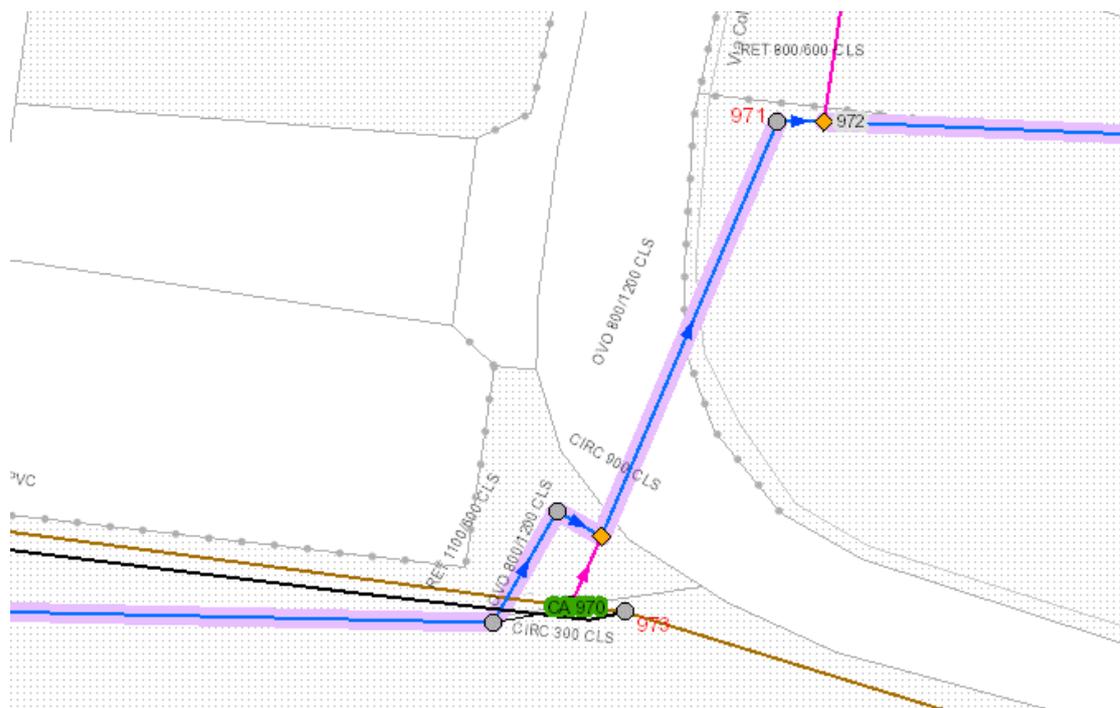


*Distretto LOM D15 da relazione di monitoraggio*



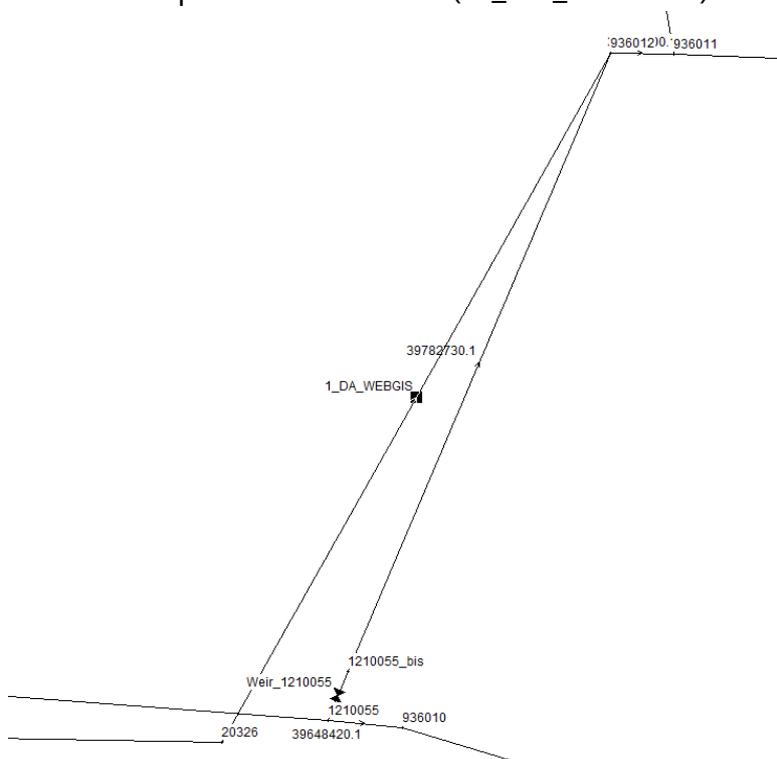
*Distretto LOM D15 da geometria della rete rilevata*

- analizzando le informazioni riportate su webgis appare che una rete che drena parte dell'area del distretto in realtà bypassa lo sfiorate e prosegue verso nord, di fatto drenando parte dell'area in altra rete;



WEBGIS - Collegamento pozzetto 20326 (non indicato numero in webgis) alla rete del 936012 (971 di webgis)

Di quest'ultimo aspetto se ne è tenuto conto nella modellazione idraulica della rete aggiungendo la tratta non riportata nel rilievo ("1\_DA\_WEBGIS").



SWMM – Schematizzazione rete nell'intorno dello sfioratore 1210055

L'evento utile tra quelli indicati dal monitoraggio per la taratura potrebbe essere quello del 04/10/2021 quando è stata registrata un'intensità massima di 12.2 mm/h e si sono misurati in rete un massimo di 269.1l/s.

L'intensità massima è decisamente inferiore a quelle da utilizzarsi nel presente studio, sicuramente riconducibile ad eventi di pioggia ordinari con tempo di ritorno inferiore all'anno.

La natura del bacino considerato, completamente urbanizzato e quindi con un coefficiente di deflusso elevato e di dimensioni limitate rispetto a tutto il territorio di Casatenovo, non risulta rappresentativo di una situazione media dei bacini oggetto di modellazione.

Stante la ridottissima intensità, la presenza degli sfioratori immediatamente a monte, le caratteristiche dell'area del bacino sotteso si ritiene che le misure a disposizione non consentano di poter effettuare la taratura del modello afflussi – deflussi per l'intero territorio comunale di Casatenovo.

La finalità del presente studio richiederebbe più punti di misura, a monte degli sfioratori, distribuiti su porzioni di territorio con caratteristiche di destinazione d'uso e pendenze disomogenee.

Le finalità del monitoraggio in corso sono troppo differenti da quanto sarebbe necessario per il presente studio.

Nel calcolo idraulico si sono quindi mantenuti i coefficienti di deflusso e i parametri di calcolo stimati con le metodologie illustrate nei paragrafi precedenti.

### 3. Calcolo degli scenari di criticità

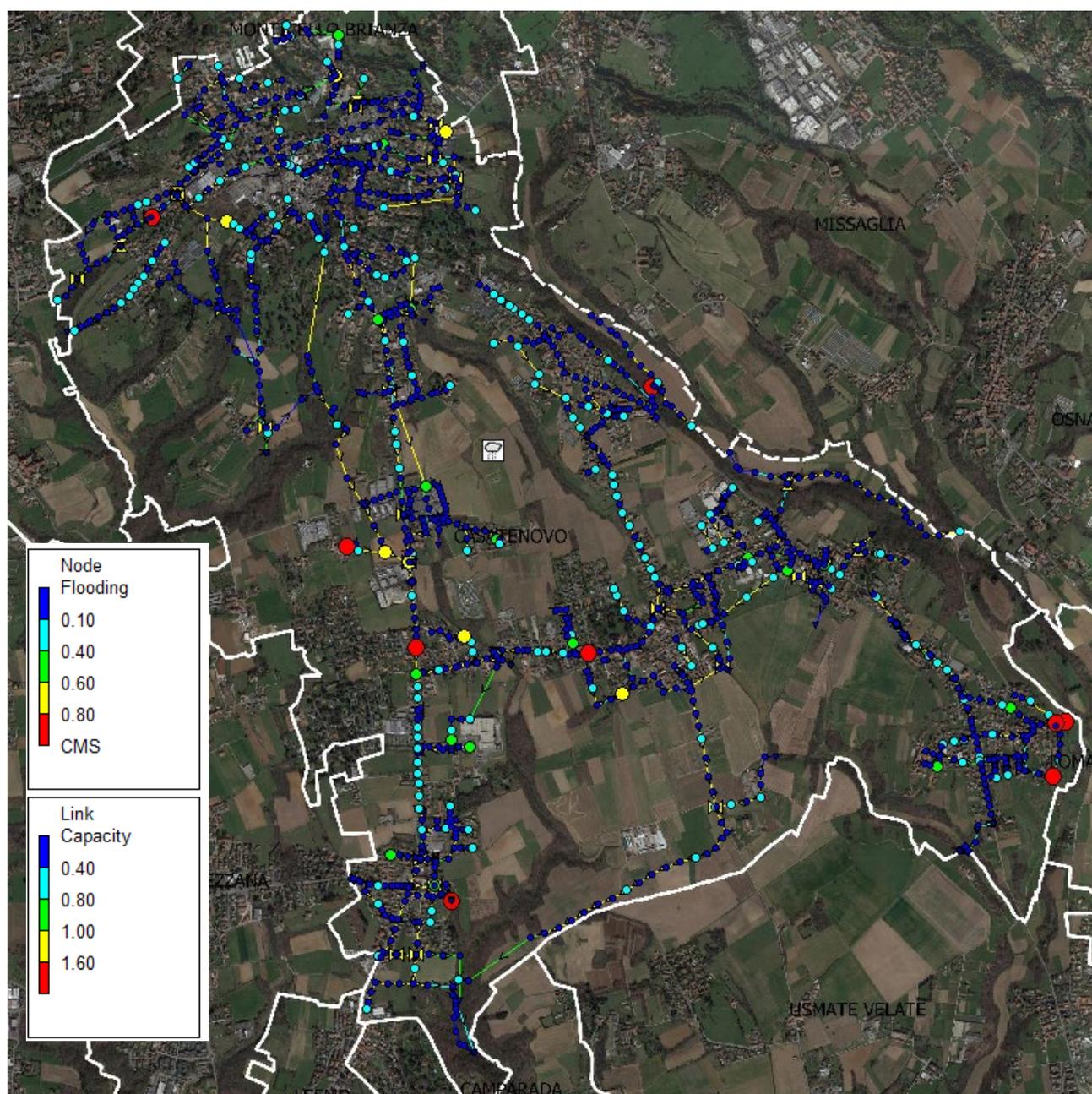
I risultati delle simulazioni sono ovviamente condizionati dalle assunzioni di calcolo descritte nei paragrafi precedenti.

Le modellazioni idrauliche condotte hanno permesso di individuare le seguenti criticità:

- già il tempo di ritorno di 10 anni sollecita fortemente la rete e si individuano zone dove c'è fuoriuscita di acque di piena dai pozzetti;
- nonostante il pesante lavoro di editing dei dati topografici incompleti risultano ancora presenti tratte isolate, tratte con forti contropendenze, zone senza rete. Al fine di migliorare l'affidabilità del modello si ritiene necessario una rivisitazione dei dati geometrici forniti;
- le problematiche individuate per tempo di ritorno di 10 anni si acquiscono per i tempi di ritorno superiori senza tuttavia stravolgere gli scenari risultanti grazie al funzionamento dei numerosi sfioratori di piena;
- alcuni pozzetti appaiono in esondazione per il fatto che sugli stessi è applicato un bacino contribuente ampio dovuto all'assenza di rete fognaria rilevata (es. via S. Francesco d'Assisi, via S. Gaetano direzione nord sud applicata al pozzetto 930560);
- alcuni pozzetti appaiono in esondazione perché posizionati su punti di minimo della rete dove in realtà ci dovrebbe essere uno scarico o una connessione con altre reti non rilevate (es. via della Resistenza in direzione Lomagna). Anche in questi casi un approfondimento topografico risulta doveroso;
- in generale i pozzetti di confluenza e i manufatti di sfioro risultano essere punti critici da tenere sotto controllo.

## 2.6. Sintesi dei risultati per tempo di ritorno di 10 anni

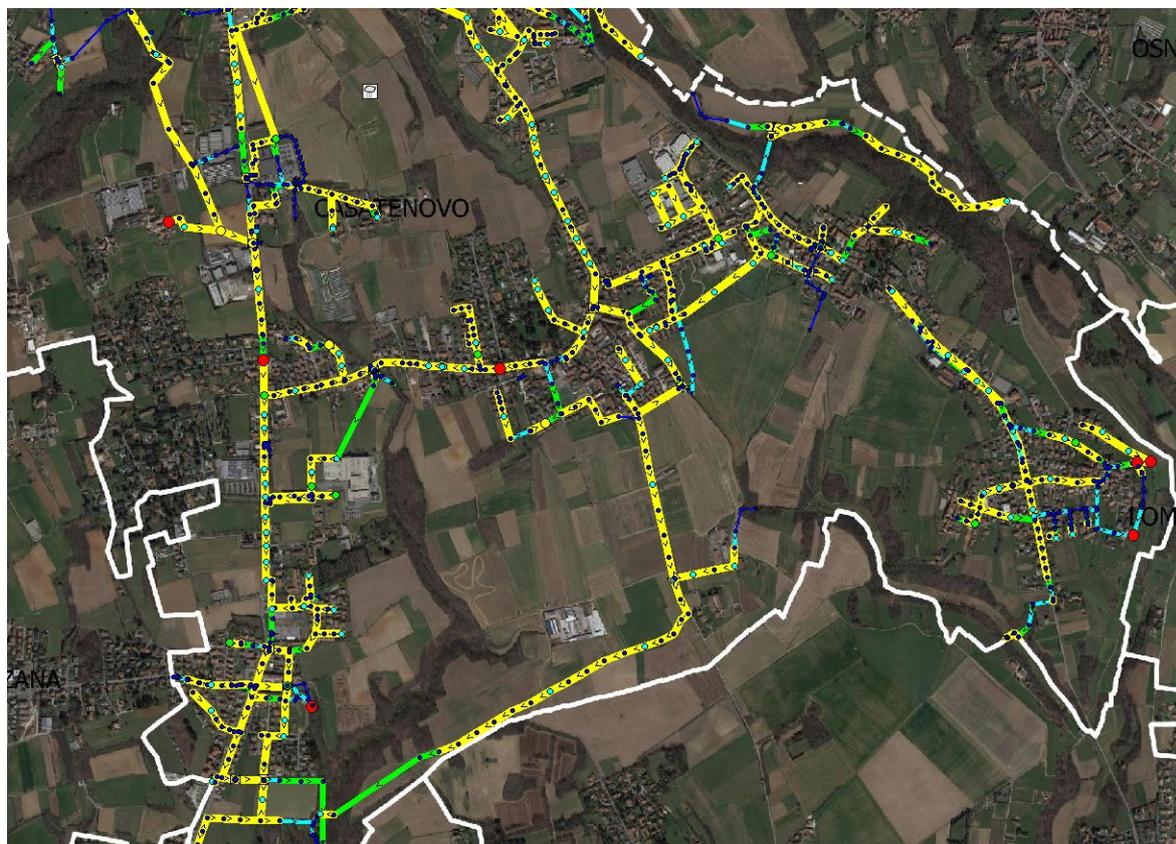
Per tempo di ritorno di 10 anni circa il 70% delle reti cittadine funziona in pressione tuttavia i pozzetti con esondazioni critiche appaiono limitati.



*Tempo di ritorno 10 anni – Funzionamento della rete con evidenza pozzetti in esondazione*



*Tempo di ritorno 10 anni – Tratte in pressione nel centro cittadino*



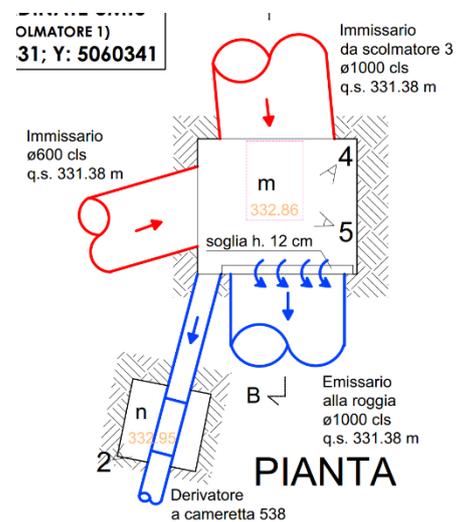
*Tempo di ritorno 10 anni – Tratte in pressione zona sud*

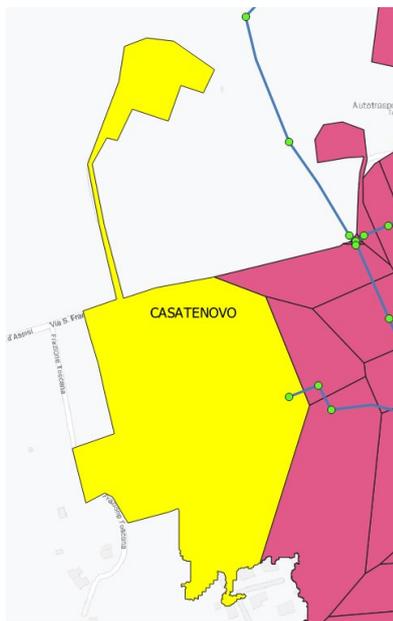
Nonostante l'impegnativa attività di editing dei dati geometrici la modellazione idraulica evidenzia la presenza di numerose tratte a pendenza nulla, a pendenza eccessivamente elevata e pozzetti con affondamenti improbabili. Il calcolo idraulico è evidentemente fortemente condizionato dalla poca affidabilità dei dati geometrici a disposizione,

Nel dettaglio si elencano nel seguito le criticità evidenziate dal calcolo idraulico con indicazione della nomenclatura di riferimento utilizzata nei file shape e sulle tavole grafiche a corredo del presente studio.

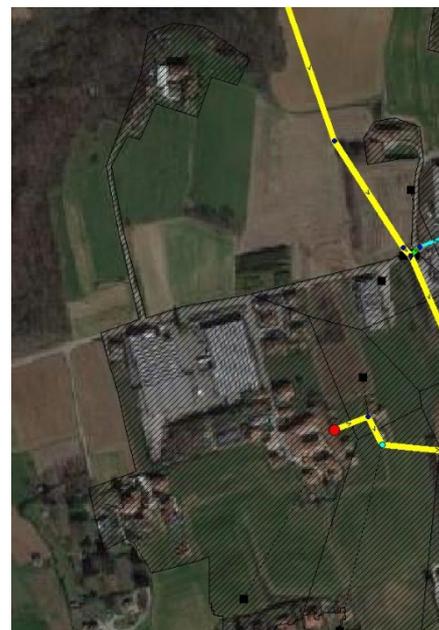
Nella zona verde a est di via Enrico Fermi e a sud di via Don Gnocchi lo sfioratore al pozzetto n. 1211259 ha funzionamento in pressione con esondazione di circa 800 l/s nel momento di picco dell'evento, seppur per una durata limitata. Il rilievo geometrico della rete non indica la presenza di un immissario diam. 600 mm come invece risulta da webgis. La geometria simulata è quella di rilievo: dalla tubazione DN1000 provengono 1100 l/s, attraverso la soglia vanno al reticolo idrico 380 l/s mentre in rete la tubazione dn 200 non è ovviamente in grado di convogliare la restante parte di acque che permangono in rete.

Il pozzetto funziona quindi in pressione. (Pt03)





In zona Gamella, il pozzetto 930995 al termine di via S. Francesco d'Assisi risulta in pressione con esondazione di circa 1300 l/s. Tale risultato è da ascrivere alla carenza di informazioni geometriche della rete fognaria nelle zone limitrofe per cui in detto pozzetto confluisce un'area molto ampia. (Pt04)



*Problematica Pt04 – Individuazione planimetrica*

In zona Campofioreno, nei pressi dell'incrocio di via S. Luigi – via S. Eurosia le linee fognarie della zona hanno una connessione con il reticolo idrico superficiale, in particolare con la Molgora. Il rilievo geometrico della rete indica un unico punto di scarico al pozzetto 1198161 tuttavia i pozzetti 1272 e 20229 sembrano essere punti terminali delle reti di monte ma sono indicati come semplici camerette. La simulazione idraulica mette in luce il progressivo caricamento del pozzetto 20229 fino all'esondazione di circa 1200 l/s. (Pt05)

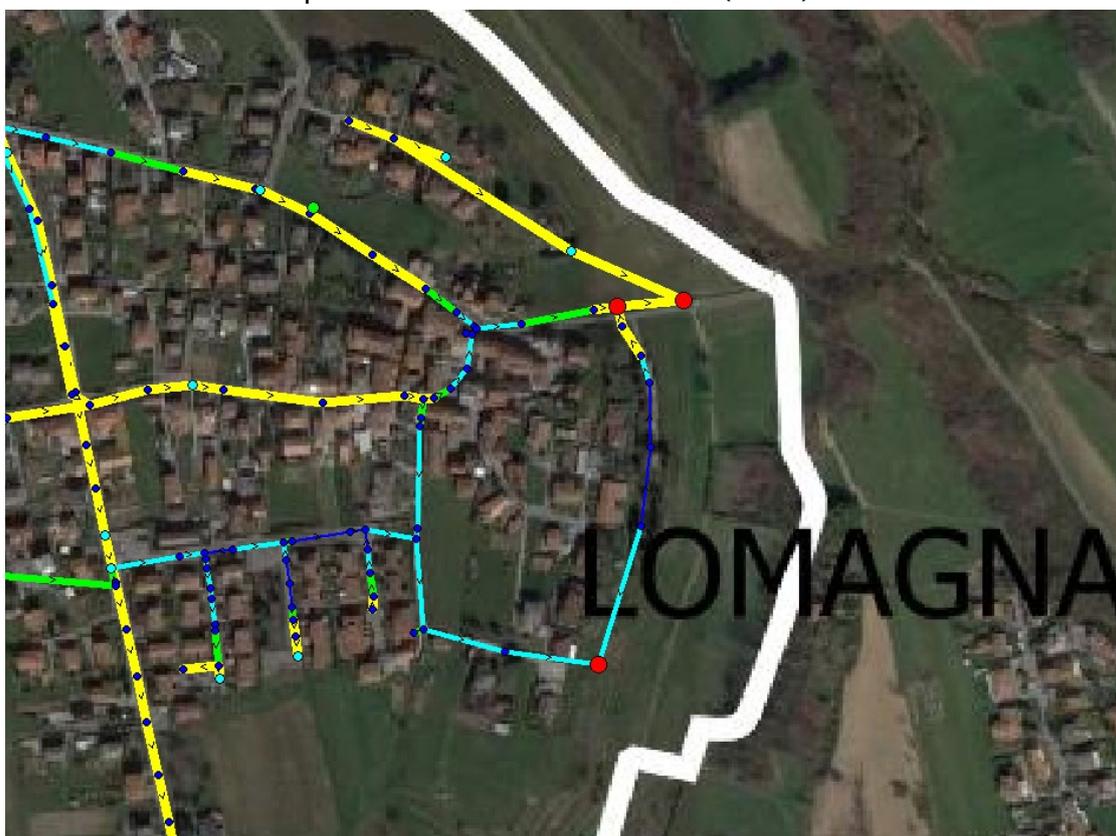


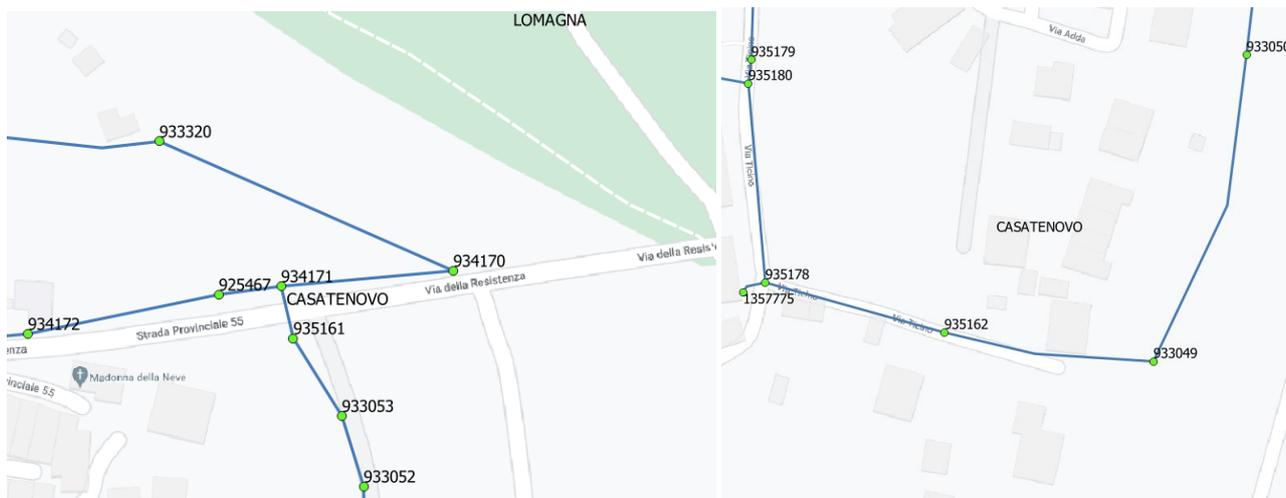
*Problematica Pt05 – Individuazione planimetrica*



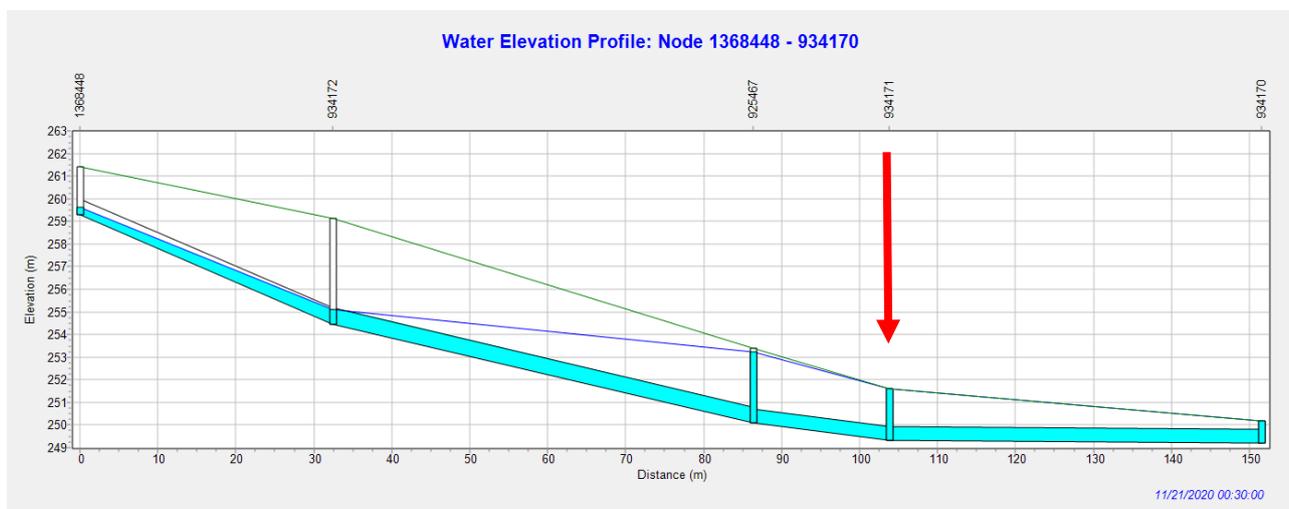
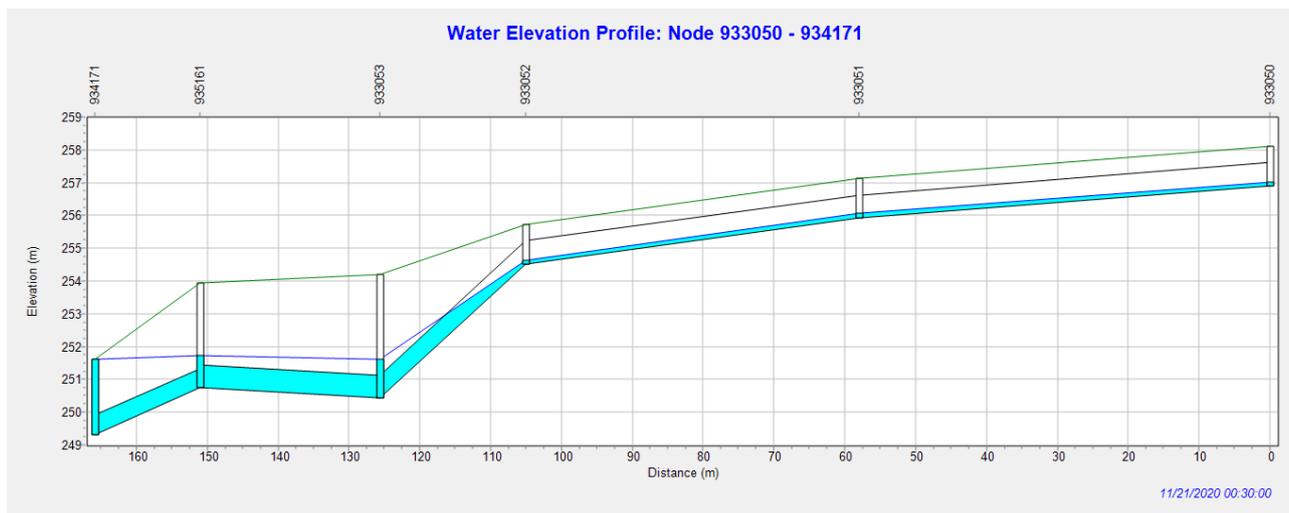
In zona Valaperta, nei pressi del confine comunale con Lomagna, si registrano altri due funzionamenti in pressione legati alla geometria della rete troncata (via della Resistenza – pozzetto 934170) o alla presenza di un minimo di reti confluenti che presuppone la presenza di uno scarico (zona verde al termine di via Ticino – pozzetto 9330489). Le portate fuoriuscite dai pozzetti in oggetto sono rispettivamente 920 l/s e 980 l/s. (Pt06 e Pt07)

Nella medesima zona emerge anche la criticità del pozzetto di confluenza 934171 dovuta alla confluenza di una tratta a forte pendenza proveniente da sud su via della Resistenza dove la parte terminale della rete verso Lomagna appare a pendenza nulla. La portata fuoriuscita dal pozzetto è di circa 1000 l/s. (Pt08)



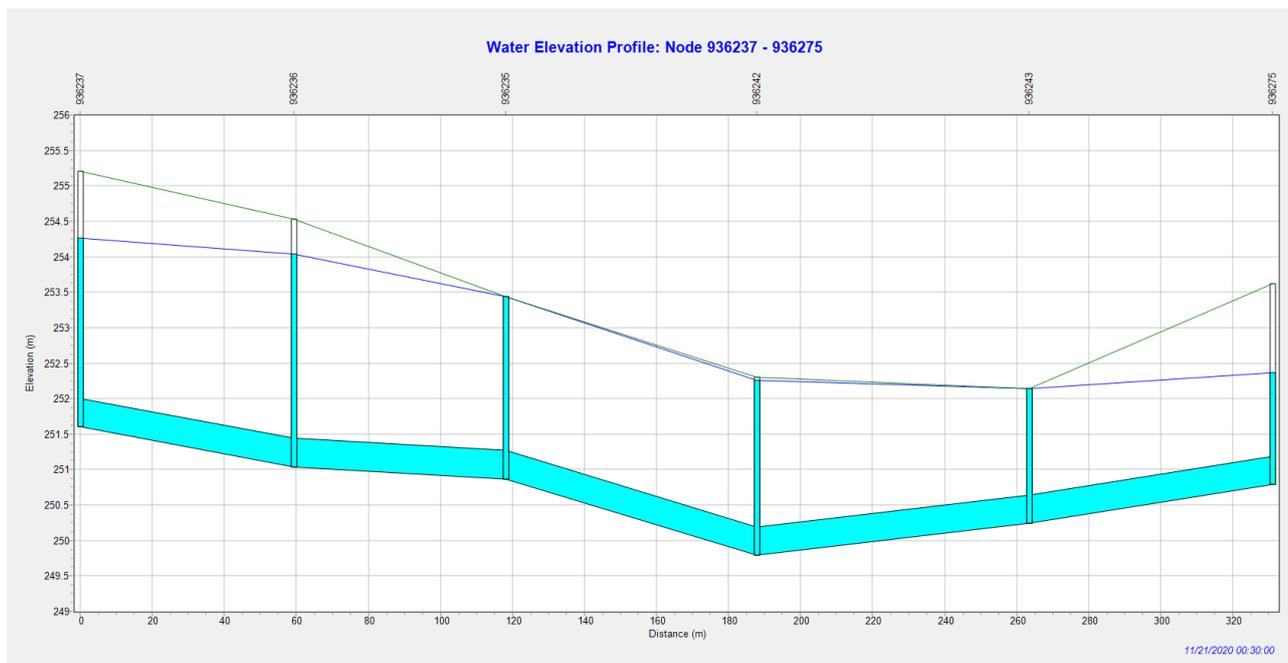


Problematiche Pt06, Pt07 e Pt08 - Individuazione planimetrica

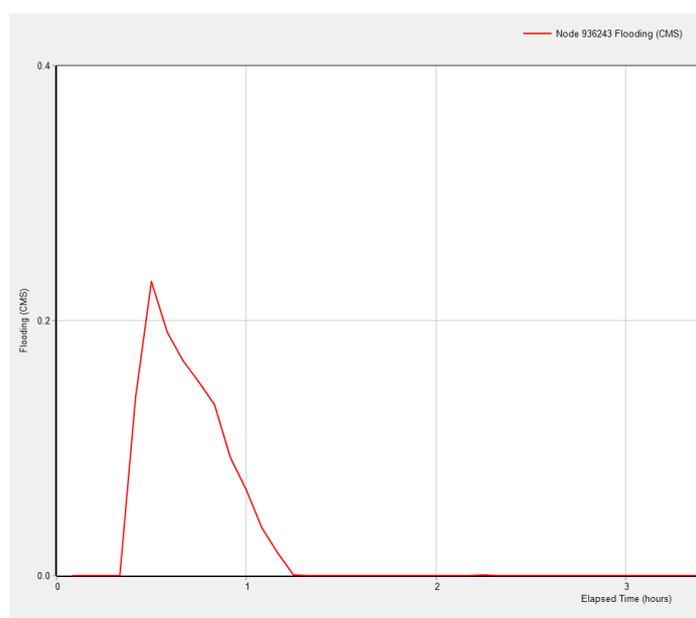


Profili longitudinali delle tratte confluenti al pozzetto 934171 - Problematica Pt08

In via S.Giovanni Bosco la tratta fognaria che scorre in direzione sud nord con connessione allo sfioratore 1210068 presenta un punto di minimo a metà tratta che entra in pressione e scarica una media di 150 l/s per circa un'ora portando alla fuoriuscita di una volumetria pari a 540 mc. (Pt09)



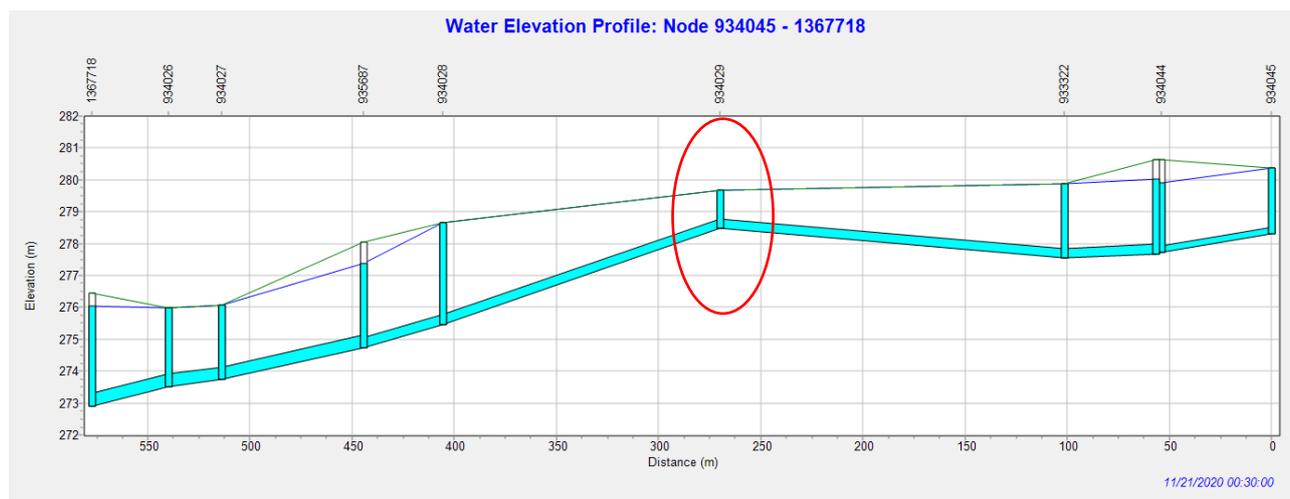
Profilo longitudinale via S.Giovanni Bosco - Problematica Pt09



Portata in uscita dal pozzetto 936246 - Problematica Pt09

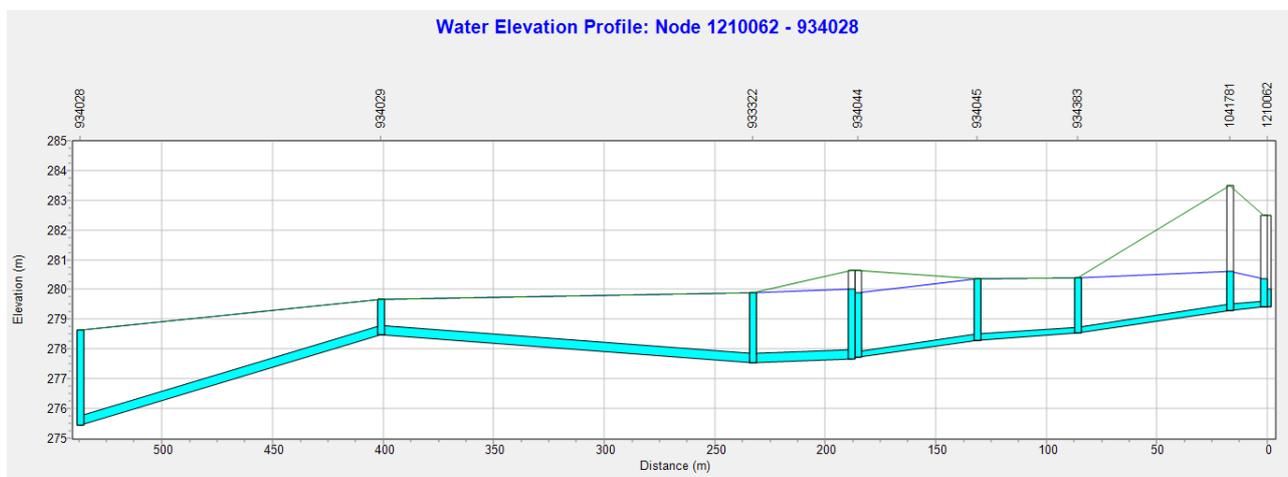
Nei pressi del campo sportivo comunale n. 2 l'insufficienza idraulica del pozzetto 934029 è l'effetto di più cause (Pt10):

- il pozzetto ha una quota di fondo tale da creare una forte contropendenza a monte;



Insufficienza pozzetto 934029- Profilo e planimetria - Problematica Pt10

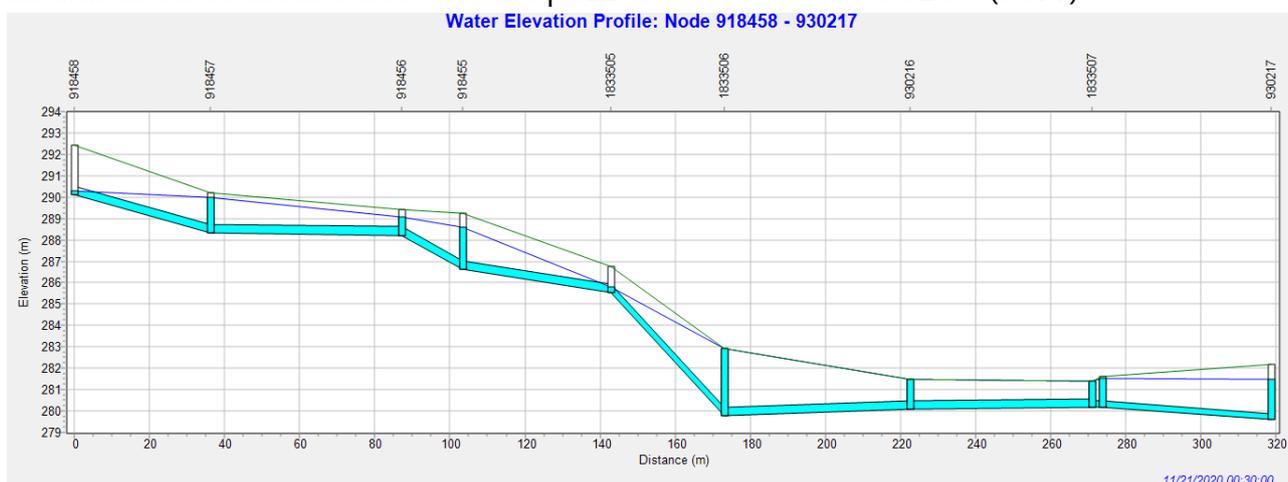
- la contropendenza manda in pressione parte della tratta che ha origine in via Galileo Galilei producendo anche in quella zona esondazioni;



*Insufficienza pozzetto 934029- Profilo verso monte lungo via Galileo Galilei - Problematica Pt10*

- L'innesto sulla tratta lungo la Molgorana è completamente rigurgitato (cfr. problematica Ln18).

Lungo via S.Gaetano la modellazione idraulica evidenzia un'insufficienza puntuale al pozzetto 1833506. Analizzando i risultati si evince che la problematica è estesa all'ultima tratta di via S.Gaetano dal pozzetto 1833506 al 930217. (Pt11)



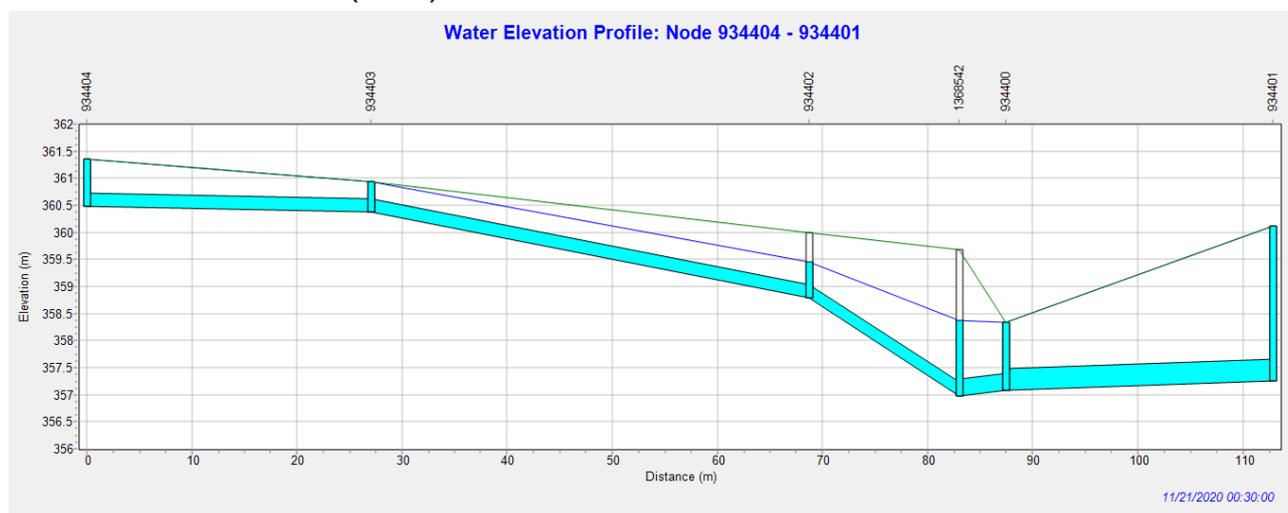
*Insufficienza pozzetto 1833506- Profilo via S.Gaetano - Problematica Pt11*

In via Crotta il funzionamento dello sfioratore 1210076 appare essere in pressione con la tubazione di scarico nel corpo idrico superficiale DN600 poco carica. (Pt12)



Sfioratore 1210076 - Problematica Pt12

Nei pressi di via Sirtori a valle del pozzetto di divergenza 1368542 la rete pare avere dei tratti in contropendenza su un pozzetto fortemente depresso (934400) da cui si ha sensibile esondazione (Pt13).



Pozzetto 934400 - Problematica Pt13

Discendendo il Rio Molgorana in direzione dell'ex depuratore in località Campofiorengo si incontrano degli scarichi di cui non abbiamo trovato riscontro nelle autorizzazione allo scarico e nel rilievo della rete di Lario Reti.

In particolare il primo scarico incontrato (**Pt48**) è riportato in fotografia ed indica uno scarico diretto in corpo idrico superficiale.

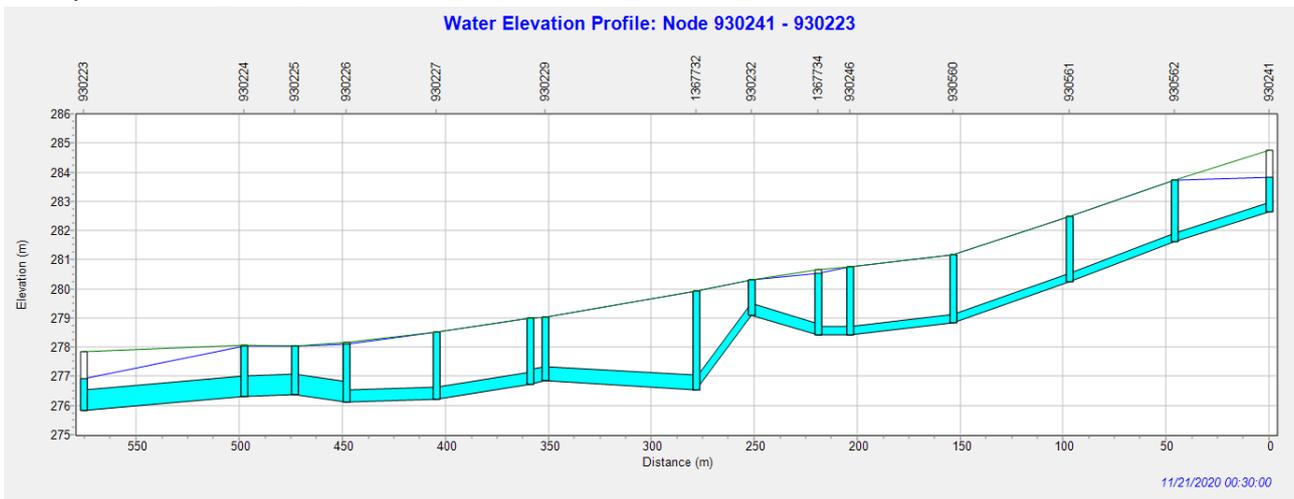


Il secondo scarico (**Pt47**) sembrerebbe uno scaricatore della rete fognaria. Il cartello che lo identifica come scarico 28 autorizzato è però posizionato in modo errato infatti analizzando tale autorizzazione la stessa si riferisce ad uno scarico posto più a monte.

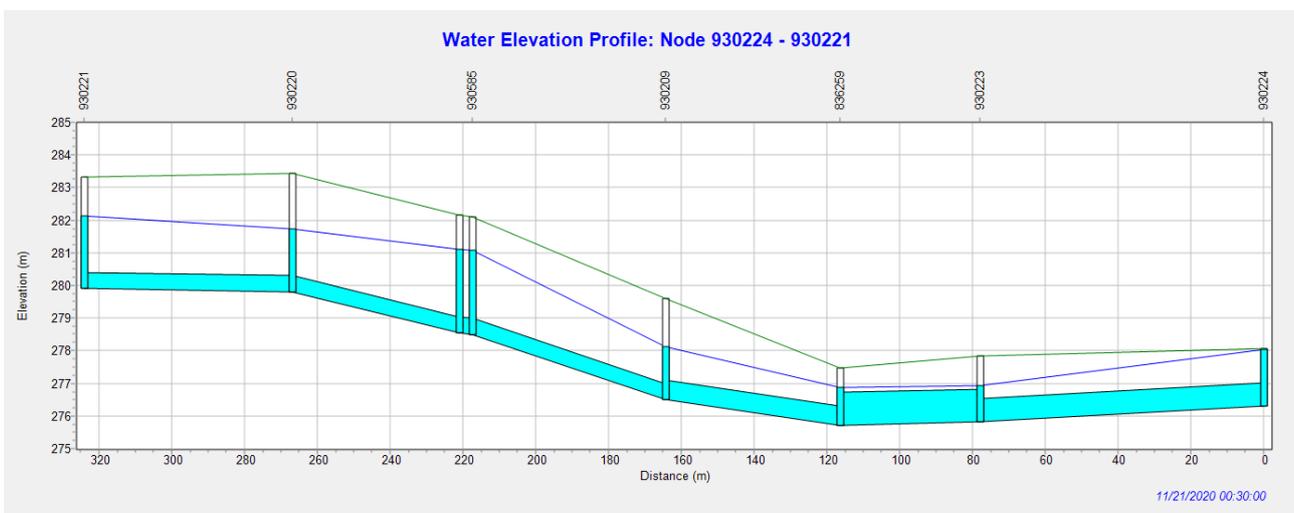


La via S.Gaetano in zona Rogoredo presenta diverse criticità diffuse. In generale tutta la condotta fognaria che corre sotto la via S.Gaetano fino all'attraversamento della Molgora risulta in pressione con diversi pozzetti in esondazione.

La problematica è legata principalmente al diametro insufficiente per il drenaggio di tutta la zona di Rogoredo già dal pozzetto 930562. La tratta terminale risente dell'arrivo della corrente della linea fognaria che proviene da Rimoldo, le due linee confluiscono una di fronte all'altra nel pozzetto 836259. La linea che proviene da Rimoldo convoglia circa la stessa portata (800 l/s) ha una velocità elevata (2.8 m/s) che rende l'immissione da via S. Gaetano più lenta (0.8 m/s) e quindi costringe il DN700 ad un elevato riempimento. (Ln10)

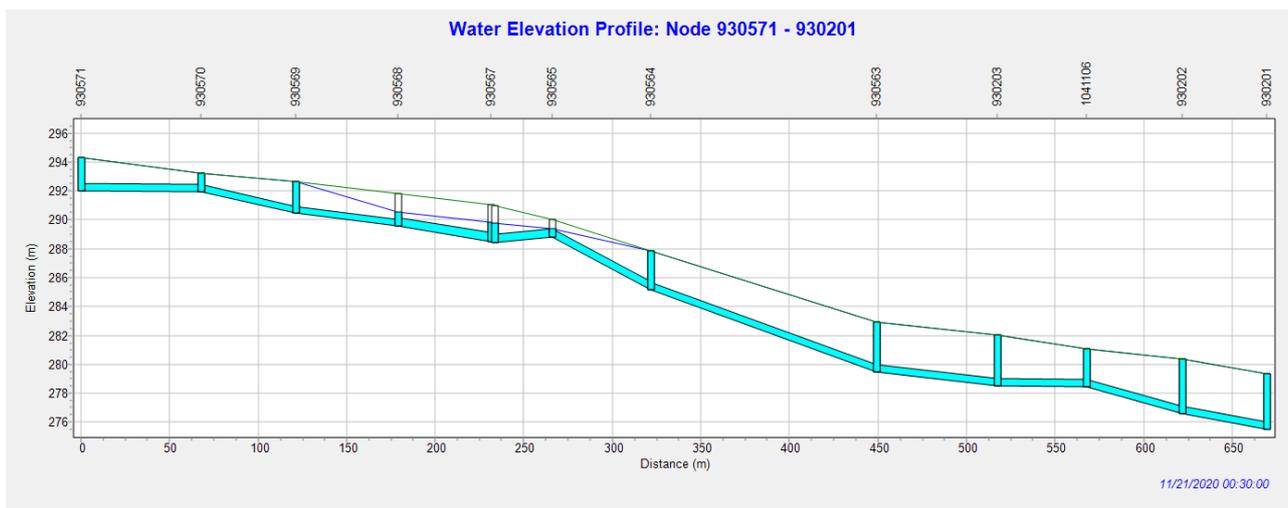


Profilo longitudinale di via S.Gaetano - Problematica Ln10



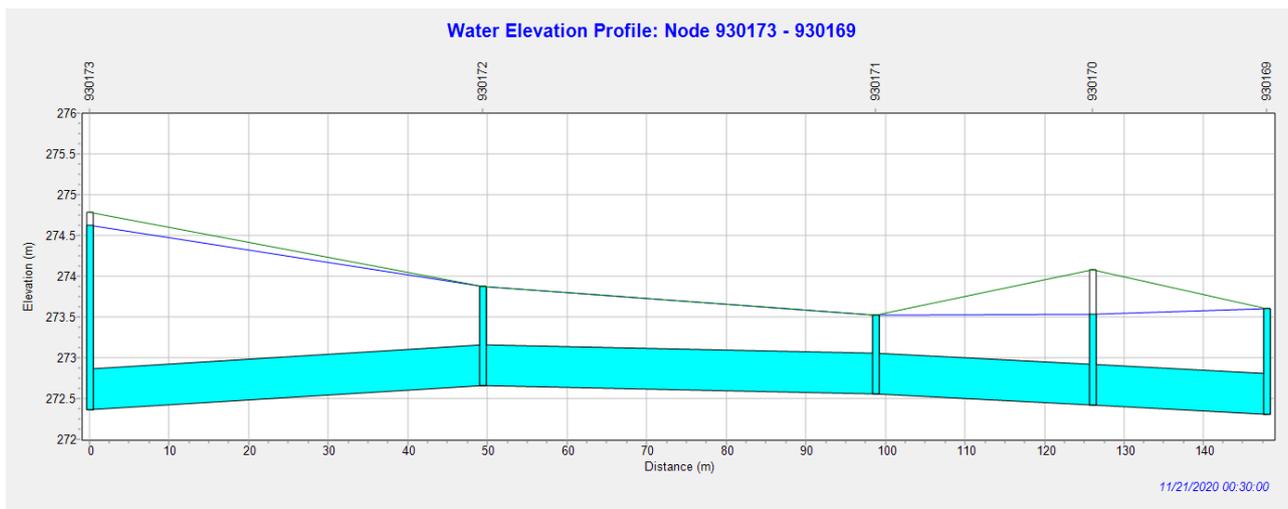
Profilo longitudinale della confluenza zona Rimoldo zona Rogoredo - Problematica Ln10

Lungo la SP51 la tubazione di diametro variabile con scorrimento nord sud risulta funzionare in pressione e, a causa di una serie di irregolarità altimetriche e del carico antropico defluente presenta diversi pozzetti con esondazioni. (Ln11)



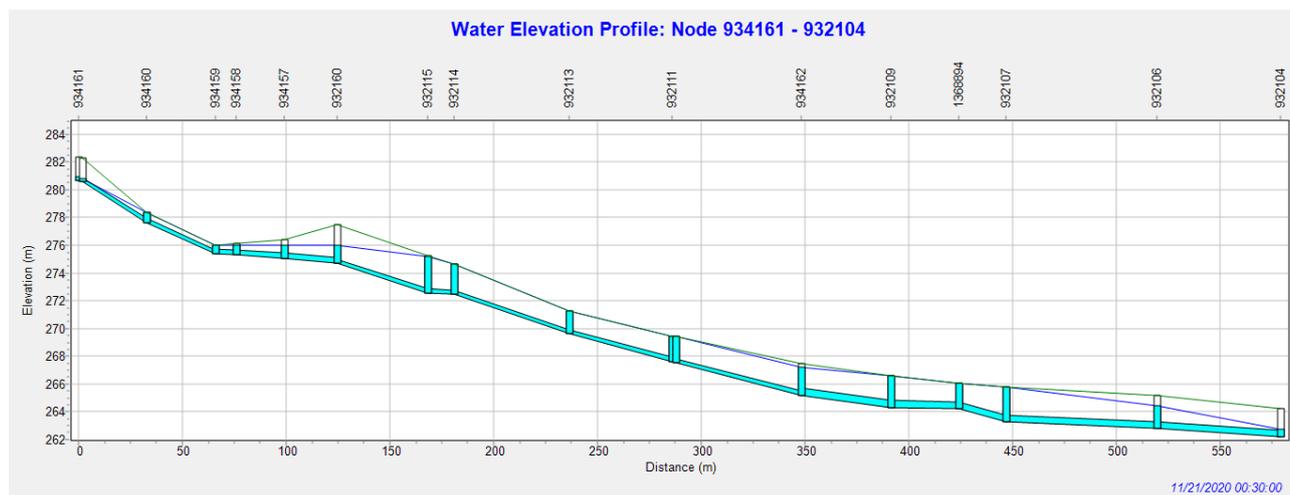
*Profilo longitudinale SP51- Problematica Ln11*

Nella strada di innesto su via S.Anna in zona Rimoldo la tubazione risulta eccessivamente carica con andamento irregolare del fondo scorrevole tale da determinare esondazioni ai pozzetti 930172 e 930171. (Ln12)



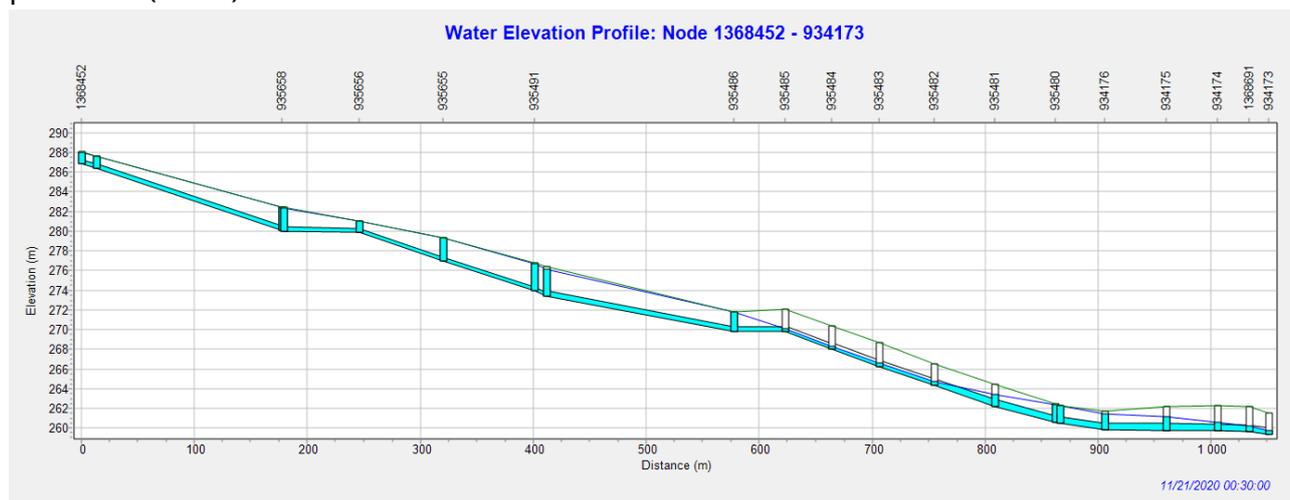
*Profilo longitudinale via S.Anna - Problematica Ln12*

In zona Valaperta lungo via S.Carlo fino all'innesto sulla SP235 e la successiva via Carlo Porta la tubazione in pressione presenta diversi pozzetti con esondazione. L'andamento è irregolare e i diametri sono ridotti. (Ln13)



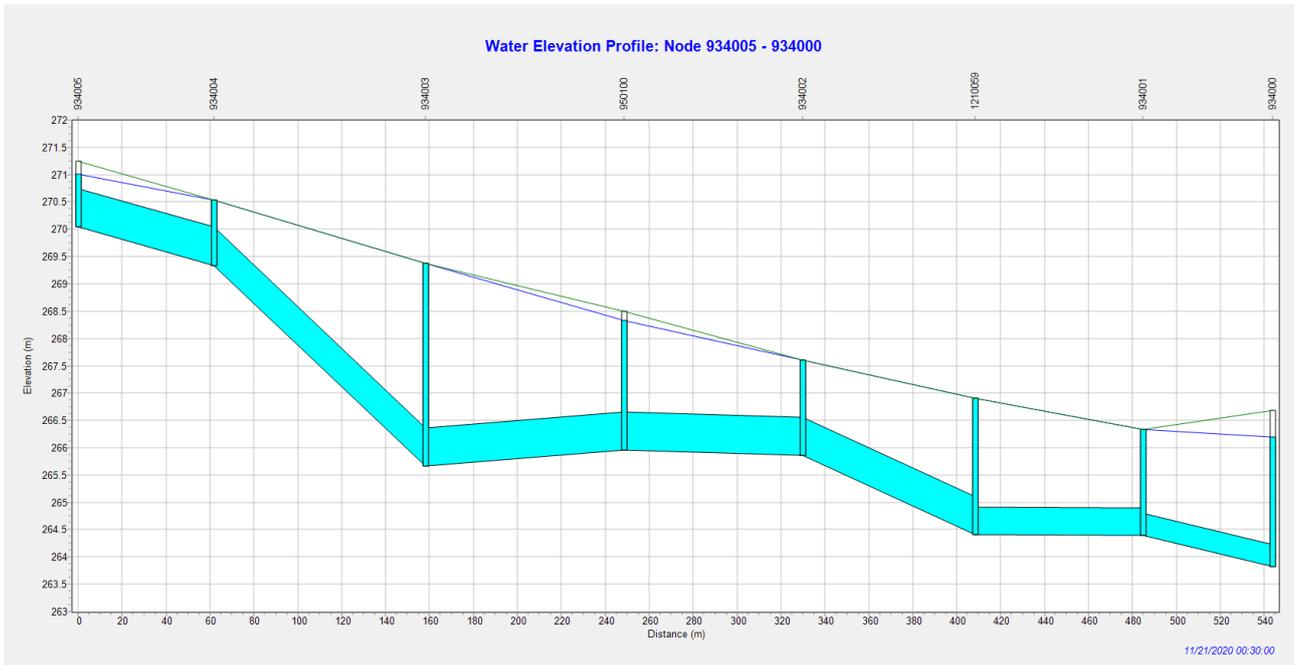
Profilo longitudinale via S.Carlo e via Carlo Porta – SP235 - Problematica Ln13

La SP55 dall'incrocio con via Resegone fino all'incrocio con via della Resistenza e lungo via della Resistenza stessa presenta alcune tratte a pendenza longitudinale praticamente nulla. Queste forti irregolarità comportano delle esondazioni in diversi pozzetti. (Ln14)



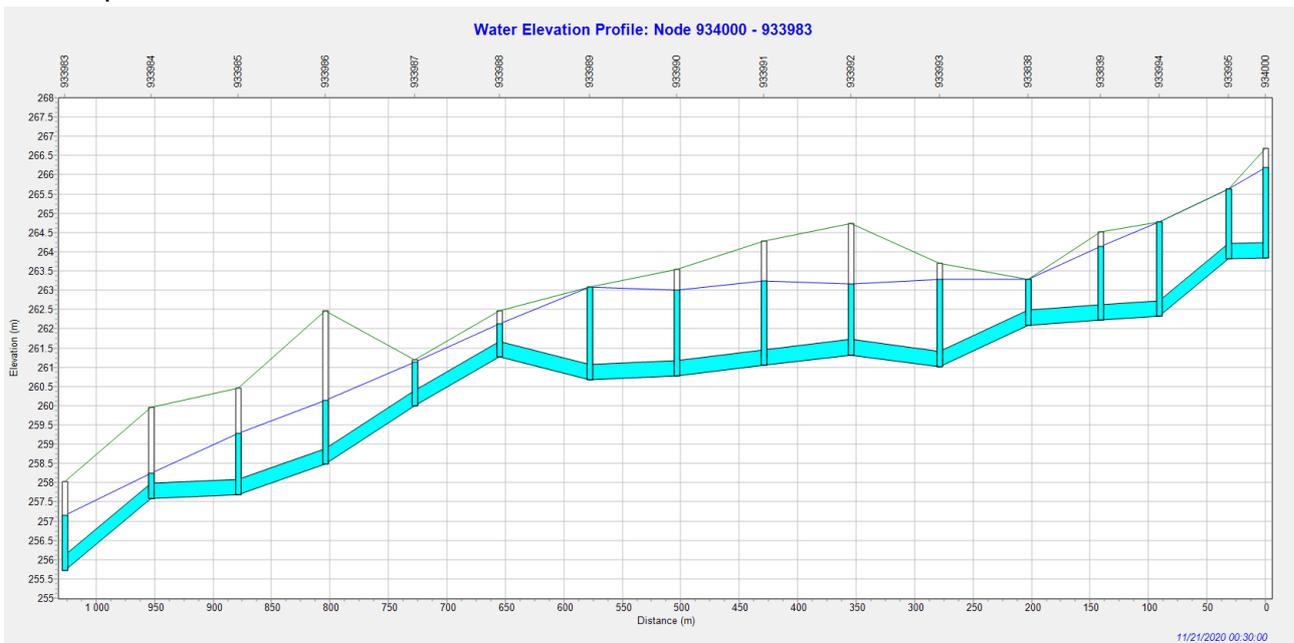
Profilo longitudinale SP55 e via della Resistenza- Problematica Ln14

In zona Cascina Melli si registrano diverse problematiche, in parte derivanti dal mal funzionamento dello sfioratore 1210059 e in parte dovute alle irregolarità del tracciato altimetrico della tubazione lungo via Madonnina. (Ln15)



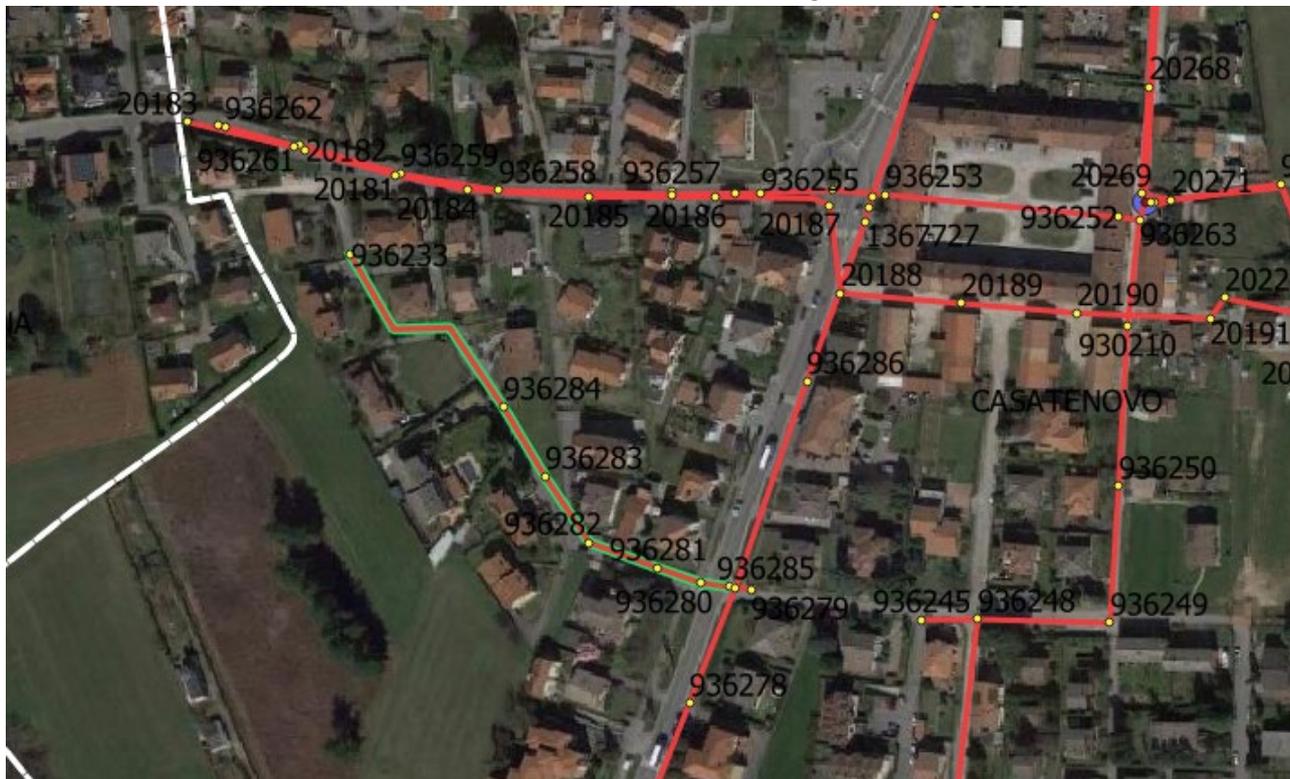
*Profilo longitudinale via Madonna- Problematica Ln15*

A ovest di cascina Melli le problematiche permangono a valle dello sfioratore: l'esondazione al pozzetto 933838 è dovuta al non funzionamento dello sfioratore di monte mentre l'esondazione al pozzetto 933989 è generata dalla forte contropendenza della tubazione di valle. (Ln16)

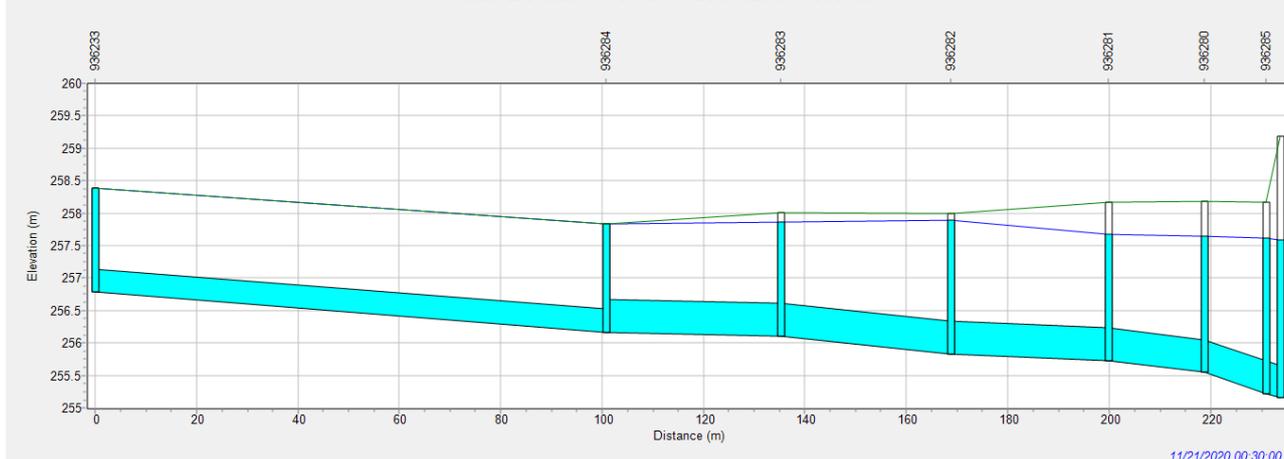


*Profilo longitudinale ovest cascina Melli- Problematica Ln16*

La via Peucher ha un collettore fognario che funziona in pressione a causa dei ridotti diametri in particolare della tratta iniziale in cui avvengono esondazioni dai pozzetti.



Water Elevation Profile: Node 936233 - 1368600

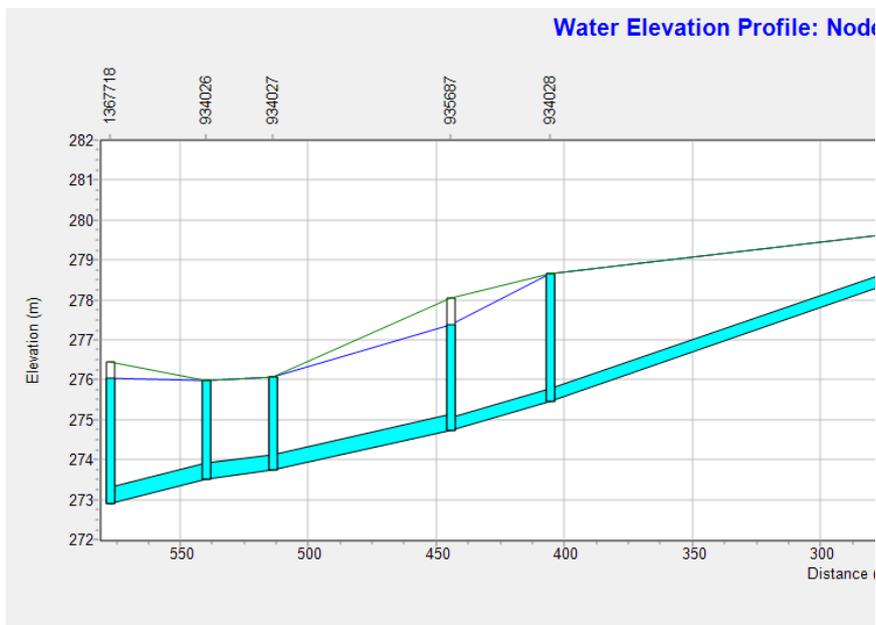


Planimetria e profilo via Peucher- Problematica Ln17

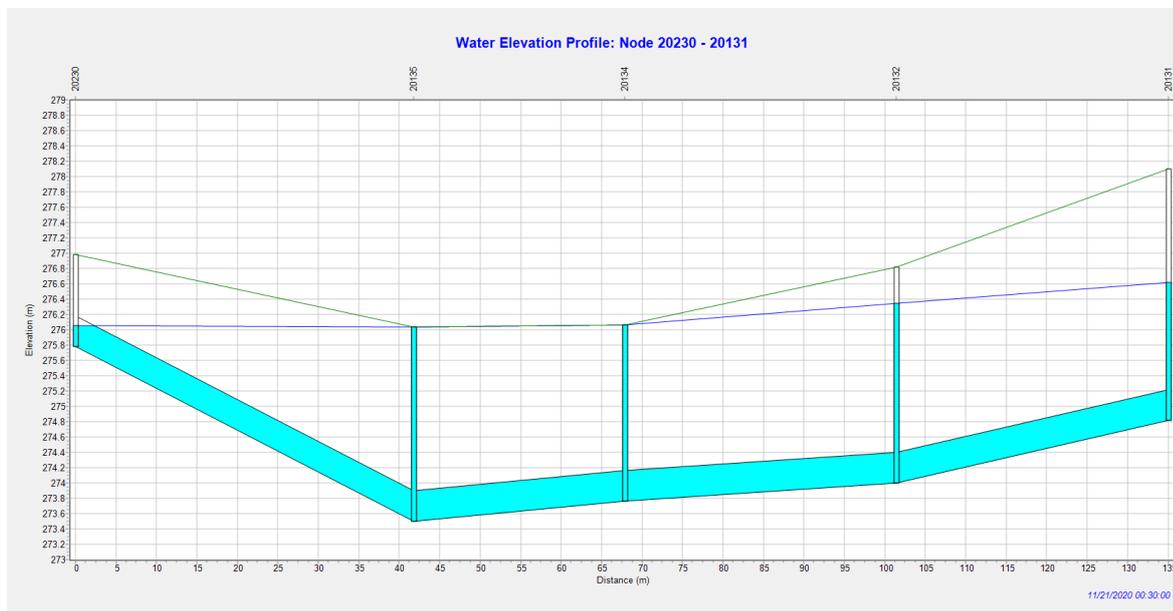
11/21/2020 00:30:00

Le due tratte fognarie di via dei Tigli presentano insufficienze idrauliche per differenti motivi: la più a nord ha un'irregolarità altimetrica che la fa funzionare da laminazione senza scarico fino all'entrata in pressione e esondazione ai pozzetti 20135 e 20134. La

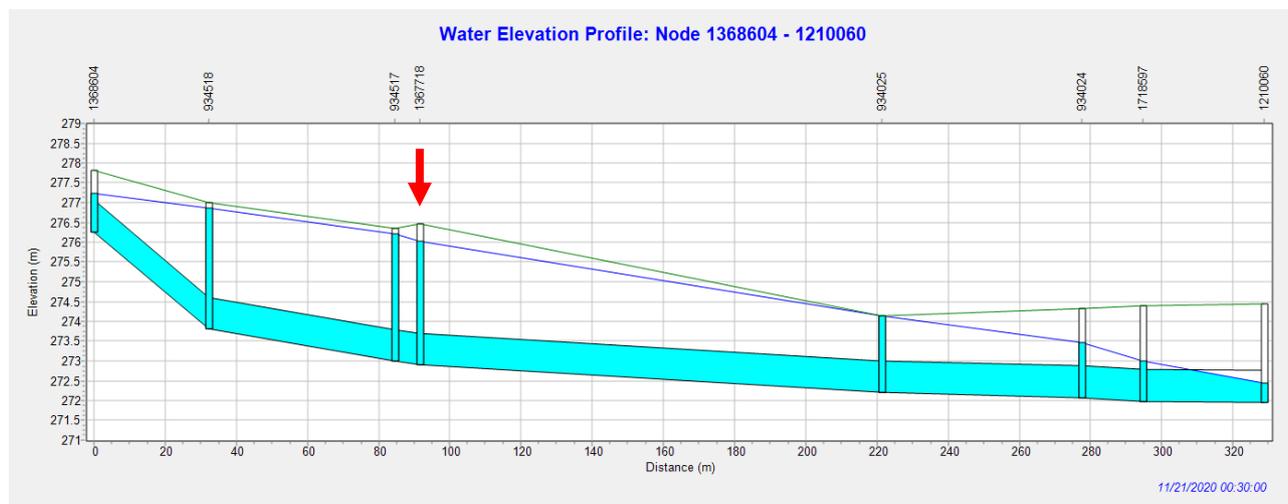
tubazione a sud non ha un diametro adeguato e si innesta su una rete molto carica.  
 (Ln18)



Profilo tratta fognaria sud via dei Tigli- Problematica Ln18

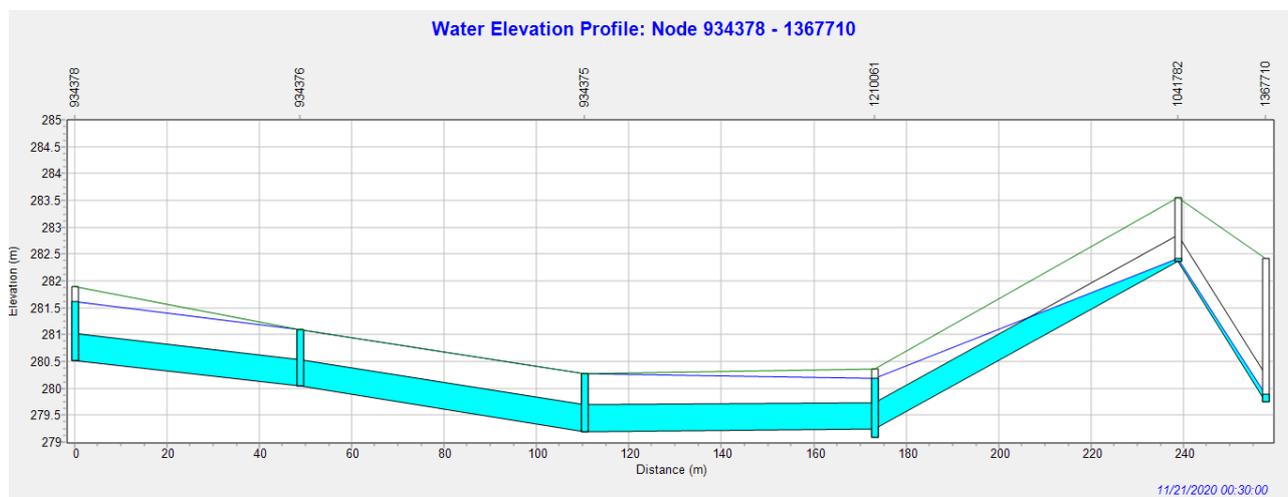


Profilo tratta fognaria nord via dei Tigli- Problematica Ln18



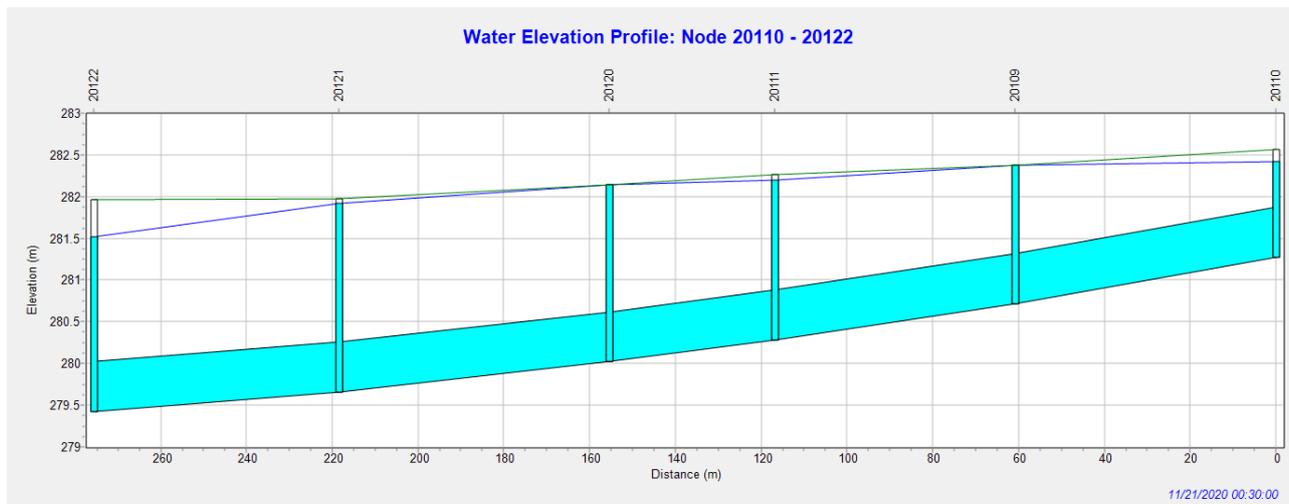
*Profilo tratta fognaria lungo il reticolo idrico (Molgorana) - Problematica Ln18*

Lungo via Galileo Galilei corrono due tubazioni interconnesse dallo sfioratore 1210061. La tratta finale della tubazione sul lato ovest non ha possibilità di scarico. Tale condizione produce l'allagamento della zona a verde a sud ovest della via. (Ln19)



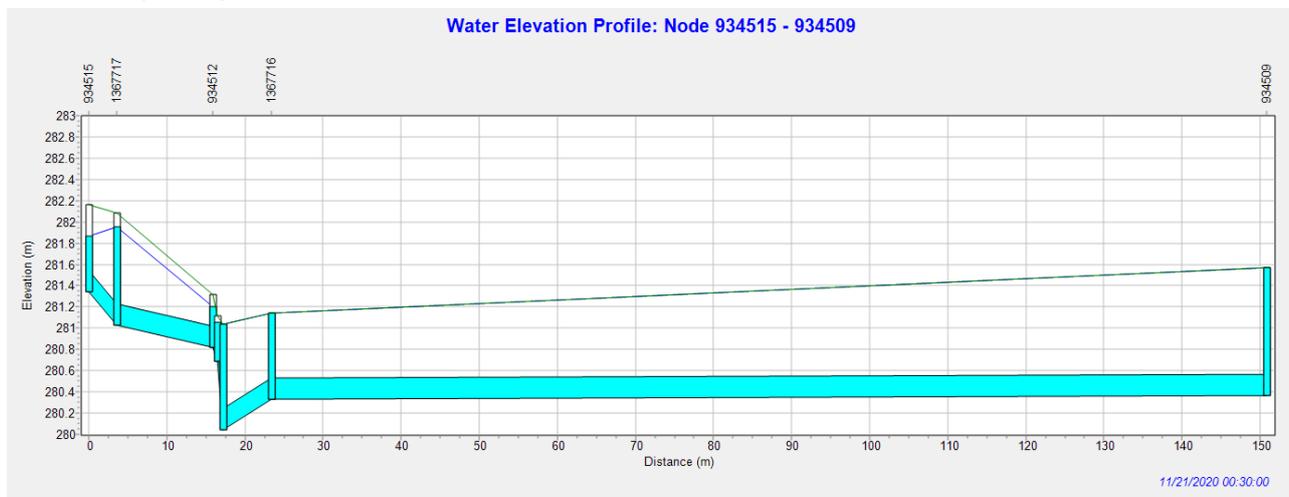
*Profilo tratta fognaria via Galileo Galilei - Problematica Ln19*

La via Alessandro Volta risulta sollecitata dal carico idraulico, i diametri delle tubazioni presenti non sono sufficienti al corretto convogliamento delle acque. (Ln20)



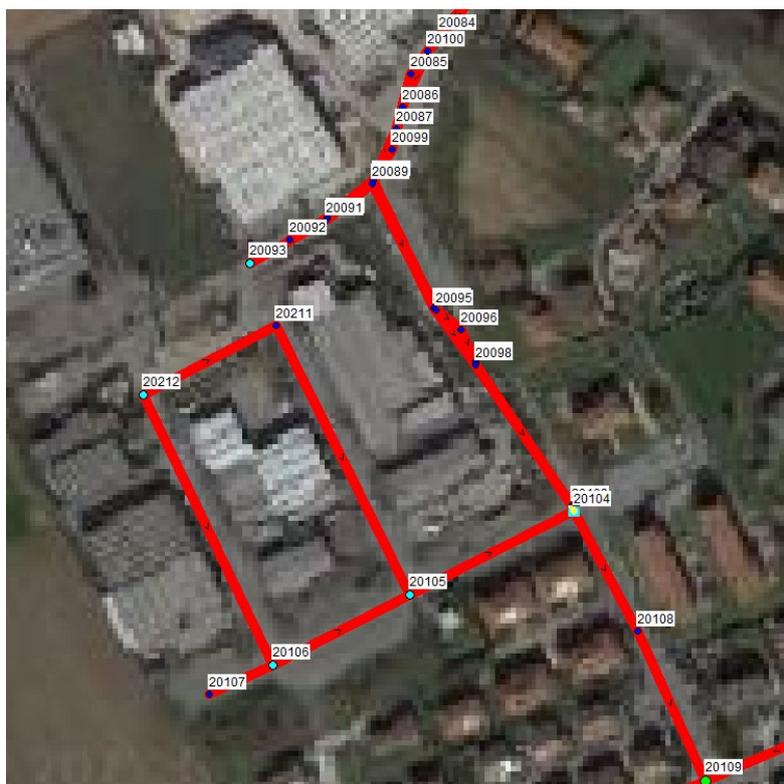
*Profilo tratta fognaria via Volta (est) - Problematica Ln20*

Nella zona ovest di via Alessandro Volta è presente un'insufficienza dettata dall'assenza di punto di scarico mappato o irregolarità altimetrica derivante da rilievo topografico carente. (Ln21)



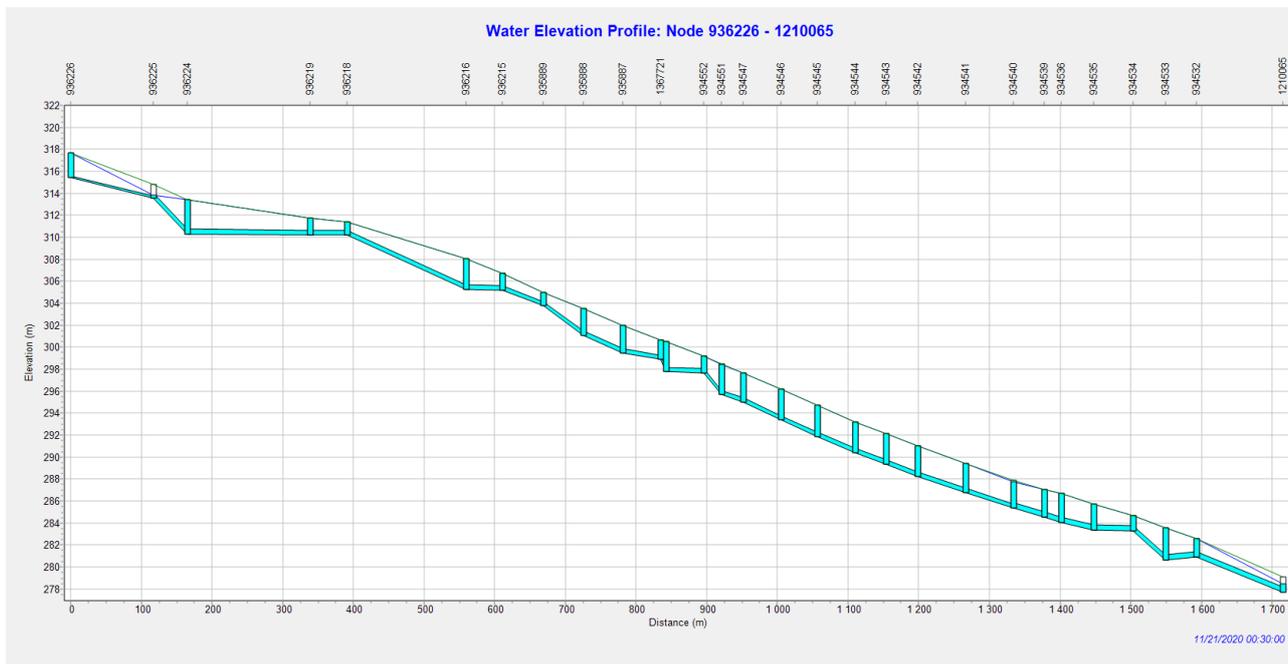
*Profilo tratta fognaria via Volta (ovest) - Problematica Ln21*

La zona artigianale di via degli Artigiani e via S.Michele Arcangelo è particolarmente sollecitata dai bacini fortemente impermeabilizzati. Le reti presenti funzionano in pressione con esondazioni ai pozzetti 20106, 20122 e 20093. (Ln22)



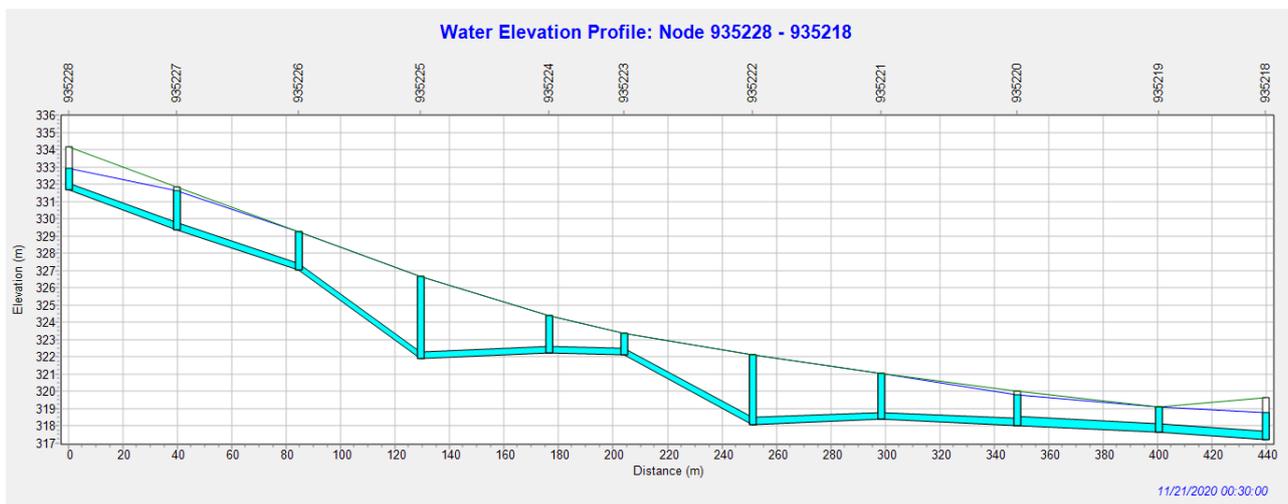
*Planimetria zona artigianale - Problematica Ln22*

La via Ugo Foscolo è percorsa da una tubazione fognaria di diametro 400-500 mm per una lunghezza di oltre 1.5 km. Il bacino sotteso alla linea fognaria ha un'estensione tale da non poter essere drenato da diametri limitati. Nonostante le informazioni geometriche carenti nella zona di via Privata Belle Ville, si può affermare che tutta la via Ugo Foscolo risulta idraulicamente insufficiente. (Ln23)



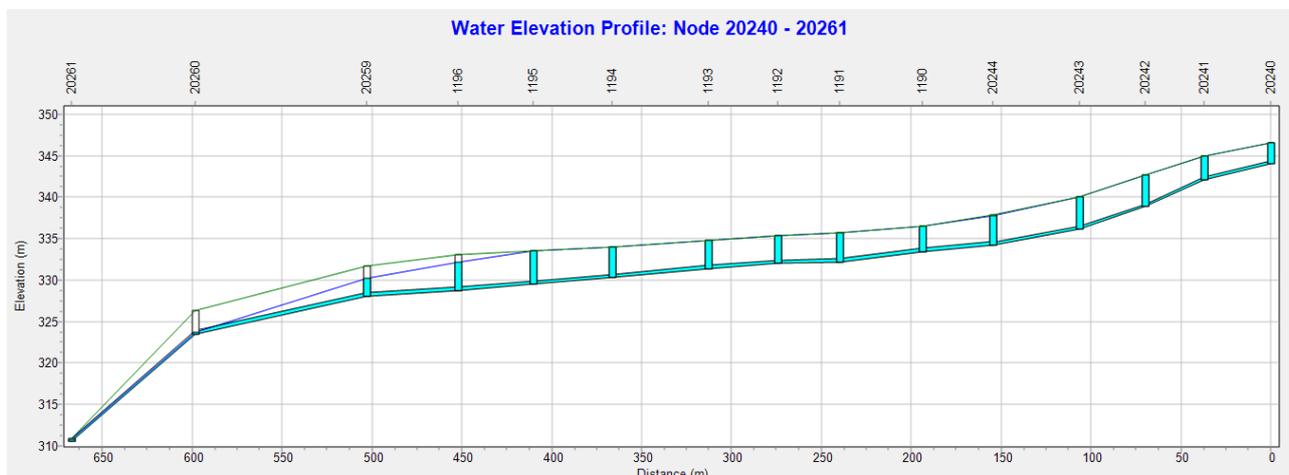
*Profilo fognario via Ugo Foscolo - Problematica Ln23*

In via S.Giacomo il rilievo delle reti fornisce dati difficilmente veritieri. L'inserimento nel modello idraulico comporta l'individuazione di insufficienze diffuse dovute all'andamento altimetrico della tubazione. (Ln24)



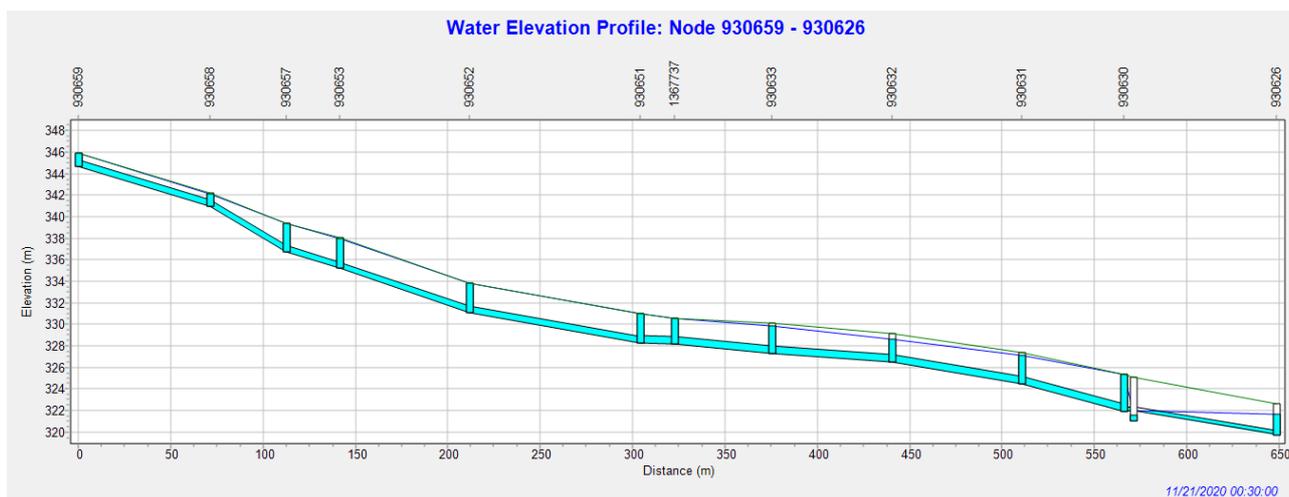
*Profilo fognario via S.Giacomo - Problematica Ln24*

In via Carminati De Brambilla la rete fognaria con scorrimento verso ovest, pur avendo andamento altimetrico regolare risulta insufficiente a drenare il carico idraulico a cui è sottoposta. Nella tratta finale è affiancata da un breve tratto di tubazione parallela ma le due non appaiono interconnesse. (Ln25)



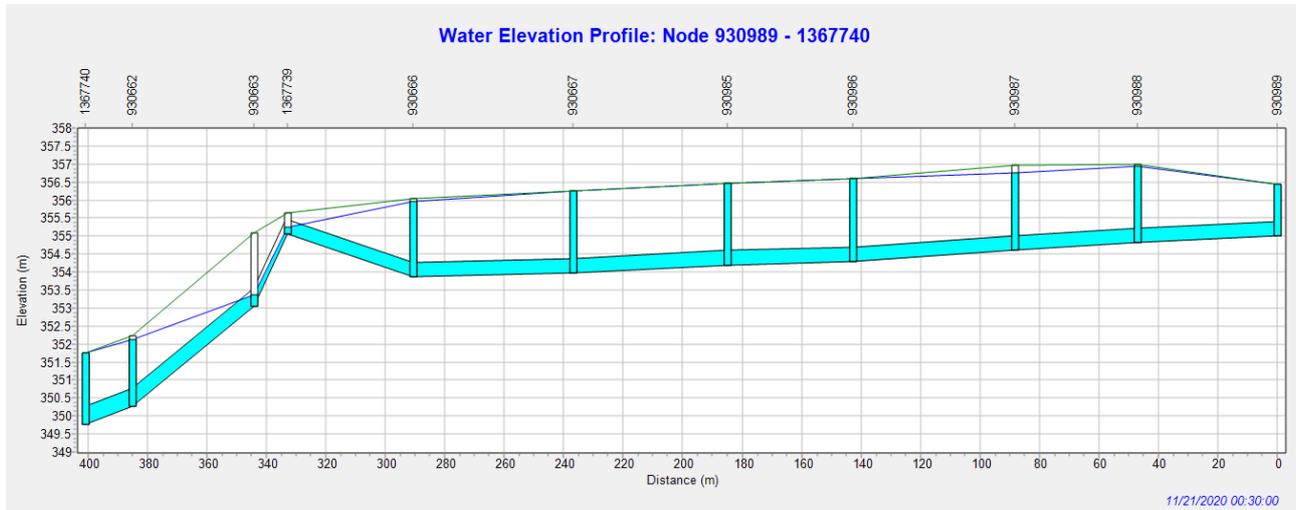
Profilo fognario via Carminati de Brambilla - Problematica Ln25

Lungo la SP51 dall'incrocio con via Modromeno a via del Lavoro la tubazione fognaria DN600-700 risulta in pressione con esondazioni ai pozzetti 1367740, 930657, 930652, 1367737, 930630. Lo sfioratore 1210075 al termine della tratta individuata produce un funzionamento rigurgitato delle tubazioni a monte, la portata complessiva in arrivo è di circa 1300 l/s e i diametri presenti non sono sufficienti al corretto convogliamento di tutta la portata. (Ln26)



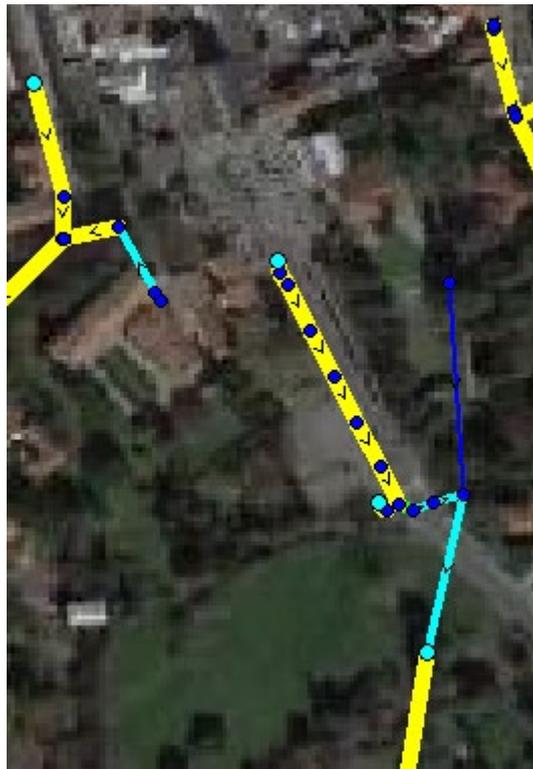
Profilo fognario strada provinciale 51 - Problematica Ln26

Tutta la via Elisa Vismara appare funzionare in pressione con esondazioni dai pozzetti a causa di una forte irregolarità altimetrica nel pozzetto di valle. (Ln27)



*Profilo fognario via Elisa Vismara - Problematica Ln27*

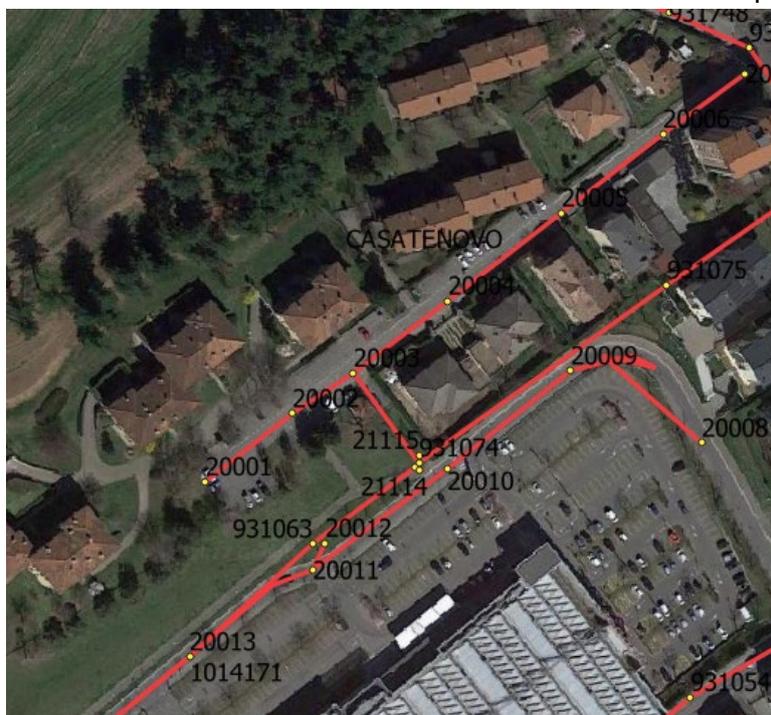
La via del Lavoro risulta molto sollecitata dalle acque meteoriche dell'ampia zona stradale e parcheggi presente. Il rilievo della geometria della rete ha inoltre anche brevi tratti isolati di dubbia esistenza. Ciò produce inevitabili esondazioni da pozzetti. (Ln28)



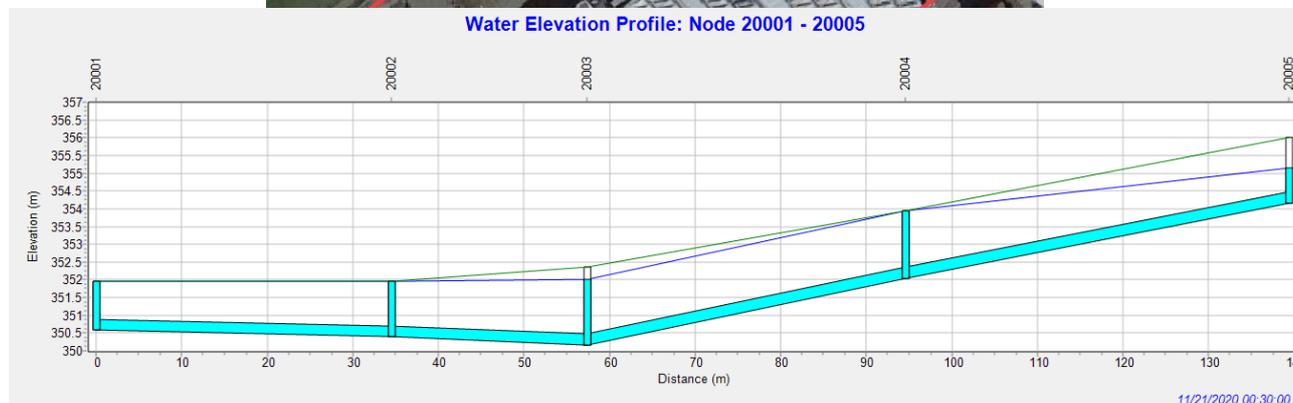
*Planimetria Problematica Ln28*

La piccola zona residenziale che è servita dalla parte nord di via S.Giuseppe è drenata da una tubazione DN300 est e ovest con confluenza nel pozzetto 20003 e scarico

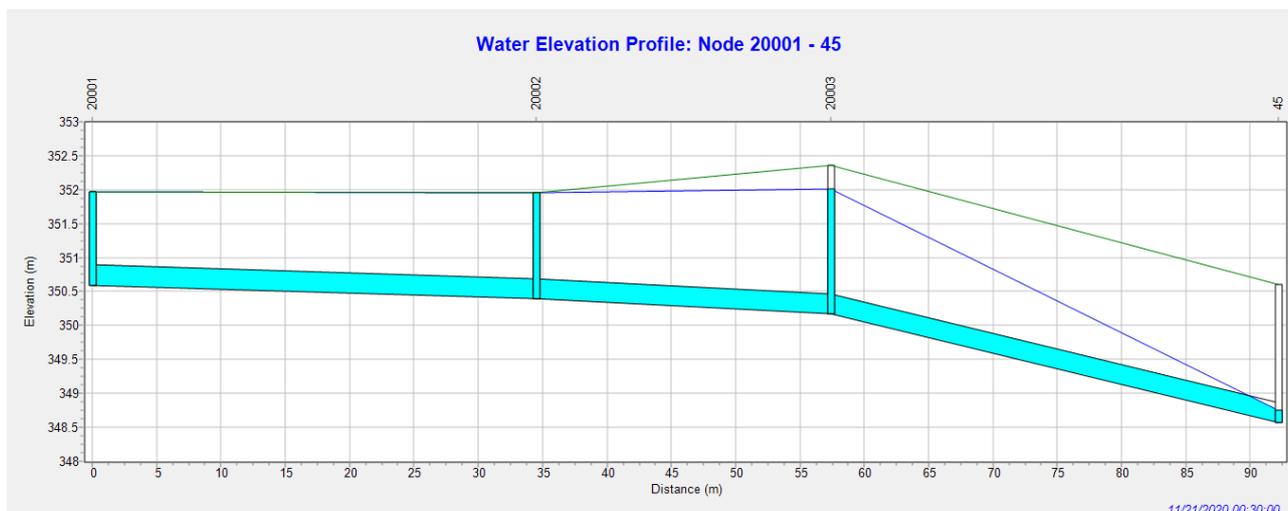
sempre con DN300 nella tubazione passante nella sottostante via S.Giuseppe al pozzetto 45. Rispetto alle aree drenate le tubazioni non risultano adeguate in particolare nel ramo a ovest dell'incrocio e la tratta di immissione al pozzetto 45. (Ln29)



Water Elevation Profile: Node 20001 - 20005

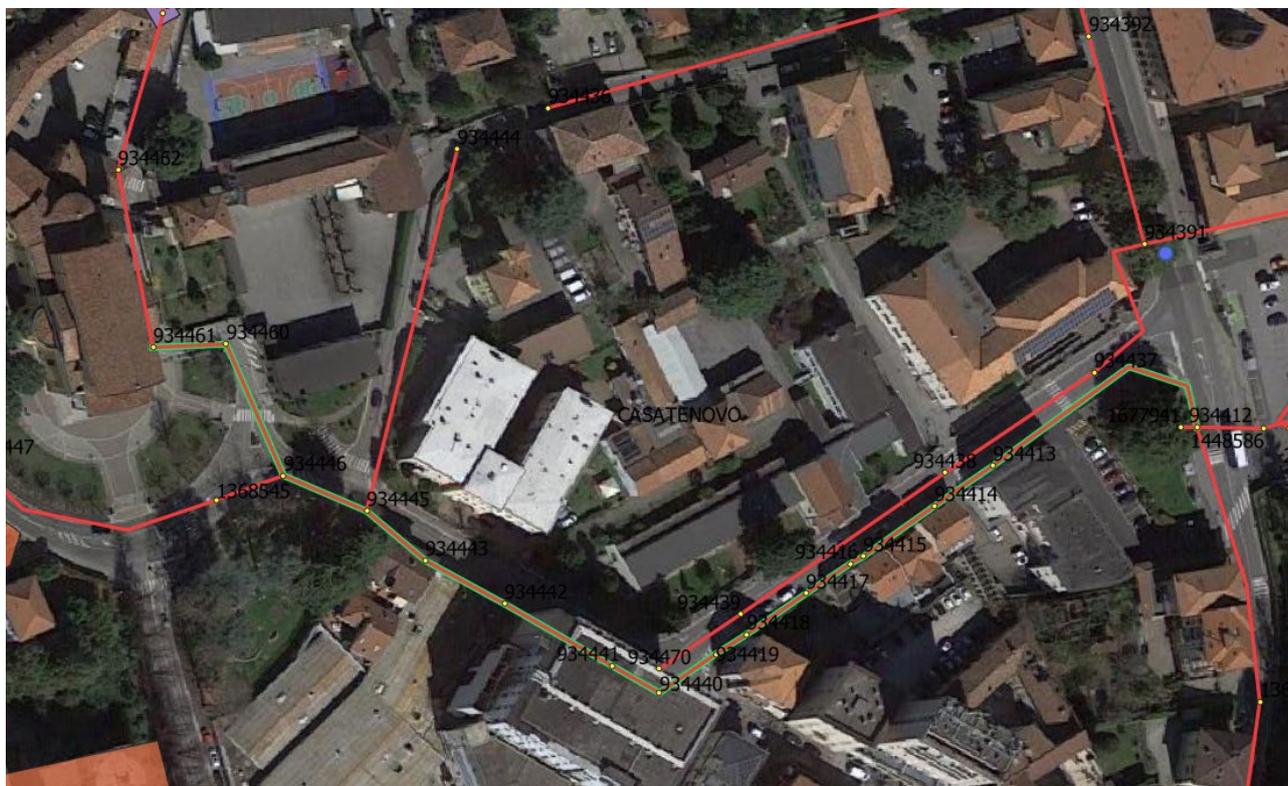


Planimetria e profilo longitudinale via S.Giuseppe - Problematica Ln29



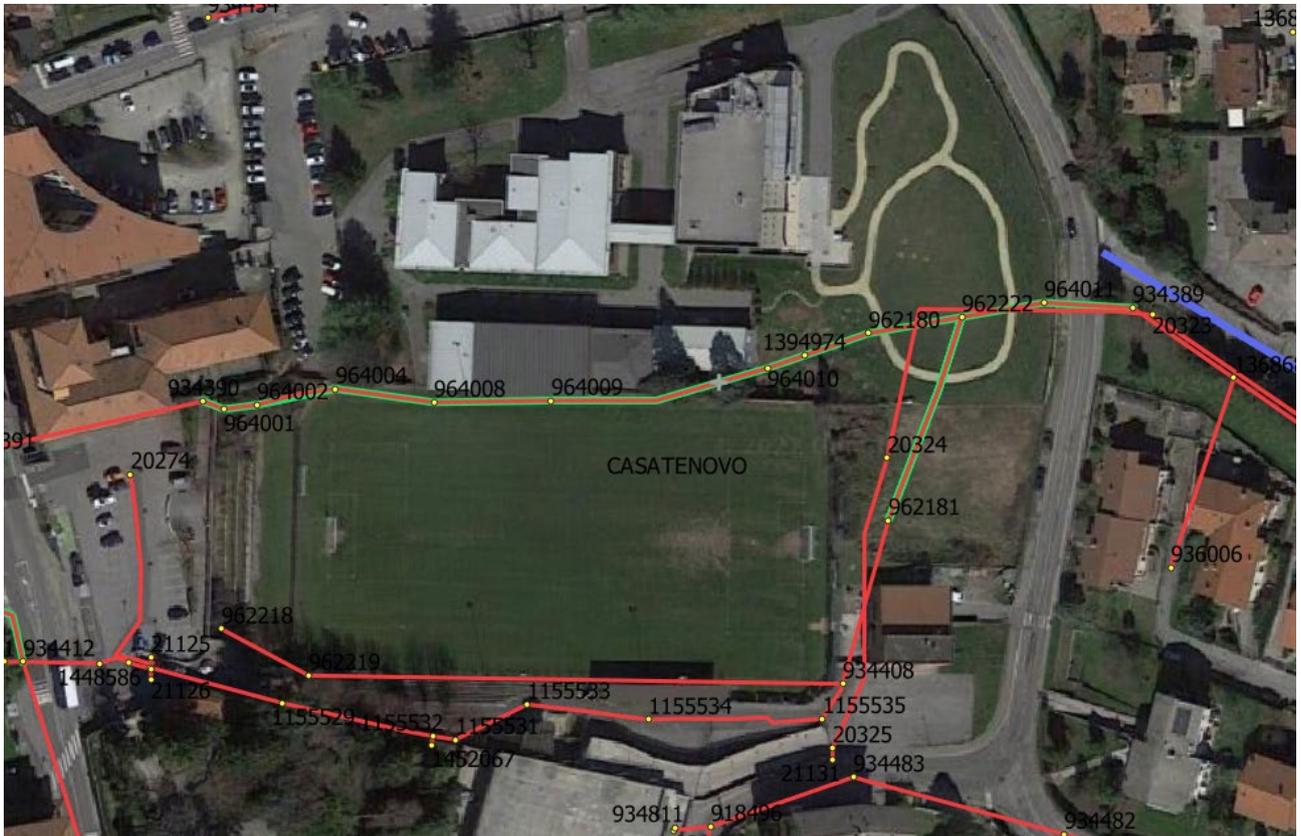
*Profilo longitudinale via S.Giuseppe ovest e tratta di immissione a pozzetto 45 - Problematica Ln29*

Nel pieno centro cittadino il carico idraulico sulle reti presenti in via Manzoni e via Don Giovannina produce insufficienze idrauliche con esondazioni da diversi pozzetti. (Ln30)



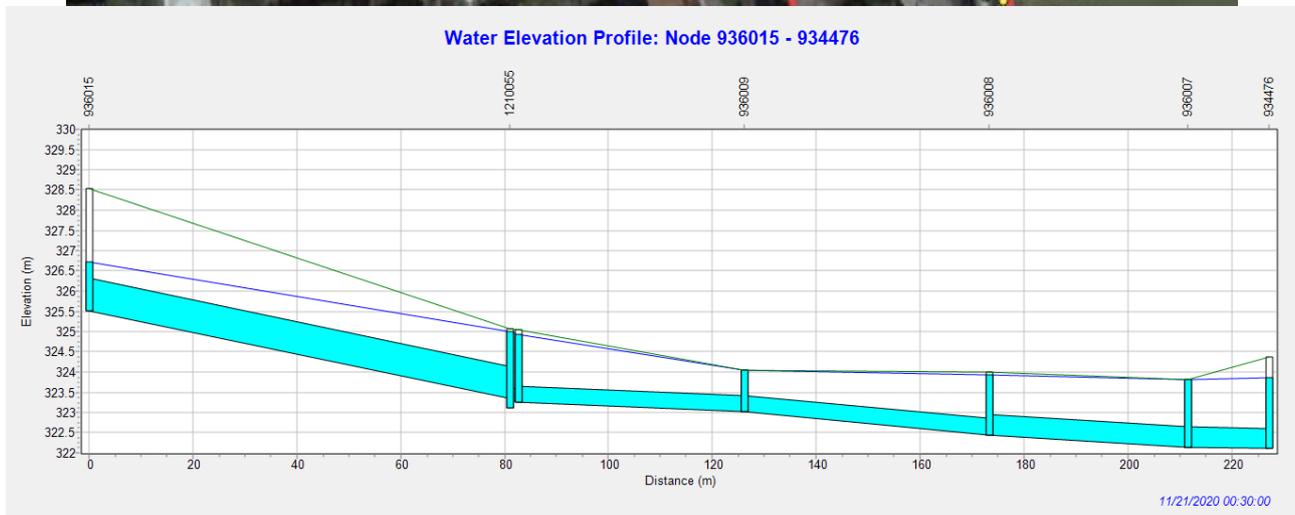
*Planimetria via Manzoni via Don Giovannina - Problematica Ln30*

La rete fognaria a nord del campo sportivo comunale fino ad oltre l'attraversamento di via Leone XIII risulta funzionare in pressione con diversi pozzetti in esondazione. (Ln31)



*Planimetria Campo sportivo comunale n.1 - Problematica Ln31*

Al temine di via Leone XIII e lungo via Colombina la tubazione fognaria risulta funzionare in pressione con funzionamento rigurgitato in presenza dello sfioratore 1210055 e con l'immissione dello scarico del 1210245. Le insufficienze provocano allagamenti diffusi. (Ln32)



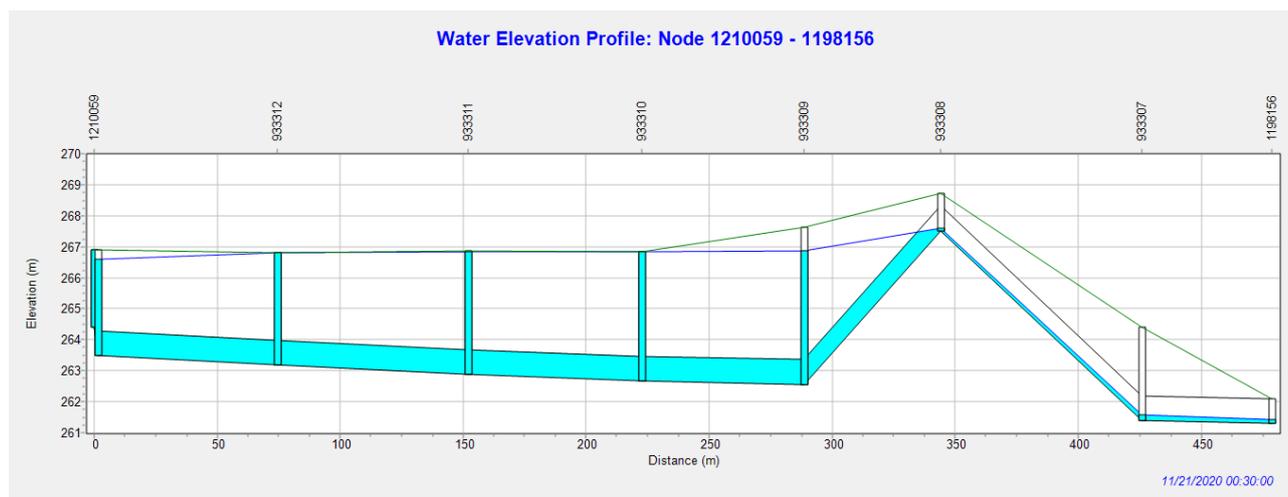
*Planimetria e profilo longitudinale via Colombina - Problematica Ln32*

La **zona di Rogoredo** presenta tutta una zona urbanizzata con assenza di reti fognarie. Tale situazione è ovviamente improbabile quindi il bacino urbano è stato attribuito in parte al pozzetto 930560 e in parte alla rete di via del Germeone. Tale attribuzione determina insufficienze ad entrambe le zone con esondazioni. Anche via Madonnina e

via della Poscosa risultano prive di reti utili al calcolo idraulico e la rete fognaria di via Don Colombo non è connessa con quella di via S.Gaetano. L'assenza di connessioni o scarichi porta ovviamente ad esondazioni nella tratta finale.

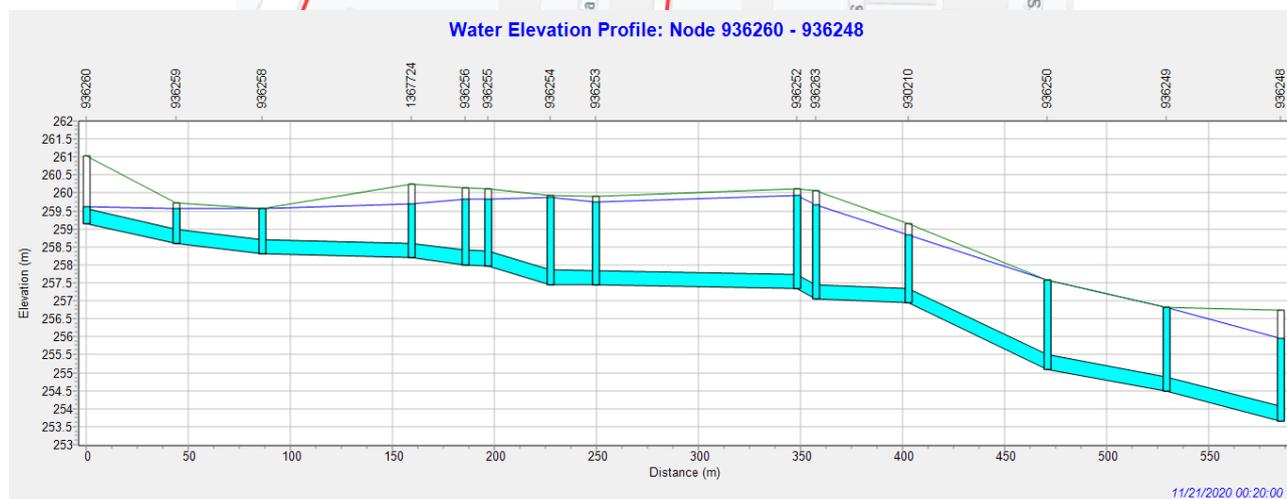
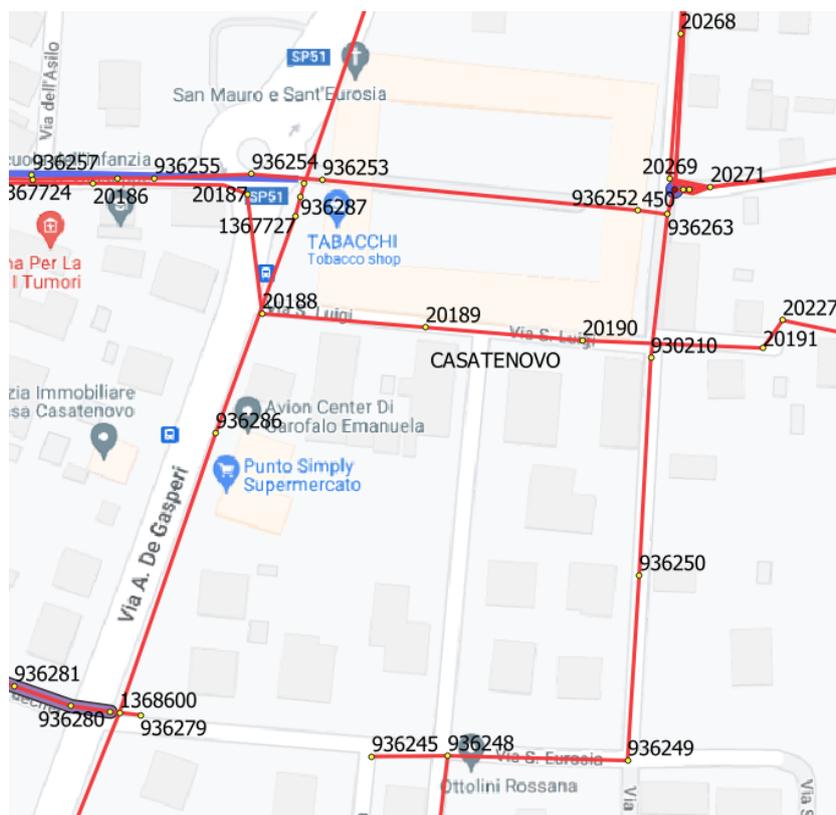
Problematica analoga alla precedente è quella della **zona Residence – Rimoldo – Gramella**. Parte delle aree sono state attribuite alla tubazione fognaria che corre lungo la SP51 e in parte si sono ritenute afferenti alla rete del comune di Correzzana, come da indicazioni dell'ufficio tecnico comunale.

In **zona Cascina Melli** lo sfioratore 1210059, secondo la geometria della rete inserita nel modello, non può funzionare. La tratta di tubazione di scarico per circa 300 ml funziona da laminazione e non consente un corretto scarico. Il mal funzionamento del manufatto condiziona il deflusso nella tubazione lungo via Madonnina, a monte e a valle dello sfioratore.



*Profilo longitudinale scarico sfioratore 1210059- Problematica zona cascina Melli*

In **zona Campiorenzo** la tubazione che da via della Somaglia si connette su via Sant'Eurosia a valle dello sfioratore 1210069 mantiene un diametro costante DN400 per tutta la tratta. Il diametro, di per sé limitato in riferimento al carico idraulico da convogliare, è associato a tratte con pendenza molto ridotta. Le diverse esondazioni che avvengono in zona perdurano per diverse ore riversando sul territorio volumetrie non trascurabili che producono allagamenti.

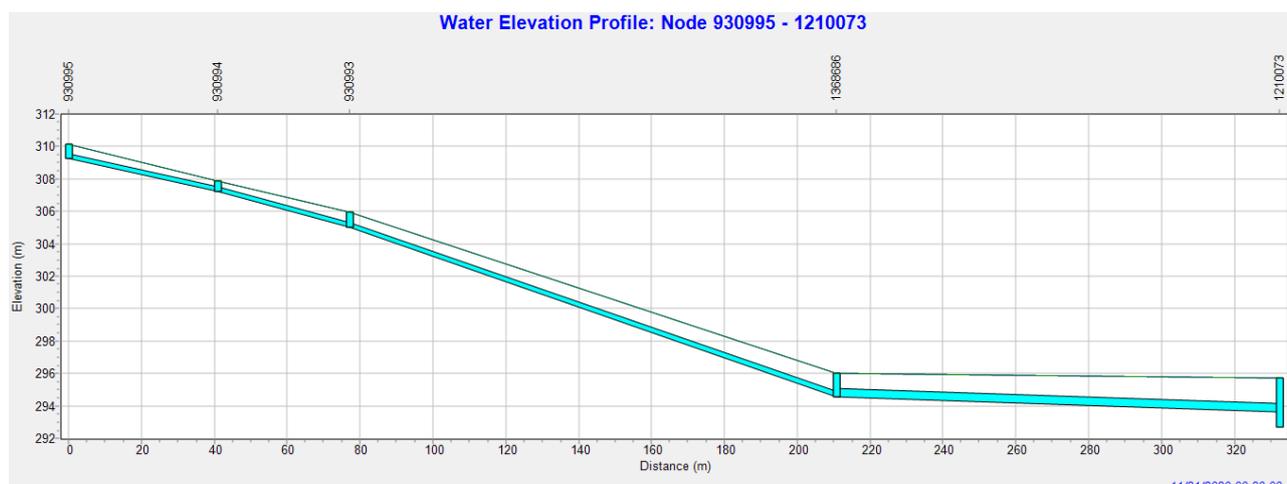


*Planimetria e profilo longitudinale via Somaglia e via Sant'Eurosia - Problematica zona Campo fiorenzo*

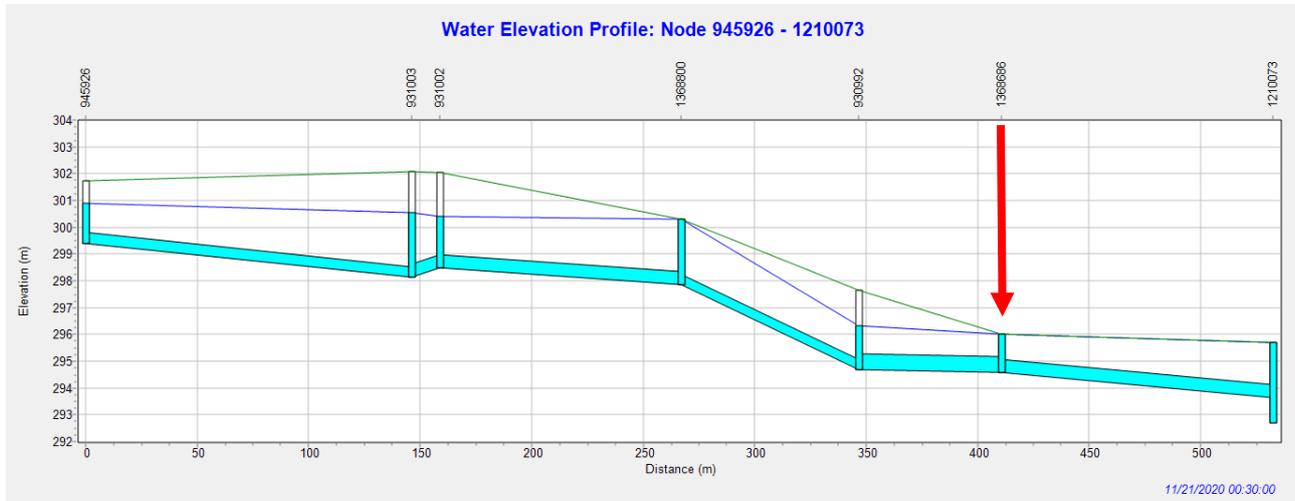
Ad ovest della SP51, a nord dell'incrocio con via Boschetto, si ha la confluenza di più reti in corrispondenza dello sfioratore 1210073. Il nodo risulta problematico con esondazioni da più pozzetti e inondazione dell'area verde.



Planimetria problematica zona SP51 a nord di via Boschetto

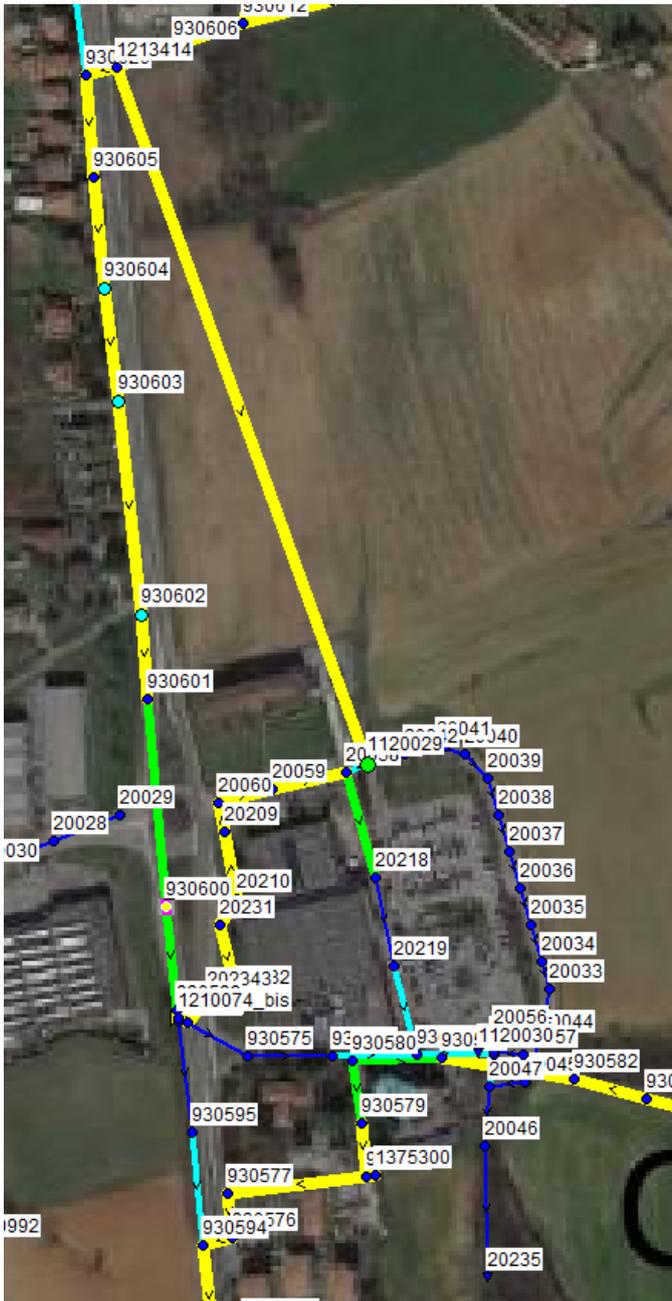


Profilo longitudinale ramo proveniente da ovest - Problematica zona SP51 a nord di via Boschetto



*Profilo longitudinale ramo proveniente da nord - Problematica zona SP51 a nord di via Boschetto*

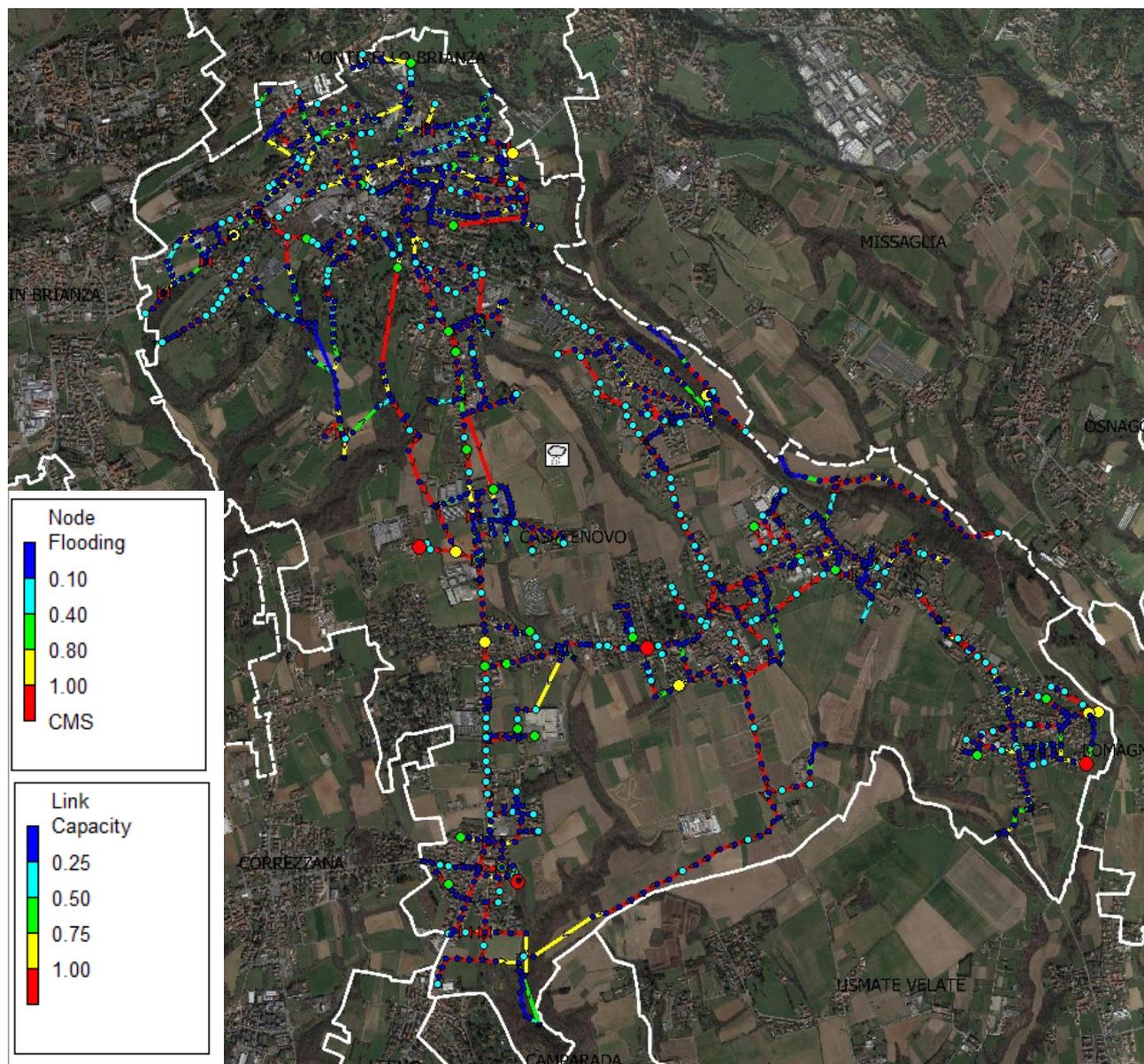
La tratta di SP51 tra l'incrocio con via Modromeno e via S.Pietro è percorsa da una tubazione fognaria a valle dello sfioratore 1213414. Del manufatto non sono note le caratteristiche geometriche quindi nella modellazione è inserito come semplice cameretta, la suddivisione delle portate che ne deriva molto probabilmente non rappresenta la situazione reale. La tubazione di scarico verso il corpo idrico superficiale inoltre risulta essere interrotta al pozzetto 1120029 nei pressi del parcheggio. La tubazione di scarico verso il reticolo idrico risulta infatti completamente scarica.



*Planimetria problematica via Modromeno - via S.Pietro*

La zona industriale interclusa tra via Chiosco, via Don Rossi, via Casati e via Greppi in parte è stata attribuita alle tubazioni fognarie di via Chioso e via Greppi che non sono insufficienti al convogliamento dei contributi meteorici. Parte dell'area suddetta e dell'area interclusa tra via Casati e via S. Giuseppe sono attribuite alla tubazione di via Casati, anch'essa eccessivamente carica.



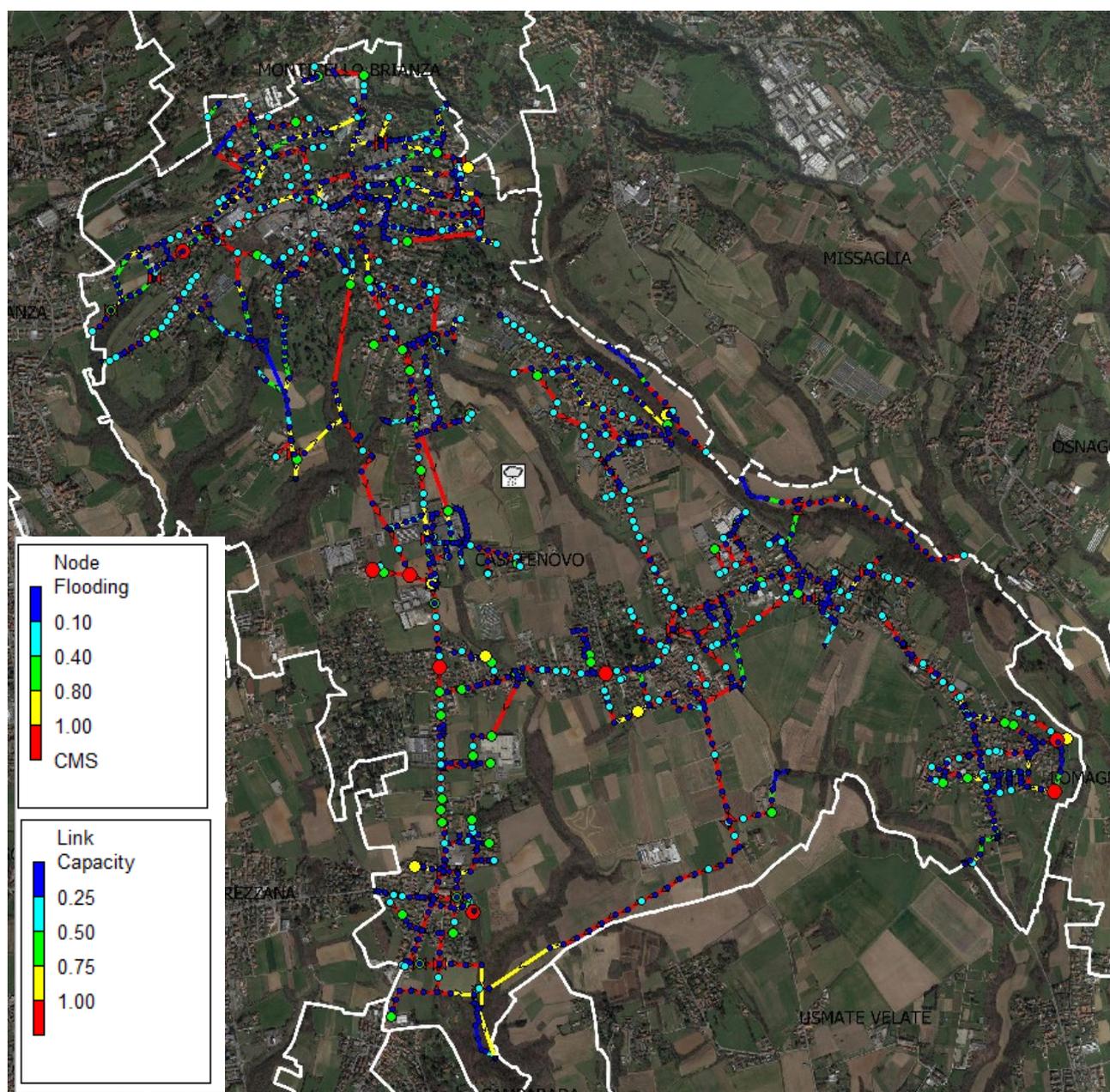


*Tempo di ritorno 50 anni – Funzionamento della rete*

Si rimanda all'allegato planimetrico relativo alle aree di allagamento per tempo di ritorno di 50 anni per l'individuazione cartografica di quanto sopra riportato.

## 2.8. Sintesi dei risultati per tempo di ritorno di 100 anni

Le problematiche evidenziate e descritte per i tempi di ritorno precedenti sono ovviamente acuite per tempo di ritorno di 100 anni. In pratica si ha esondazione dal 90% dei pozzetti della rete fognaria.



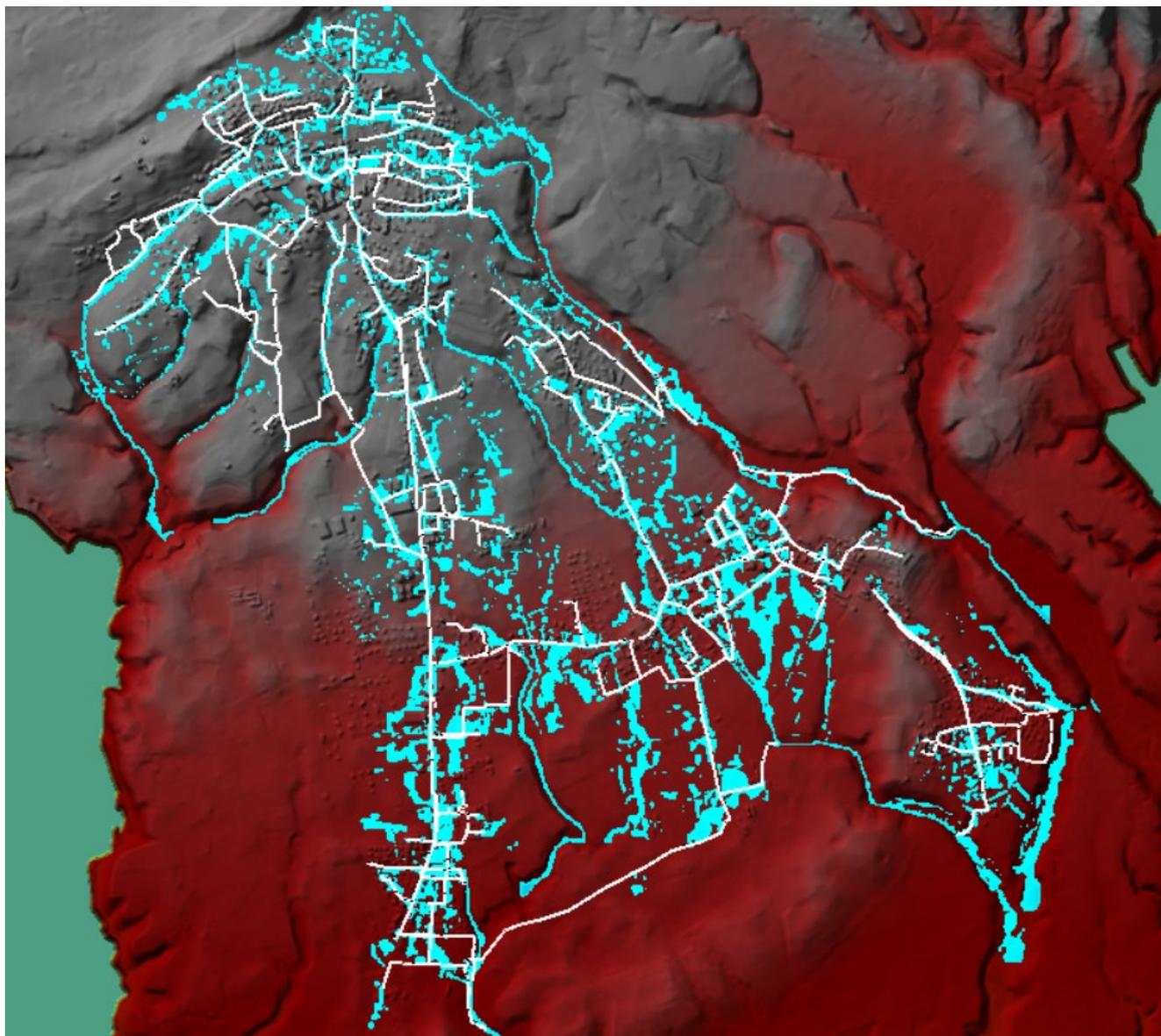
*Tempo di ritorno 100 anni – Funzionamento della rete*

## 2.9. Mappatura delle aree di allagabilità e delle criticità puntuali derivanti dalla modellazione idraulica della rete fognaria (tr 10, 50 e 100anni) - SCENARIO STATO DI FATTO (SSF)

La mappatura delle aree allagabili derivanti dalle insufficienze della rete fognaria deriva dalla diffusione sul territorio delle portate in uscita dai pozzetti calcolate con il programma SWMM. Il programma di calcolo che consente di effettuare il calcolo del deflusso superficiale delle acque utilizzato è HEC RAS 5.0.7 che, sulla base dell'inserimento di una modello digitale del terreno valuta la propagazione delle acque sul territorio in direzione bidimensionale (mesh 2D).

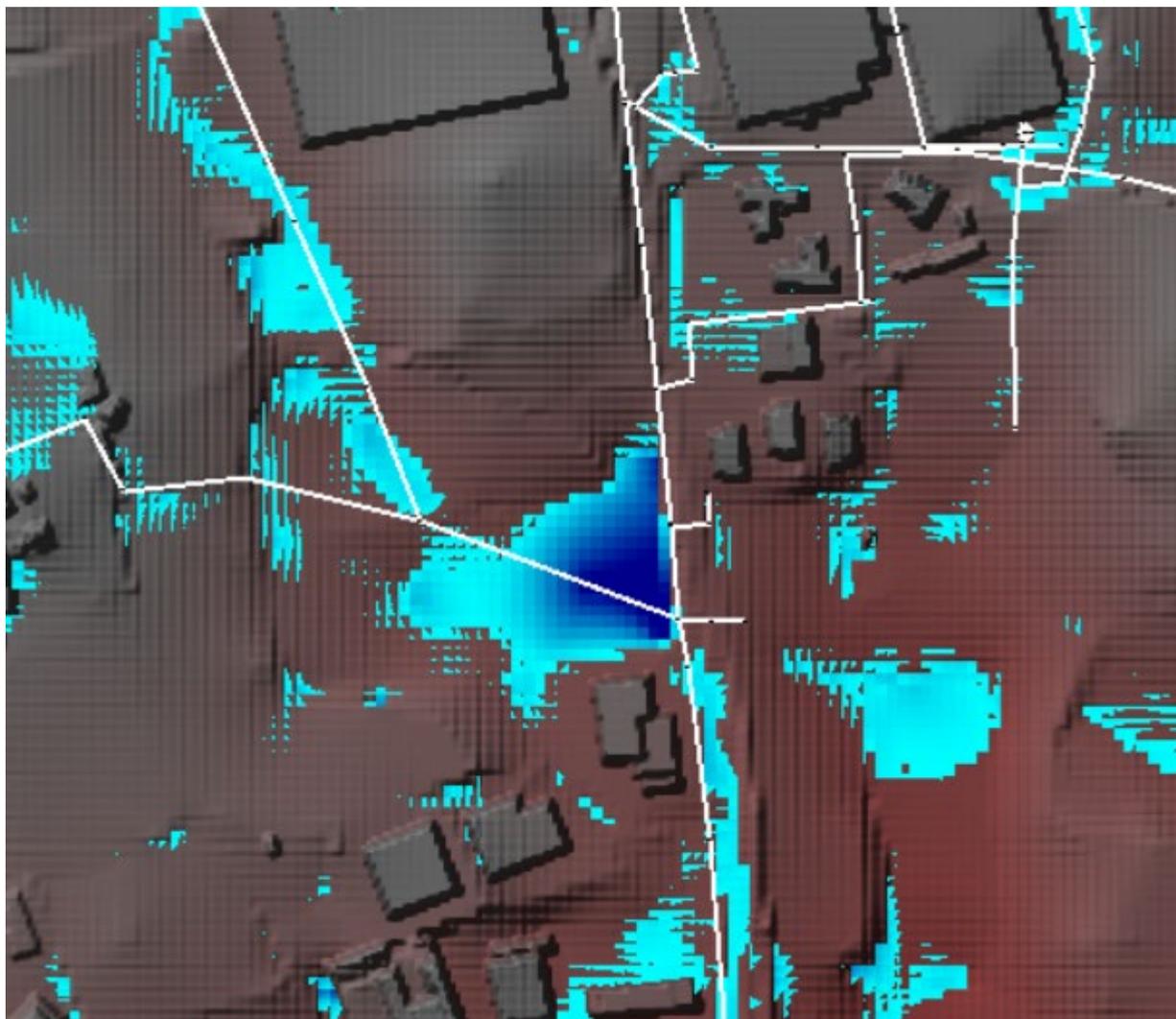
Sul territorio di Casatenovo la base topografica digitale del terreno di maggior dettaglio disponibile è costituita dal LIDAR distribuito dal Ministero dell'Ambiente costituito da un file raster a maglie quadrate con celle di dimensioni 5x5.

La mesh di calcolo di tutto il territorio comunale è di 20x20m. E' stata infittita lungo le tubazioni fognarie e lungo il tracciato del reticolo idrico minore per permettere un calcolo maggiormente rappresentativo, seppur legato al livello di precisione 5x5 del raster di base.

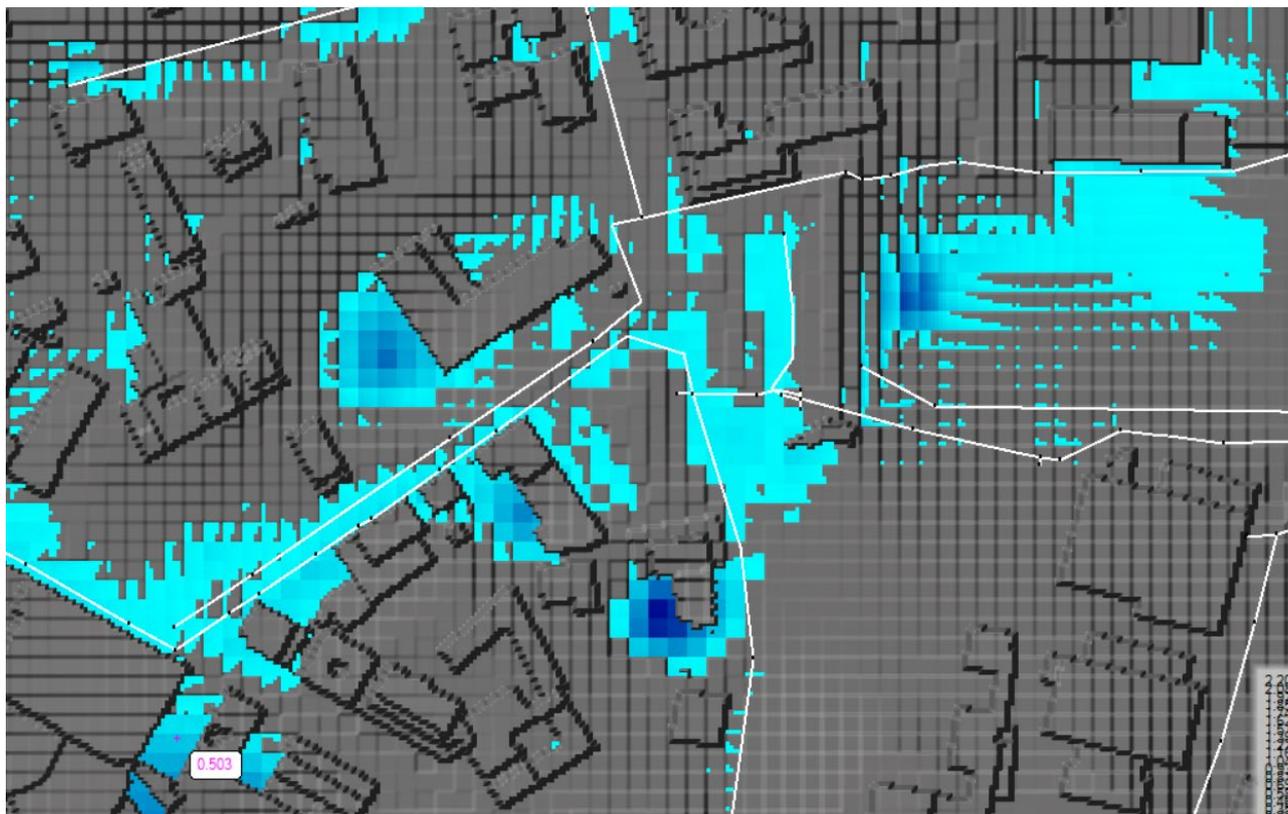


*Allagamenti sul territorio del comune di Casatenovo per tempo di ritorno di 10 anni*

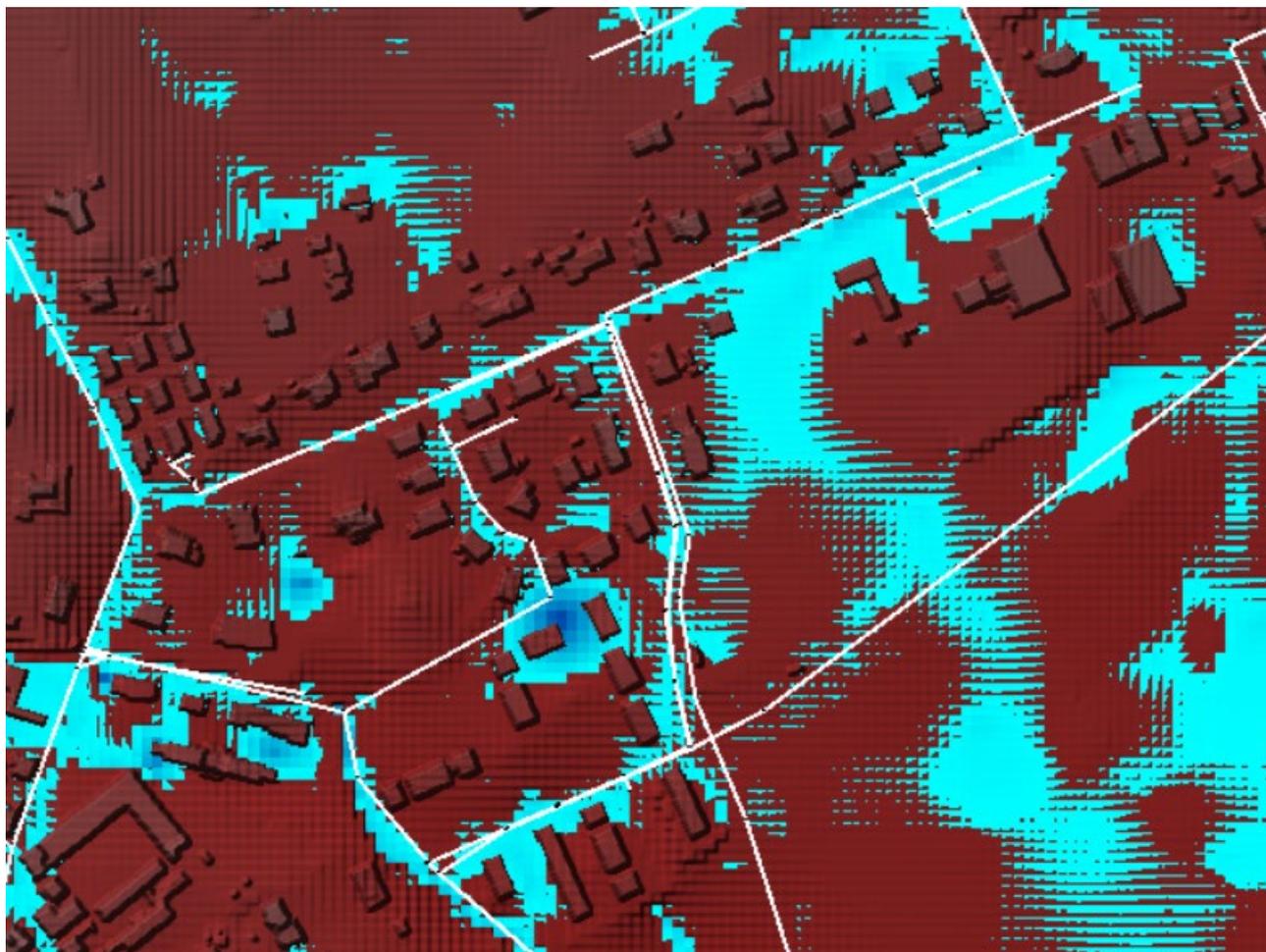
Le zone aventi maggiore battente risultano essere la zona a nord di via Boschetto - incrocio con la SP51, la zona di via Don Giovenzana e campo sportivo n.1 e zona Rogoredo via Volta.



*Zona nord dell'incrocio via Boschetto – SP51*



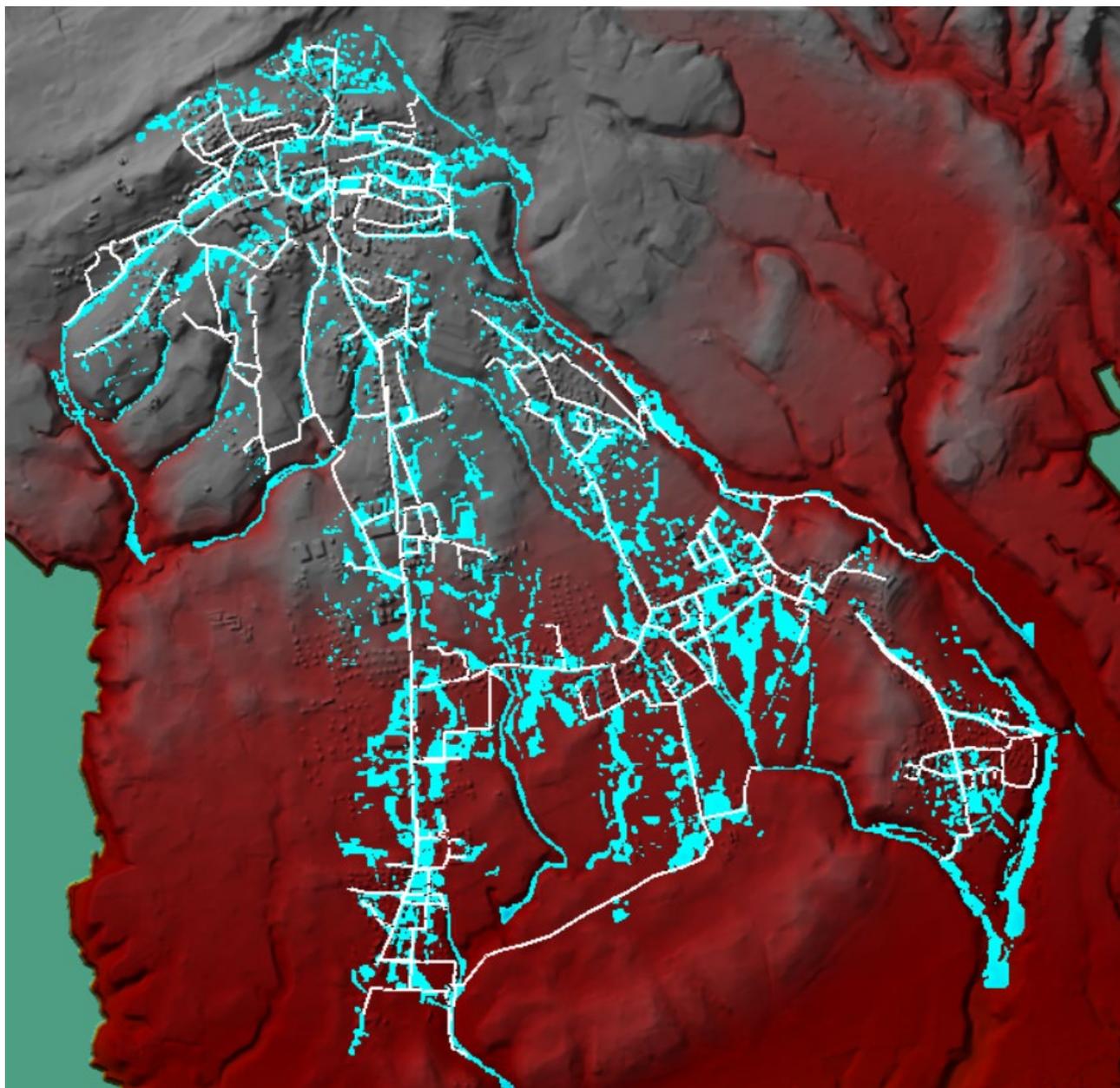
*Via Giovenzana e Campo sportivo n.1*



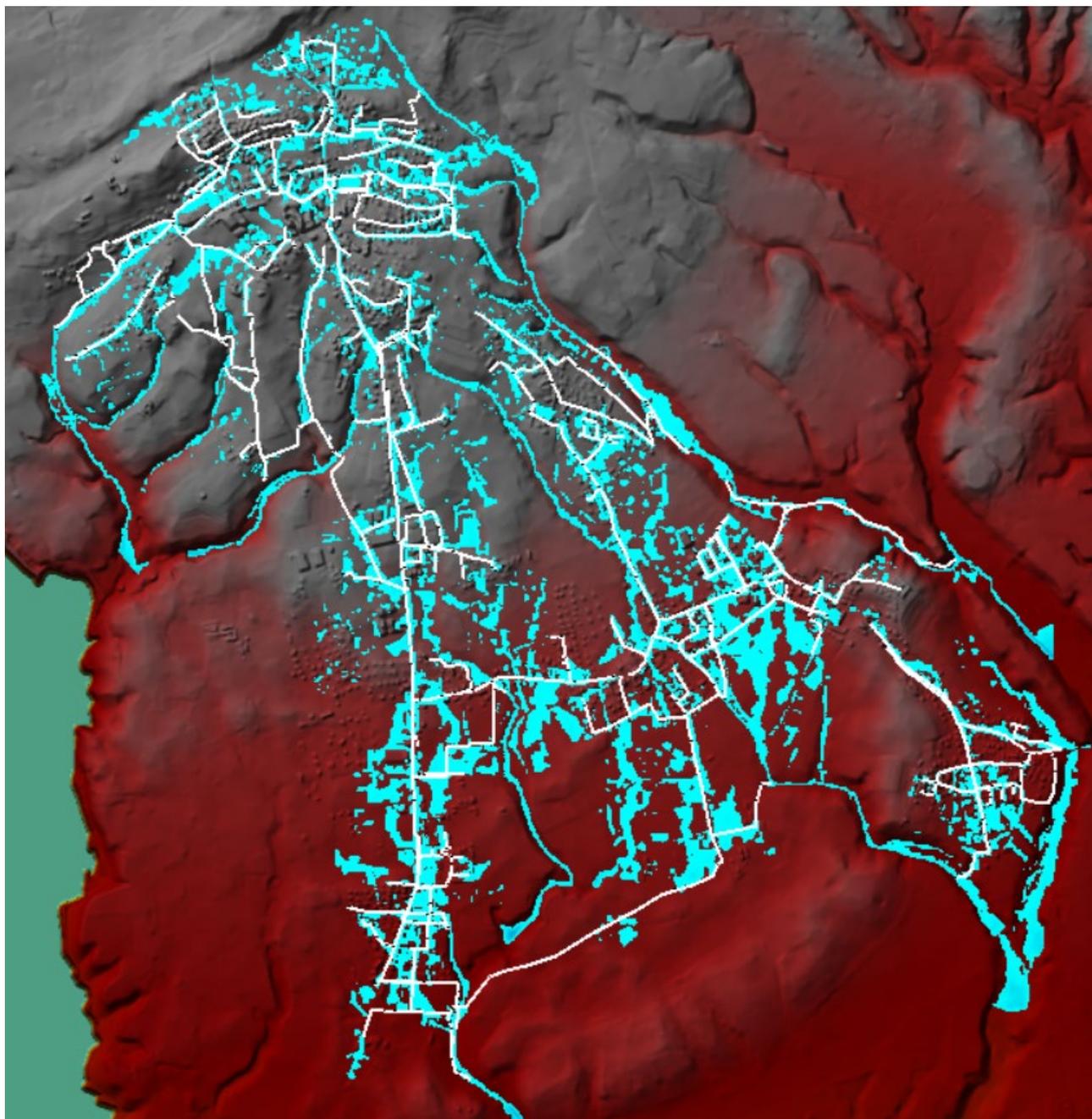
*Via Volta zona Rogoredo*

In generale sul territorio i battenti sono dell'ordine di poche decine di centimetri e le velocità di deflusso sono sempre bassissime.

La differenza tra le aree allagate nei diversi tempi di ritorno in termini planimetrici è quasi impercettibile grazie al funzionamento dei numerosi sfioratori fognari.



*Allagamenti sul territorio del comune di Casatenovo per tempo di ritorno di 50 anni*



*Allagamenti sul territorio del comune di Casatenovo per tempo di ritorno di 100 anni*

### 2.5.1. Sintesi delle criticità idrauliche del territorio comunale individuate dal presente studio

In questo capitolo vengono sintetizzate le criticità idrauliche del territorio comunale. In particolare le criticità sono state suddivise in:

**Problematiche areale:** indicano le problematiche che possono essere rappresentate attraverso una area urbanistica. Indicano aree normalmente allagate.

#### Po Problematiche areale

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Po01	Via Alfieri	UT comunale e stampa	Aree esondazione torrente Nava		INS31
Po02	Via S. Gaetano	PGRA	Aree soggette ad esondazione del reticolo naturale		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po03	Via U. Foscolo	PGRA	Aree soggette ad esondazione del reticolo naturale		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po04	Via S. Pietro	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS18
Po05	Via S. Gaetano	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua	IS02	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS06
Po06	Via Roma -Via Belvedere	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua	IS03	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS07
Po07	Via S. Gaetano - Via Volta	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua	IS14	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS11
Po08	Via S. Anna - C.na S. Anna	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po09	Via Madonnina	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua	IS06	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po10	Via Alfieri	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Po11	Via Madonnina	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua	IS06	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po12	Via F. d'Assisi	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po13	Via della Somaglia	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po14	Via Roma	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS18
Po15	Via Torriggia	PGRA	Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po16	Varie zone del territorio	RIM	Fascia B rispetto x allagamento da RIM		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Po17	Varie zone del territorio	Modellazione idraulica	Allagamenti Tr10	da IS01 a IS34	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30 - da INS06 a INS24
Po18	Varie zone del territorio	Modellazione idraulica	Allagamenti Tr50	da IS01 a IS34	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30 - da INS06 a INS24
Po19	Varie zone del territorio	Modellazione idraulica	Allagamenti Tr100	da IS01 a IS34	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30 - da INS06 a INS24

**Ln Problematiche lineari:** indicano le problematiche dovute a fenomeni localizzabili linearmente connesse alla linea fognaria in pressione e alle esondazioni dai pozzetti relativi.

**Ln** Problematiche lineari

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Ln01	Via Giovenigo	UT comunale e Stampa	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln02	Via Creppi - Giovenigo	Stampa	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln03	Via dei Somaglia	PEC2010 Stampa	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria	IS13	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln04	Via S. Gaetano	UT comunale - Stampa -PEC2010	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln05	Via degli Artigiani	Ufficio tecnico	Allagamento per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS12
Ln06	Via Leone XIII	Ufficio tecnico	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln07	Via don Consonni 3	Ufficio tecnico	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln08	Via Cavalcanti 20/B	Ufficio tecnico	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln09	Via Crotta	Ufficio tecnico	Aree allagabili per insufficienza rete fognaria		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln10	Via S.Gaetano	MODELLAZIONE IDRAULICA	Dorsale principale di scarico con diametri inadeguati	IS02	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS06
Ln11	SP51	MODELLAZIONE IDRAULICA	Esondazioni diffuse per irregolarità geometriche e ridotti diametri	IS03	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Ln12	Via S.Anna	MODELLAZIONE IDRAULICA	Carico eccessivo sulla rete con irregolarità altimetriche		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS08
Ln13	Via S.Carlo e via Carlo Porta	MODELLAZIONE IDRAULICA	Tubazione in pressione con diversi pozzetti in esondazione	IS04	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln14	SP55 e Via della Resistenza	MODELLAZIONE IDRAULICA	Tratte fognarie a pendenza nulla e diametri ridotti		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS09
Ln15	Via Madonnina	MODELLAZIONE IDRAULICA	Irregolarità altimetriche della tubazione con esondazione da pozzetti	IS06	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln16	Via Madonnina - ovest cascina Melli	MODELLAZIONE IDRAULICA	Contropendenza della tubazione	IS07	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln17	Via Peucher	MODELLAZIONE IDRAULICA	Diametri tubazione non adeguati al carico idraulico con produzione allagamenti	IS09	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln18	via dei Tigli	MODELLAZIONE IDRAULICA	Esondazioni prodotte da entrambe le linee fognarie presenti	IS11-IS14	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln19	via Galileo Galilei	MODELLAZIONE IDRAULICA	Impossibilità a scarico della rete per irregolarità altimetrica		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS10
Ln20	via Alessandro Volta	MODELLAZIONE IDRAULICA	Diametri insufficienti	IS11-IS34	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln21	via Alessandro Volta	MODELLAZIONE IDRAULICA	Grave irregolarità altimetrica	IS34	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS11
Ln22	via degli Artigiani	MODELLAZIONE IDRAULICA	Insufficienza rete con esondazione dai pozzetti 21212, 20106 e 20093		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS12
Ln23	via Ugo Foscolo	MODELLAZIONE IDRAULICA	Diametri insufficienti per l'ampio bacino drenato	IS12	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS14

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Ln24	Via S.Giacomo	MODELLAZIONE IDRAULICA	Insufficienze derivanti da irregolarità geometriche		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS13-INS19
Ln25	Via Carminati De Brambilla	MODELLAZIONE IDRAULICA	Insufficienza generalizzata della tratta	IS18-IS19	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln26	SP51	MODELLAZIONE IDRAULICA	Insufficienza della rete fognaria, sfioratore 1210075 produce funzionamento rigurgitato	IS20-IS22-IS23	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln27	Via Elisa Vismara	MODELLAZIONE IDRAULICA	Esondazioni diffuse da diversi pozzetti		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS20
Ln28	Via del lavoro	MODELLAZIONE IDRAULICA	Funzionamento in pressione della rete	IS24	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS21
Ln29	Via S.Giuseppe	MODELLAZIONE IDRAULICA	Immissione su tratta principale rigurgitata per diametri inadeguati	IS26	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln30	Via Manzoni Via Don Giovenzana	MODELLAZIONE IDRAULICA	Funzionamento in pressione della rete con esondazioni da più pozzetti	IS25-IS27-IS28-IS30	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln31	Campo sportivo comunale 1	MODELLAZIONE IDRAULICA	Insufficienza delle reti fognarie per eccessivo carico idraulico	IS31-IS32-IS33	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Ln32	Via Leone XIII - ViaColombina	MODELLAZIONE IDRAULICA	Insufficienza delle rete fognaria	IS29-IS33	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30

**Pt Problematiche puntuali:** indicano problematiche localizzabili nel singolo elemento che crea la criticità; Sfiotori, pozzetti o sottopassi.

**Pt** Problematiche puntuali

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Pt01	Piazza della Repubblica	UT comunale	Sottopasso pedonale		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Pt02	Campo Fiorenzonei pressi del depuratore	UT comunale	Allagamento - morte cane		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Pt03	Via Enrico Fermi - zona verde	MODELLAZIONE IDRAULICA	<b>Sfiatore 1211259</b> - Tubazione in uscita dal manufatto di sfioro inadeguata	IS01	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt04	Via S. Francesco d'Assisi	MODELLAZIONE IDRAULICA	Cameretta 930995 - Attribuzione fittizia di ampia area con assenza di reti		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS01
Pt05	Via S.Luigi	MODELLAZIONE IDRAULICA	Cameretta 20229 - Punto di confluenza di più reti senza scarico		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS02
Pt06	Via della Resistenza	MODELLAZIONE IDRAULICA	Pozzetto 934170 - Probabile troncamento della rete		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS03
Pt07	Via Ticino	MODELLAZIONE IDRAULICA	Cameretta 933049 - Punto di confluenza di più reti senza scarico		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS04
Pt08	Via della Resistenza	MODELLAZIONE IDRAULICA	Cameretta 934171 - Pozzetto di confluenza su tratta a pendenza nulla		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS05
Pt09	Via S. Giovanni Bosco	MODELLAZIONE IDRAULICA	Funzionamento in pressione con esondazione prolungata da pozzetto	IS08	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Pt10	Campo sportivo comunale n.2	MODELLAZIONE IDRAULICA	Cameretta 934029 - Esondazione da pozzetto	IS11	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Pt11	Via S.gaetano	MODELLAZIONE IDRAULICA	Esondazione da pozzetto per rigurgito da valle	IS15	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30
Pt12	Via Crotta	MODELLAZIONE IDRAULICA	Funzionamento in pressione dello <b>sfioratore 1210076</b>	IS21-IS23	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt13	Via Sirtori	MODELLAZIONE IDRAULICA	Irregolarità altimetrica con esondazione da pozzetto		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS25
Pt14	SP51	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt15	Via Modromeno	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt16	Via Don Carlo Gnocchi	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt17	Via Don Carlo Gnocchi	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33-INS07
Pt18	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt19	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt20	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt21	Via Colombina	LARIO RETI	Sfioratore	IS29	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt22	Via della Misericordia	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt23	Via Europa	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt24	Via Stoppani	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt25	Via Madonnina	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Pt26	Via G. Galilei	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt27	Via G. Galilei	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt28	Via del Fabbro	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt29	Via San Gaetano	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt30	Via San Gaetano	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt31	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt32	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt33	Via NON CODIFICATA	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt34	Via San Giovanni Bosco	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt35	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt36	Via Alcide De Gasperi	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt37	Via Roma	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt38	Via Roma	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt39	Via Roma	LARIO RETI	Sfioratore	IS20	INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt40	Via Cascina Crotta	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt41	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33

ID	INDIRIZZO	FONTE	DESCRIZIONE	OPERA STRUTTURALE	OPERA NON STRUTTURALE
Pt42	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt43	Via San Gaetano	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt44	Via Leone XIII	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt45	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt46	FUORI AMBITO STRADALE	LARIO RETI	Sfioratore		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33
Pt47	Zona ex depuraotre		scarico n. 28		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS33-INS32
Pt48	Lungo Rio Molgara	Rilievato da Smart House	scarico non meglio identificato		INS26-INS27-INS28-INS29-INS30-INS32

## 2.6. Mappatura della pericolosità e del rischio idraulico su scala comunale

Unendo le informazioni derivanti da precedenti studi riportati nei capitoli precedenti, insieme alle informazioni raccolte dai gestori del reticolo, dalla protezione civile e dagli uffici comunali possiamo tracciare una mappatura, riassunta nella tavola 1A-1B-1C, dove sono riassunte tutte le aree di **vulnerabilità e criticità idraulica**.

In particolare si sono evidenziati le seguenti aree vulnerabili sede di allagamenti e quindi con pericolosità idraulica:

- **Zone allagamento reticolo Principale da PGRA esistente**
  - o Esondazione reticolo naturale
  
- **Zone allagamenti storici:**
  - o Esondazione Rio Molgorana
  - o Esondazione Rio la Molgora
  - o Esondazione Roggia Nava
  
- **Zone con problematiche della rete fognaria evidenziate dalla modellizzazione della rete fognaria:**
  - o Esondazione rete fognaria
  
- **Sottopassi**

IDENTIFICATIVO	UBICAZIONE	USO	PROBLEMATICHE
Pt01	P.zza della Repubblica	PEDONALE	<b>NO ALLAGAMENTI</b>

Per la mappatura della pericolosità idraulica verranno considerate le sole zone con criticità idraulica sedi di allagamenti o esondazioni.

Le informazioni, come in precedenza descritto in dettaglio, sono state elaborate dall'analisi della documentazione a corredo di:

- componente geologica-idrogeologica e sismica del PGT
- Piano Emergenza Comunale (PEC)
- documentazione storica eventi alluvionali
- informazioni del gestore LARIO RETI HOLDING
- informazioni Comune di Casatenovo e dalla Protezione Civile
- mappe Piano di Gestione del Rischio Alluvioni PGRA
- risultati dello studio generale del funzionamento della rete fognaria

Inoltre, al fine di effettuare la mappatura del rischio idraulico su scala comunale secondo una ripartizione in classi a gravità crescente si è ritenuto indispensabile evidenziare gli elementi di pericolosità idraulica e la loro esposizione.

Partendo dalla relazione che determina il rischio idraulico:

$$R = P * (E * V)$$

Essendo  $(E * V) = D$ , con  $V = 1$  avremo  $(E * V) = D$  (Danno) e quindi  $E = D$  ed  $R = P * D$ , dove:  
 $P$  = Pericolosità o probabilità di accadimento di un evento alluvionale di data intensità in un intervallo di tempo prefissato e su una determinata area

$E$  = Esposizione, valore degli elementi a rischio intesi come persone, beni, patrimonio culturale ed ambientale ecc. presenti nell'area inondabile

$V$  = Vulnerabilità degli elementi a rischio, è il grado di perdita o danno associato a un elemento o a un gruppo di elementi a rischio risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data magnitudo. Dipende sia dalla capacità degli elementi a rischio di sopportare l'evento che dall'intensità dell'evento stesso. Varia da 0 (nessun danno/perdita) a 1 (danno/perdita totale)

In mancanza di specifiche curve del danno correlate alla tipologia, magnitudo e frequenza dell'evento considerato e al comportamento delle strutture e agli usi delle

stesse, la vulnerabilità è stata assunta in modo semplificato assegnando, a favore di sicurezza, un valore costante uguale ad 1 a tutti gli elementi esposti considerati.

Per la definizione della pericolosità si sono utilizzati gli scenari di pericolosità identificati dalla Direttiva Alluvioni:

Direttiva	Alluvioni	Pericolosità
Scenario	TR (anni)	
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa

La stima del danno è stata definita seguendo gli "Indirizzi operativi per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni" di MATTM. Nonché le indicazioni ISPRA «Proposta metodologica per l'aggiornamento delle mappe di pericolosità e di rischio».

In particolare sono stati definiti gli elementi esposti al danno, suddividendo gli elementi in:

- Elementi puntuali
- Elementi poligonali

	Elementi esposti	Fonte dati
PUNTUALI	Beni culturali vincolati	Banca dati SIRBeC – DG Culture, Identità e Autonomie –MIBAC
	Immobili e aree di notevole interesse pubblico	Banca dati SIBA – DG Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile
	Impianti allegato I del D.L. 59/2005	PRIM – DG Sicurezza, Protezione Civile e Immigrazione
	Aree protette per estrazione acqua a uso idropotabile	PTUA
	Strutture ospedaliere	DG Salute
		PRIM – DG Sicurezza, Protezione Civile e Immigrazione
	Scuole	PRIM – DG Sicurezza, Protezione Civile e Immigrazione
	Dighe	DG Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile
	Depuratori	DG Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile
Inceneritori	Banca dati SILVIA – DG Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile e altre fonti informative pubbliche	
POLIGONALI	Uso del suolo	DUSAF 2.1 – Uso suolo
	Reti ferroviarie	DUSAF 3.0 – Uso suolo
	Reti stradali	DUSAF 3.0 – Uso suolo
Grafo stradale (provinciali e comunali) – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo		

Per ciascun elemento è stato associato una classe di danno, seguendo le linee guida sopraindicate ottenendo le tabelle seguenti:

## Attribuzione classe di danno – elementi poligonali

CLASSE D4	
DUSAF	
1111	Tessuto residenziale denso
1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso
1121	Tessuto residenziale discontinuo
1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme
1123	Tessuto residenziale sparso
11231	Cascine
1424	Aree archeologiche
12122	Impianti di servizi pubblici e privati
12111	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali
12112	Insedimenti produttivi agricoli
12121	Insedimenti ospedalieri
12123	Impianti tecnologici
1222	Reti ferroviarie e spazi accessori
123	Aree portuali
12125	Aree militari obliterate
124	Aeroporti ed eliporti
1421	Impianti sportivi
1423	Parchi divertimento
1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive

CLASSE D3	
DUSAF	
133	Cantieri
12124	Cimiteri
132	Discariche
131	Cave
2113	Colture orticole
2114	Colture floro-vivaistiche
2115	Orti familiari

Reti stradali	
D4	Reti primarie: autostrade, strade statali/regionali, strade provinciali
D3	Reti secondarie: strade comunali

<b>CLASSE D2</b>	
<b>DUSAF</b>	
211	Seminativi
1411	Parchi e giardini
221	Vigneti
222	Frutteti e frutti minori
223	Oliveti
3114	Castagneti da frutto
213	Risaie
2313	Marcite
1412	Aree verdi incolte
2241	Pioppeti
2242	Altre legnose agrarie

<b>CLASSE D1</b>	
<b>DUSAF</b>	
134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate
231	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
311	Boschi di latifoglie
312	Boschi conifere
313	Boschi misti
314	Rimboschimenti recenti
331	Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi
321	Praterie naturali d'alta quota
322 - 324	Cespuglieti
332	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione
333	Vegetazione rada
411	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere
3113	Formazioni ripariali
3222	Vegetazione dei greti
3223	Vegetazione degli argini sopraelevati
511	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
5121	Bacini idrici naturali
5123	Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda
5122	Bacini idrici artificiali
335	Ghiacciai e nevi perenni

### Attribuzione classe di danno – elementi puntuali

<b>Elementi esposti</b>	<b>Danno</b>
<b>Beni culturali vincolati</b>	<b>D4</b>
<b>Immobili e aree di notevole interesse pubblico</b>	<b>D4</b>
<b>Impianti allegato I del D.L. 59/2005</b>	<b>D4</b>
<b>Aree protette per estrazione acqua a uso idropotabile</b>	<b>D4</b>
<b>Strutture ospedaliere</b>	<b>D4</b>
<b>Scuole</b>	<b>D4</b>
<b>Dighe</b>	<b>D4</b>
<b>Depuratori</b>	<b>D3</b>
<b>Inceneritori</b>	<b>D3</b>

In sintesi si è operato identificando:

Gli elementi esposti, poligonali e puntuali tramite le carte di utilizzo del suolo DUSAF e tutte le informazioni relative ad aree protette, con vincoli di tipo paesaggistico, archeologico e culturale o socialmente sensibili.

La determinazione del rischio è ottenuta dalla combinazione dei parametri, danno e pericolosità, condotta attraverso una matrice con 4 righe e 2 colonne (per le pericolosità connesse al reticolo secondario di pianura e al sistema fognario).

Nelle righe sono riportati i parametri danno e nelle colonne i livelli di pericolosità associabili agli eventi ad elevata, media e bassa probabilità di accadimento.

L'implementazione di tale matrice ha consentito l'attribuzione di ogni elemento esposto ad una delle classi di rischio previste nei dispositivi nazionali.

Come indicato, per il calcolo del rischio verrà utilizzata:

- per tutte le zone con pericolosità derivante dal reticolo principale, la tabella seguente riferita al Reticolo Principale (RP).

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

**Matrice 1**  
Reticolo principale (RP)  
Reticolo secondario  
collinare e montano (RSCM)

- per tutte le aree con pericolosità derivante **reticolo secondario di pianura e dalla rete fognaria** si utilizzerà la seguente tabella

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

**Matrice 3**  
Reticolo secondario di  
pianura (**RSP**)

Il risultato della combinazione dei dati di input porta alla definizione del livello di rischio riassunto nella seguente tabella.

RISCHIO		DESCRIZIONE
R1	MODERATO	Rischio moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici ai beni ambientali e culturali marginali
R2	MEDIO	Rischio medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e ai beni ambientali e culturali che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività socio-economiche.
R3	ELEVATO	Rischio elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici, con conseguente inagibilità degli stessi, alle infrastrutture e ai beni ambientali e culturali, con l'interruzione delle funzionalità socio-economiche.
R4	MOLTO ELEVATO	Rischio molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e ai beni ambientali e culturali e la distruzione delle funzionalità delle attività socio-economiche

Si è così proceduto alla realizzazione di una **mappatura del pericolo idraulico** caratterizzando le aree del territorio allagabili con la pericolosità determinata attraverso l'analisi di studi derivanti dal PGT, PGRA, PEC, studi idraulici di dettaglio, modellazione della rete fognaria, informazioni e dettagli raccolti dalla Protezione Civile e dal gestore della rete fognaria LARIO RETI Holding.

- Per le **aree allagabili a pericolosità idraulica derivanti dal Reticolo idrico Principale RP** e il loro livello di pericolosità **sono state estrapolate da quanto riportato nel PGRA**
- Per le zone interessate da problematiche evidenziate dalla Protezione Civile, dal PGT e dal PEC nonché dai Gestori dei reticoli si sono utilizzati livelli di **pericolosità P3** legata ai tempi di ritorno degli eventi che hanno creato le problematiche.
- Per le **aree allagabili a pericolosità idraulica derivanti dalla insufficienza della rete fognaria** (risultati desunti dalla modellizzazione della rete fognaria) il **livello di pericolosità è correlato ai  $T_{ritorno}$  che caratterizzano l'insorgere dell'allagamento.**
- Per le **aree allagabili a pericolosità idraulica desunte dai risultati degli studi idraulici di dettaglio** il **livello di pericolosità è correlato ai  $T_{ritorno}$  che caratterizzano l'insorgere dell'allagamento.**

Tutte le aree di allagamento pericolose con indicazione del loro **livello di pericolosità** è riassunto nella **tavola 1.A-1.B-1.C**

### 3. Indicazioni misure non strutturali di riduzione del rischio idraulico idrologico a livello comunale

In accordo con quanto richiesto dal rr 7/2017 art. 14, comma 7, lettera a), numero 5; vengono di seguito indicate e suggeriti alcuni interventi non strutturali da applicare sia su nuove urbanizzazioni sia sul costruito.

I provvedimenti non strutturali sono volti a ridurre la vulnerabilità o il valore degli elementi esposti al rischio.

Tali misure sono rappresentate da interventi atti a prevenire o ridurre i danni conseguenti all'evento di piena:

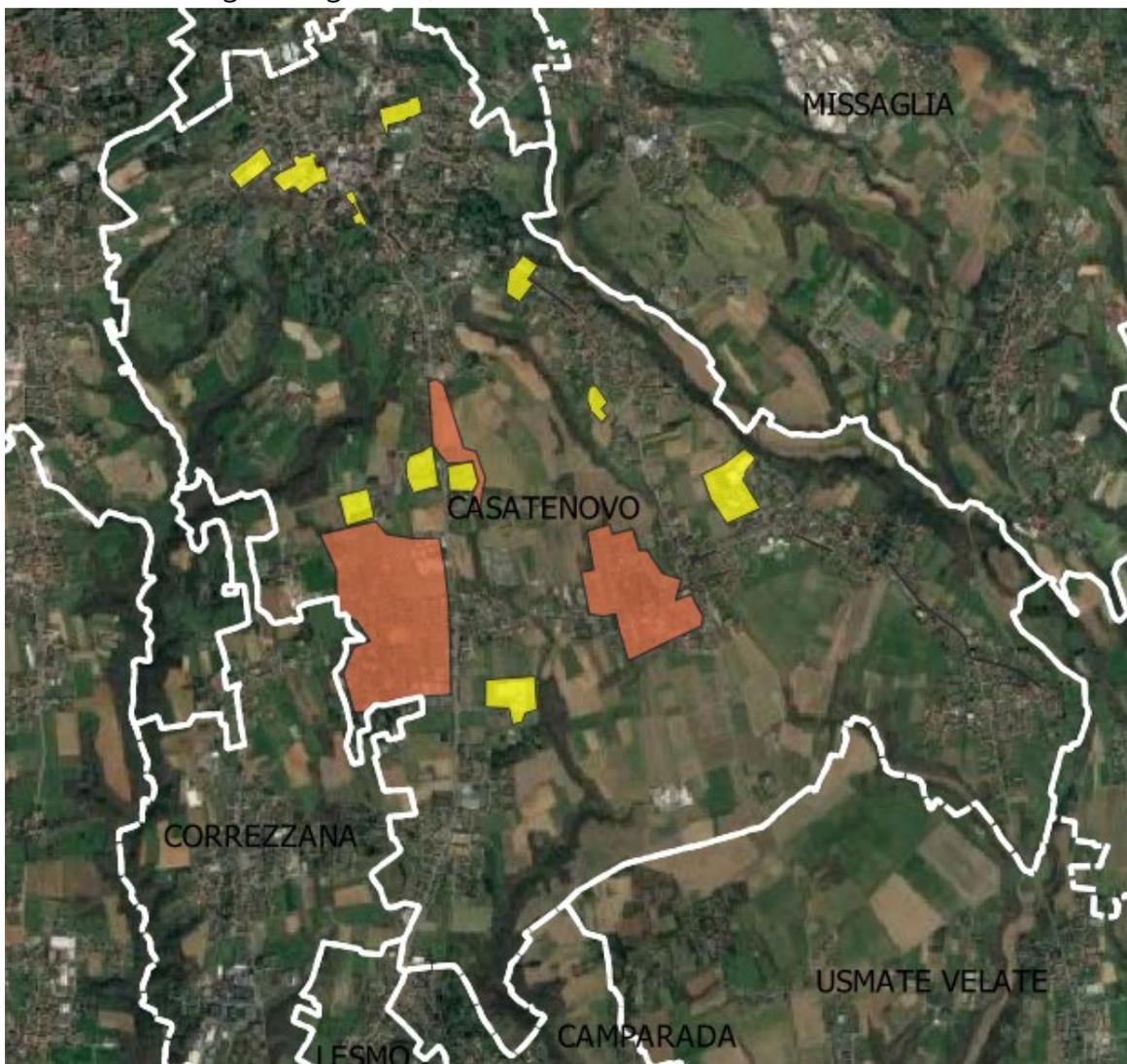
- provvedimenti di tipo amministrativo destinati a disciplinare la destinazione d'uso del suolo di un territorio tramite l'introduzione di vincoli e restrizioni fortemente correlati con le caratteristiche idrogeologiche dei corsi d'acqua e delle aree confinanti e, più in generale, con il modello di sviluppo previsto per il territorio interessato;
- provvedimenti intesi a modificare l'impatto delle inondazioni sugli individui e sulle Comunità, tramite campagne di informazione che abituino la popolazione a convivere con tali eventi;
- provvedimenti intesi a realizzare sistemi di previsione delle piene, con diffusione dell'allarme alla popolazione e organizzazione e gestione dell'emergenza;
- misure di protezione civile per la riduzione del rischio;
- implementazioni di sistema di gestione delle attività atte alla riduzione della pericolosità;
- definizione di attività di approfondimento, studio che permettano di avere una migliore conoscenza della situazione in essere.

#### 3.1. Interventi non strutturali proposti dal presente studio

Il comune di Casatenovo è caratterizzato a nord da un'ampia zona in cui il tessuto urbano è consolidato e non lascia spazio ad interventi di disconnessione puntuale.

Planimetricamente sono state individuate alcune aree produttive in cui tale tipo di intervento contribuirebbe a ridurre il carico idraulico sulle reti fognarie (aree in colore giallo nell'immagine seguente).

Nella parte sud del territorio comunale le aree urbanizzate sono isolate ed intervallate da ampie zone verdi. I dati geometrici della rete fognaria in dette zone è assente o caratterizzata da dati che necessitano adeguati approfondimenti (aree in colore marrone nell'immagine seguente).



*Aree di possibile disconnessione idraulica e aree con dati geometrici scarsi*

Nelle zone sopra individuate è fondamentale incentivare sull'esistente le laminazioni delle acque bianche private direttamente in loco in modo da alleggerire le reti esistenti.

Nei paragrafi successivi verranno indicati gli interventi strutturali proposti dal presente studio. Ciascuna tipologia di intervento viene presentata nelle sue caratteristiche e finalità.

### 3.1.1. Indagini di approfondimento

#### **Indagini topografiche rete fognaria (INS01-INS02-INS03-INS04-INS05-INS06-INS07-INS09-INS10-INS11-INS13-INS18-INS20-INS25)**

E' assolutamente necessario effettuare delle indagini di approfondimento e verifica topografica della rete fognaria. Il rilievo attuale, come indicato nei capitoli precedenti, è incompleto sia in termini di tratte analizzate sia in termini di dati e misure dei pozzetti e della rete.

#### **Studi di fattibilità disconnessioni Idrauliche (INS21-INS24)**

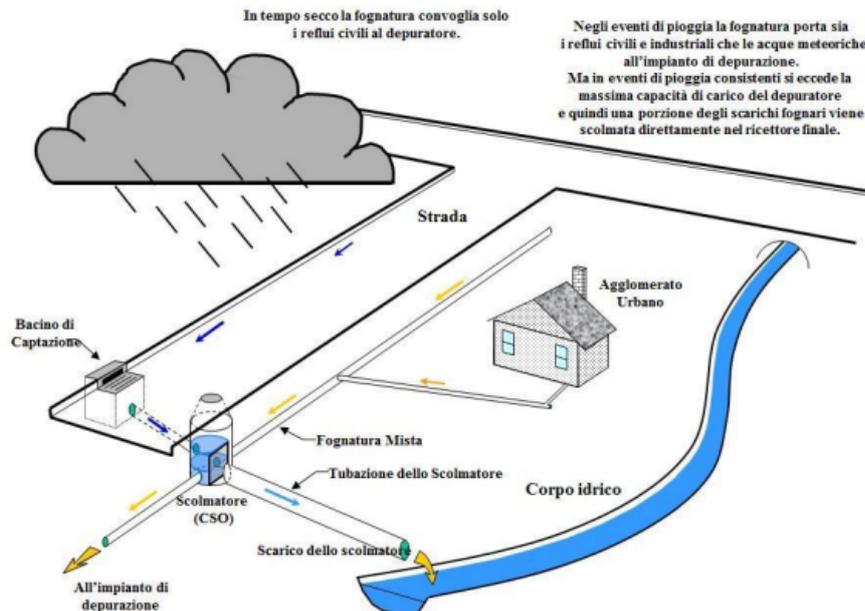
Vengono proposti in diverse aree pavimentate interventi di disconnessione idraulica dalla rete fognaria con recapito in suolo e primi strati del sottosuolo mediante pozzi drenanti/disperdenti (previa prove di permeabilità). Gli interventi sono efficaci localmente per risolvere problematiche puntuali ma anche contribuiscono ad alleggerire gli sfioratori di riferimento.

#### **Verifiche permessi e compatibilità idraulica manufatti (INS31-INS32)**

Vengono proposti interventi di indagine ed approfondimento per capire se i manufatti di attraversamento o scarico hanno dei permessi abilitativi ivi compreso la compatibilità idraulica dei manufatti stessi.

### 3.1.2. Stima del calcolo dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate limite previste dall'art.8 comma 5 del R.R. 7/2017 (INS33)

L'art. 8 comma 5 del R.R. 7/2017 stabilisce che per le aree ad elevata criticità idraulica (classe A) il valore limite di portata scaricabile nei corpi idrici ricettori sia pari al 10 l/s per ettaro impermeabile afferente al punto di scarico.



Il comune di Casatenovo è dotato di 35 sfioratori ai quali afferiscono le reti fognarie comunali. Come già indicato nei paragrafi relativi alla descrizione della rete fognaria i dati geometrici della rete risultano scarsamente affidabili, in diverse zone totalmente mancanti e in alcuni tratti la rete fognaria proviene da comuni limitrofi e non se ne conosce l'origine.

I dati a disposizione non consentono quindi di poter definire le aree effettivamente afferenti al singolo sfioratore con accettabile approssimazione.

Da quanto sopra deriva l'impossibilità alla stima dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate limite.

### 3.1.3. Sistemi di gestione e piani di manutenzione

#### **Piani di manutenzione rete fognaria (INS27)**

Per sopperire a problemi strutturali e in attesa di interventi strutturali che risolvano definitivamente il problema, sono definiti alcuni interventi di manutenzione preventiva per prevenire ed evitare problematiche in alcuni punti di criticità. E' evidente che tali interventi sono necessari alla riduzione dell'eventualità dell'evento critico ma non risolvono definitivamente la base del problema che dovrà essere risolto solo attraverso interventi strutturali sulla rete. Altresì queste misure non strutturali aiutano a controllare e ridurre notevolmente la pericolosità dell'evento.

### 3.1.4. Regolamento Edilizio Comunale (INS26)

La prima misura per sua natura non strutturale è la modifica del RE al fine di recepire puntualmente quanto previsto dal rr 7/2017. Di seguito si riporta integralmente l'art.6 del RR 7/2017, che dispone le norme da recepire nel Regolamento Edilizio Comunale.

#### **Segue l'articolato da inserire nel regolamento edilizio:**

1. Il regolamento edilizio comunale esplicita e dettaglia i seguenti contenuti:
  - a) per gli interventi soggetti a permesso di costruire, a segnalazione certificata di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del d.p.r. 380/2001 o a comunicazione di inizio lavori asseverata:
    1. nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto di invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del presente regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10; tale progetto, fatto salvo quanto previsto all'articolo 19 bis della legge 241/1990 e all'articolo 14 della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4 (Revisione

della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua), è allegato alla domanda, in caso di permesso di costruire, o alla segnalazione certificata di inizio attività o alla comunicazione di inizio lavori asseverata, unitamente:

- 1.1. all'istanza di concessione allo scarico, presentata all'autorità idraulica competente, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale; in caso di utilizzo di uno scarico esistente, agli estremi della concessione;
  - 1.2. alla richiesta di allacciamento, presentata al gestore, nel caso di scarico in fognatura; in caso di utilizzo di un allacciamento esistente, agli estremi del permesso di allacciamento;
  - 1.3. all'accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato; in caso di utilizzo di uno scarico esistente in un reticolo privato, al relativo accordo con il proprietario del reticolo;
- 1 bis. se viene adottato il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 1, lettera a), alla domanda, in caso di istanza di permesso di costruire, alla segnalazione certificata di inizio attività o alla comunicazione di inizio lavori asseverata è allegata la dichiarazione del progettista ai sensi della stessa lettera a);
2. in caso di scarico in rete fognaria, il comune, nell'ambito della procedura di rilascio del permesso di costruire, può chiedere il parere preventivo del gestore del servizio idrico integrato sull'ammissibilità dello scarico in funzione della capacità idraulica della rete ai sensi dell'articolo 8, comma 2 e sul progetto di invarianza idraulica e idrologica;
  3. in caso di variante all'intervento che modifichi i parametri funzionali al calcolo dei volumi di invarianza idraulica o idrologica, il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve essere adeguato e allegato alla richiesta di variante del permesso di costruire, ovvero alla presentazione della variante nel caso di segnalazione certificata di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del d.p.r. 380/2001 o di

comunicazione di inizio lavori asseverata, ovvero alla nuova domanda di rilascio di permesso di costruire o alla nuova segnalazione certificata di inizio attività o alla nuova comunicazione di inizio lavori asseverata; qualora la variante comporti anche una modifica dello scarico, deve essere ripresentata l'istanza, la domanda o accordo di cui ai numeri 1.1 1.2 o 1.3, da allegare alla richiesta di variante;

4. prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato l'efficacia della segnalazione certificata di inizio attività o della comunicazione di inizio lavori asseverata è condizionata all'acquisizione della concessione, del permesso o dell'accordo di cui al presente numero;
5. la segnalazione certificata presentata ai fini dell'agibilità, di cui all'articolo 24 del d.p.r. 380/2001è, altresì, corredata:
  - 5.2. da una dichiarazione di conformità delle opere realizzate a firma del direttore dei lavori, ove previsto, oppure del titolare, che documenti la consistenza e congruità delle strutture o anche opere progettate e realizzate, ai fini del rispetto dei limiti ammissibili di portata allo scarico;
  - 5.3. dal certificato di collaudo, qualora previsto, ovvero dal certificato di conformità alla normativa di settore delle opere di invarianza idraulica e idrologica;
  - 5.4. dagli estremi della concessione allo scarico, di cui al numero 1.1, rilasciata, prima dell'inizio dei lavori, dall'autorità idraulica competente, se lo stesso avviene in corpo idrico superficiale;
  - 5.5. dagli estremi del permesso di allacciamento di cui al numero 1.2, nel caso di scarico in fognatura;
  - 5.6. dalla ricevuta di avvenuta consegna del messaggio di posta elettronica certificata con cui è stato inviato a Regione il modulo di cui all'allegato D;

6. Al fine di garantire il rispetto della portata limite ammissibile, lo scarico nel ricettore è attrezzato con gli equipaggiamenti, descritti all'articolo 11, comma 2, lettera g), inseriti in un pozzetto di ispezione a disposizione per il controllo, nel quale deve essere ispezionabile l'equipaggiamento stesso e devono essere misurabili le dimensioni del condotto di allacciamento alla pubblica rete fognaria o del condotto di scarico nel ricettore; i controlli della conformità quantitativa dello scarico al progetto sono effettuati dal gestore del servizio idrico integrato, se lo scarico è in pubblica fognatura, o dall'autorità idraulica competente, se lo scarico è in corpo idrico superficiale;
- b)** per interventi rientranti nell'attività edilizia libera, di cui all'articolo 3, comma 2, lettera d):
1. occorre rispettare il presente regolamento per quanto riguarda i limiti e le modalità di calcolo dei volumi, fatta eccezione per gli interventi di cui all'articolo 3, comma 3, per i quali valgono le disposizioni di cui alla lettera c) del presente comma;
  2. prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato;
- c)** per interventi relativi alle infrastrutture stradali, autostradali, loro pertinenze e parcheggi:
1. nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto di invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del presente regolamento e con i contenuti stabiliti all'articolo 10;

2. prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico, se lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale, o il permesso di allacciamento, nel caso di scarico in fognatura, o deve essere sottoscritto un accordo tra il richiedente lo scarico e il proprietario, nel caso di scarico in un reticolo privato;

**d)** nel caso di impossibilità a realizzare le opere di invarianza idraulica o idrologica previsto all'articolo 16:

1. alla domanda di permesso di costruire, alla presentazione della segnalazione certificata di inizio attività o della comunicazione di inizio lavori asseverata deve essere allegata la dichiarazione motivata di impossibilità a realizzare le misure di invarianza idraulica, firmata dal progettista dell'intervento tenuto al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, unitamente al calcolo della monetizzazione secondo le modalità specificate all'articolo 16;
2. la segnalazione certificata presentata ai fini dell'agibilità deve essere corredata anche dalla ricevuta di pagamento al comune dell'importo di cui all'articolo 16 e dalla ricevuta di avvenuta consegna del messaggio di posta elettronica certificata con cui è stato inviato alla Regione il modulo di cui all'allegato D;

a) per ogni intervento assoggettato ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica di cui all'art. 3, il progettista delle opere di invarianza idraulica e idrologica, o il direttore lavori qualora incaricato, è tenuto a compilare il modulo di cui all'allegato D e a trasmetterlo mediante posta elettronica certificata al seguente indirizzo di posta certificata della Regione: [invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it](mailto:invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it). Il modulo di cui all'allegato D è firmato digitalmente e va compilato a lavori conclusi, in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera. L'obbligo di trasmissione del modulo di cui all'allegato D all'indirizzo di posta elettronica certificata di cui al primo periodo si applica fino alla data di effettiva disponibilità di apposito applicativo informatico regionale; una volta disponibile l'applicativo informatico, l'obbligo

di trasmissione del modulo di cui all'allegato D è assolto tramite la relativa compilazione nello stesso applicativo.

### 3.1.5. Prescrizioni Urbanistiche (INS26)

L'Amministrazione Comunale può prevedere all'interno della pianificazione urbanistica particolari prescrizioni per la riduzione del rischio idraulico quanto per la promozione dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

In particolare si indicano le prescrizioni da introdurre nelle aree soggette a criticità della rete fognaria e a bassa soggiacenza della falda.

E' vietata la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;

Nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di auto protezione e idonei accorgimenti dimensionati sulla base degli esiti dello specifico studio idraulico fognario, è vietato un uso che preveda la presenza continuativa di persone.

Subordinare gli interventi edilizi, sui piani interrati/seminterrati o comunque con accesso al disotto del piano stradale, alla realizzazione di uno specifico studio idraulico/fognario, che l'amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di istruttoria edilizia, finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate in base al livello di esposizione locale con specifico riferimento al documento semplificato del rischio idraulico comunale.

Dallo studio idraulico/fognario si devono evincere le reali condizioni di scarico, tra l'altro verificando su quale tratto di fognatura si è effettivamente allacciati, dalle quali dipende la necessità delle seguenti prescrizioni:

- adozione di valvole antiriflusso sullo scarico fognario

nei piani interrati/seminterrati o comunque con accesso al disotto del piano stradale:

- pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;

- presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani
- aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di aperture idonee
- rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico costruttivi (dossi paratie ecc.) per impedire l'accesso dell'acqua
- sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica
- tutti gli scarichi interrati devono essere realizzati con la tecnica della così detta doppia camicia in modo da preservare la qualità dell'acquifero.

### 3.1.6. Promozione delle buone pratiche, sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS) (INS28)

Di seguito è riportato un breve elenco di sistemi di drenaggio sostenibili, il cui acronimo anglosassone è SuDS. Queste rappresentano nelle varie scale di applicazione le migliori pratiche per attuare i principi dell'invarianza idraulica e idrologica.

Il Comune può essere di fondamentale importanza per promuovere tali pratiche all'interno del proprio territorio. In particolare, è necessario una campagna di sensibilizzazione presso la popolazione per la promozione di tali pratiche anche nei casi in cui queste non siano di fatto obbligatorie in attuazione del r.r. 7/2017.

L'art. 15 del r.r. 7/2017 "Meccanismi attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile" esprime quello che può fare l'Amministrazione Comunale per incentivare l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

Il Comune può promuovere (art. 3 del r.r. 7/2017) le misure di invarianza idraulica e idrologica anche all'edificato e alle infrastrutture esistenti non vincolati al rispetto delle prescrizioni di cui al r.r. 7/2017.

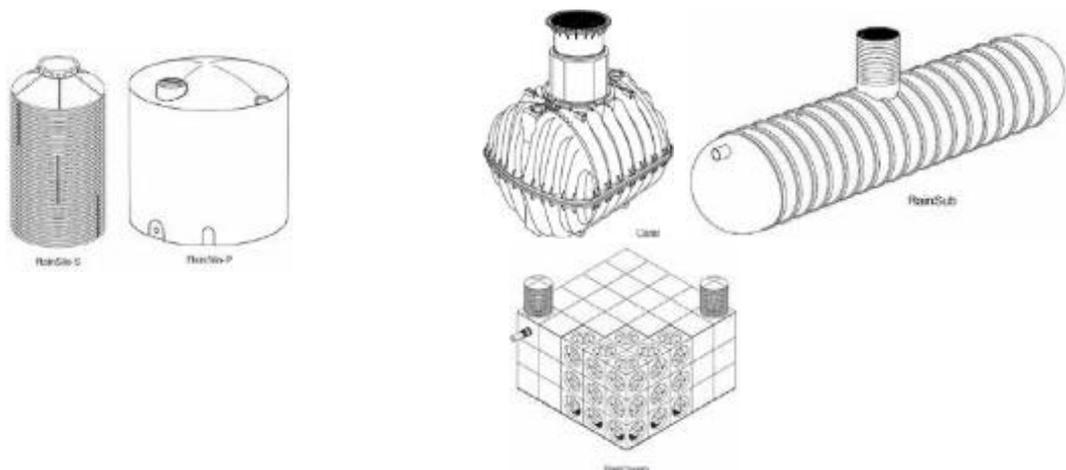
## Cisterne

L'acqua piovana proveniente dai tetti o dalle superfici impermeabili può essere raccolta e temporaneamente accumulata in cisterne che possono permettere (i) di ridurre e ritardare gli effetti del deflusso in concomitanza di un evento meteorico intenso; (ii) di conservare la risorsa idrica e riutilizzarla in seguito per scopi non potabili (per esempio a scopo irriguo).

L'effetto di laminazione della cisterna e la sua capacità di accumulo sono direttamente proporzionali alla sua dimensione. Sia le cisterne di raccolta più grandi che quelle domestiche possono essere interrate oppure posizionate fuori terra, a seconda dello spazio disponibile e dell'impatto visivo conseguente alla loro installazione. Le cisterne domestiche sono più piccole ed economiche e normalmente raccolgono solo le acque pluviali di caduta delle grondaie dei tetti, mentre verso le cisterne sotterranee generalmente possono altresì convergere le acque di dilavamento delle superfici impermeabili quali cortili, giardini ecc.

Le cisterne possono essere suddivise in due categorie principali:

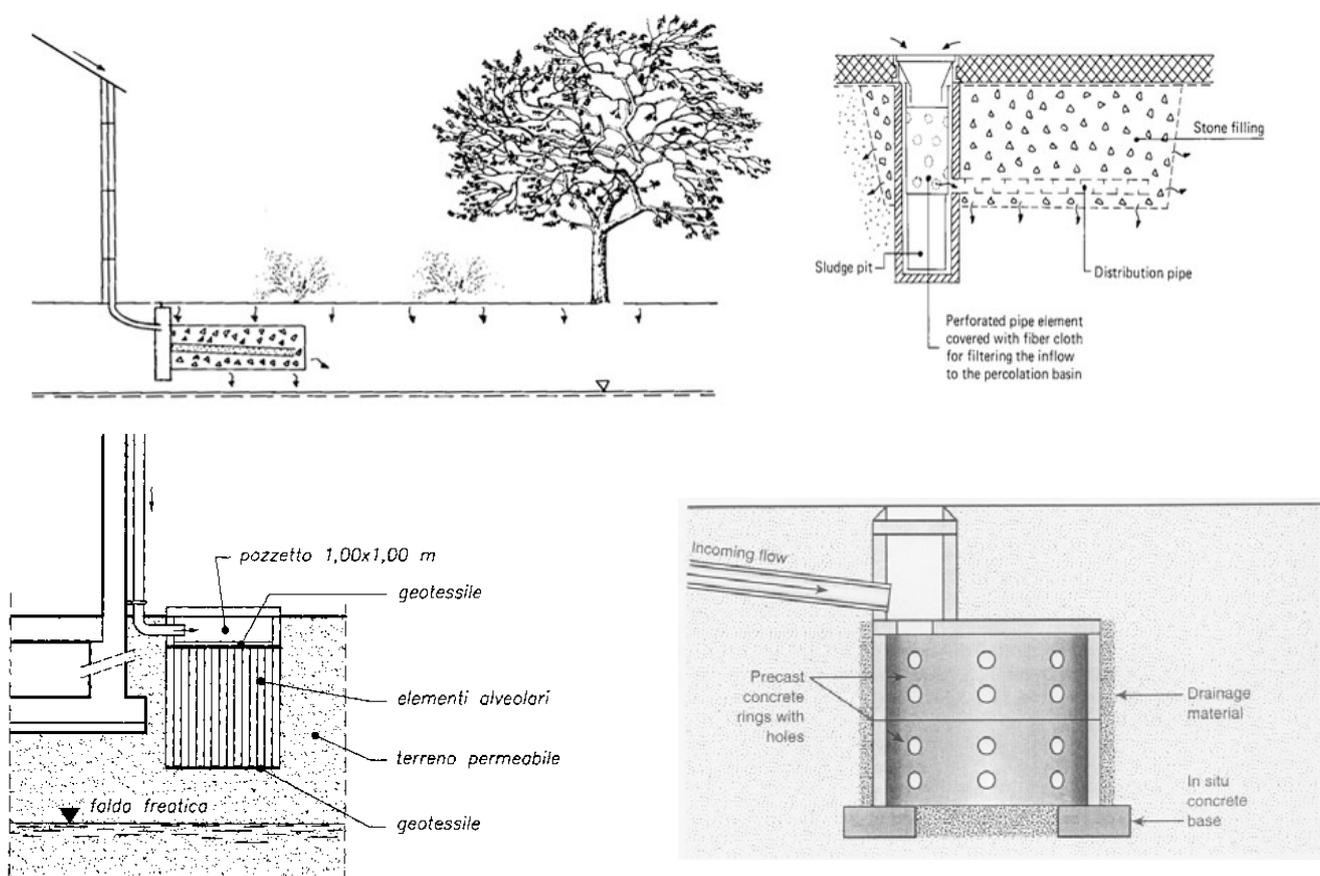
- Cisterne superficiali
- Cisterne sotterranee



*Schemi di cisterne sotterranee*

## Pozzi drenanti

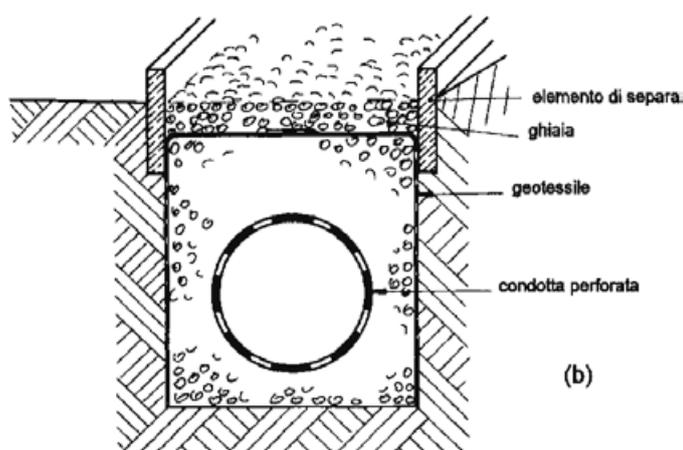
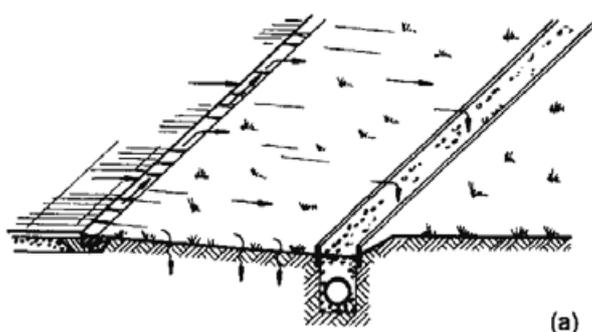
La tecnica dei pozzi perdenti (o anche detti pozzi d'infiltrazione) è adatta al caso di suoli generalmente poco permeabili e può essere adoperata per interventi a piccola scala. Sono adatti per centri abitati con limitata superficie a disposizione in quanto necessitano di uno spazio molto contenuto, inferiore all'1% della superficie drenata. In essi possono essere convogliate solamente acque meteoriche scarsamente inquinate, previo pretrattamento che deve comprendere almeno un'efficace sedimentazione.



*Schemi di pozzi perdenti*

## Trincee filtranti

Le trincee filtranti, sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso sabbia e pietre oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici realizzati con lo scopo di favorire l'infiltrazione l'immagazzinato (all'interno della trincea) e la successiva filtrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea).



*Trincea drenante*



*Esempi di Trincea drenante*

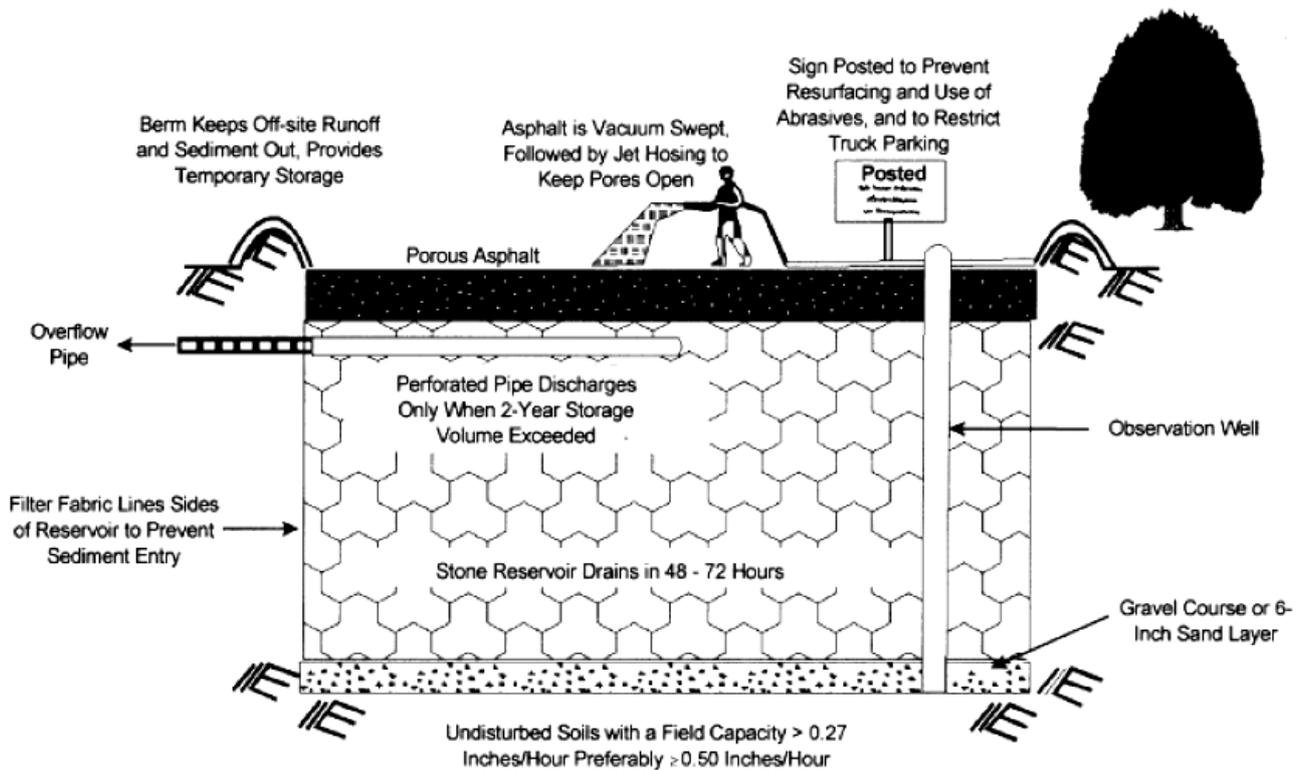
## Superfici permeabili

Il ricorso a pavimentazioni permeabili è solitamente limitato alle strade a uso pedonale e o ai marciapiedi a causa della minore robustezza da esse offerte nei confronti del traffico pesante. Esse possono essere suddivise in tre macro-tipologie:

- Superfici permeabili con sola infiltrazione delle acque nel suolo sottostante;
- Superfici permeabili con solo scarico delle acque in fognatura.
- Superfici permeabili miste (sia con infiltrazione nel substrato sottostante che con scarico delle acque in fognatura);

Superfici permeabili con sola infiltrazione delle acque nel suolo sottostante: L'acqua passa attraverso la superficie permeabile (dove può essere detenuta temporaneamente) per poi essere rilasciata e filtrata negli strati inferiori del terreno. Per evitare che il dispositivo si saturi, e diventi meno efficiente, un sistema di troppo pieno deve provvedere a trattare e trasferire l'acqua in eccesso durante eventi particolarmente intensi. Generalmente, questi dispositivi sono composti da due distinti strati: quello più superficiale è composto da una pavimentazione permeabile che ha la funzione di assorbire e fare penetrare nello strato sottostante le acque meteoriche che defluiscono sulla superficie. Il secondo strato, posto tra la pavimentazione e il terreno, è composto da uno strato di ghiaia o ghiaietto lavato che ha la funzione facilitare l'infiltrazione delle acque nel suolo sottostante.

Superfici permeabili con solo scarico delle acque in fognatura: In tali superfici è preclusa l'infiltrazione delle acque nel terreno. Viene posta una membrana impermeabile alla base del dispositivo che impedisce all'acqua filtrata attraverso i primissimi strati superiori della struttura di infiltrarsi successivamente nel terreno.



*Schema di una pavimentazione permeabile*

L'acqua viene e trasferita attraverso un sistema di tubazioni direttamente al corpo ricettore. Viene spesso usata dove il terreno ha una bassa permeabilità, quando l'acqua deve essere conservata e riutilizzata o quando ci sono seri rischi di inquinamento della falda acquifera. In questa tipologia di dispositivi si sfrutta solamente la capacità di ritenzione del terreno che costituisce gli strati superficiali della pavimentazione.

Superfici permeabili miste: questi dispositivi vedono l'inserimento di una serie di tubi forati che aiutano ad infiltrare e trasferire ad altri sistemi di drenaggio l'acqua drenata. Vengono quindi sfruttate sia le capacità di infiltrazione del terreno che quelle di trasporto ad opera delle tubazioni di raccolta collocate al di sotto della pavimentazione.

## **Bacini di infiltrazione**

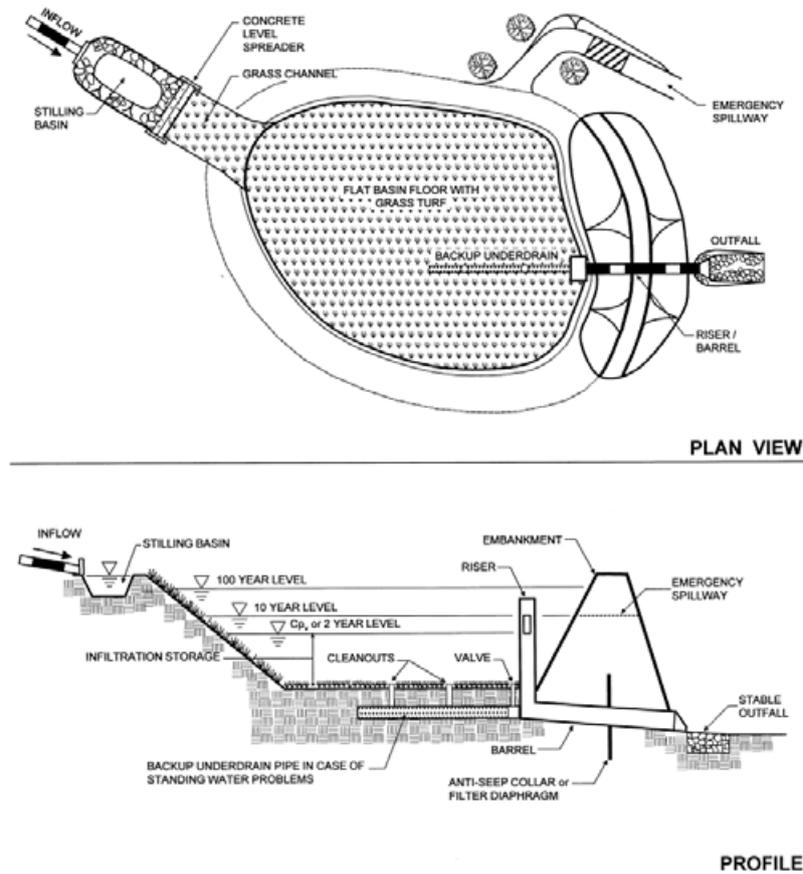
Bacini di infiltrazione sono aree modellate in modo tale da creare dei piccoli invasi profondi tra 0.3 e 0.6 m che hanno la funzione di accumulare momentaneamente e smaltire tramite infiltrazione i deflussi prodotti da una superficie impermeabile.

Questi piccoli bacini possono anche prevedere una permanenza di acqua al loro interno nel lungo periodo purché venga gestito il problema della proliferazione di insetti e zanzare.

I bacini di infiltrazione devono essere realizzati su suoli con elevata permeabilità (almeno 13 mm h<sup>-1</sup>). I terreni più idonei sono quelli sabbiosi con presenza di ghiaia grossolana in quanto facilitano il drenaggio ed evitano il formarsi di ristagni idrici.

La topografia ottimale per questo tipo di opera è quella pianeggiante. La presenza di pendii o lievi pendenze fanno sì che vi siano richiesti maggiori oneri finanziari per effettuare opportuni livellamenti e adattamenti del terreno. Il materiale impiegato per effettuare questo tipo di bacini è il suolo esistente.

Nel caso non si raggiunga la permeabilità minima necessaria è fondamentale effettuare eventuali aggiunte di sabbia, ghiaia e sostanza organica per aumentare le capacità di drenaggio del terreno. Per mantenere nel tempo l'elevata permeabilità del bacino, sono di fondamentale importanza la presenza di essenze vegetali erbacee rustiche come per esempio alcune varietà di Festuca Arundinacea, Lolium Perenne e Poa Pratensis.



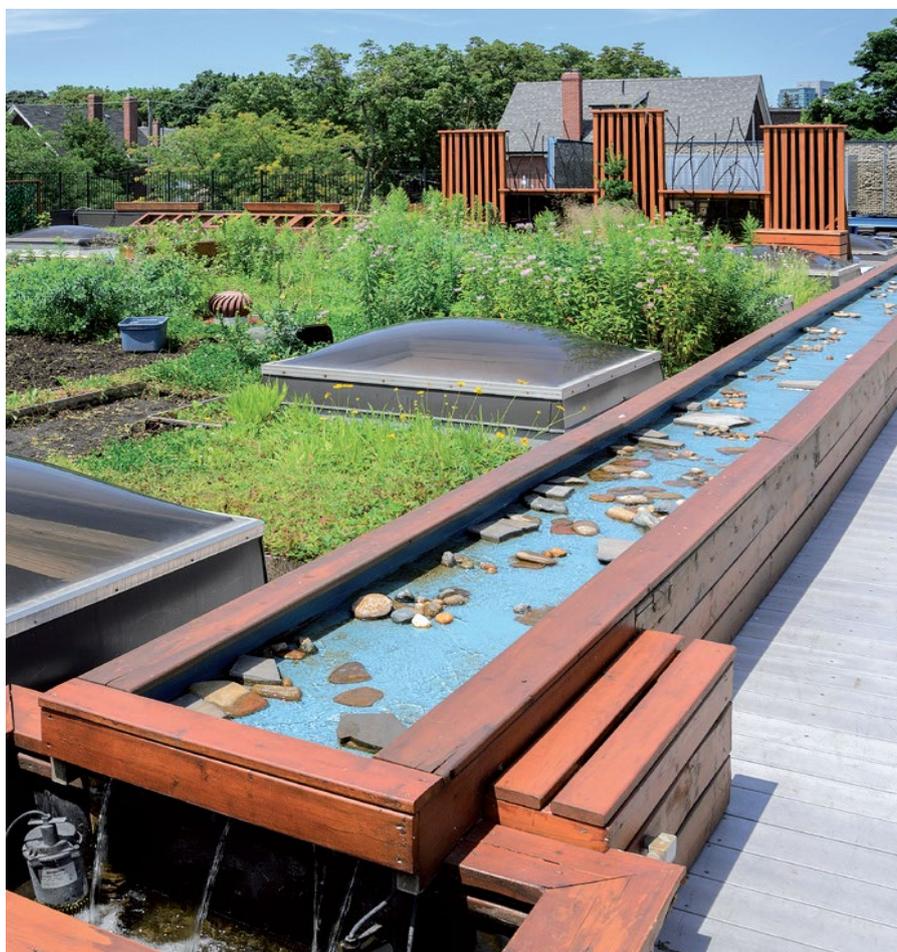
*Schema di un bacino di infiltrazione*

## Bacini di detenzione

Bacini di grosse dimensioni (volumi invasabili compresi tra i 20.000 e 970.000 m<sup>3</sup>) poco permeabili che hanno la sola funzione di invasare temporaneamente parte delle portate in eccesso di un grosso corso d'acqua. La topografia preferibile è pianeggiante, la presenza di pendii o lievi pendenze fanno sì che vi siano richieste ulteriori lavorazioni meccaniche per modellare la superficie del terreno. Non sono richiesti particolari tipologie di terreni in quanto l'intera superficie del bacino creato è resa impermeabile per immagazzinare le acque entranti.

## Verde pensile

Le coperture rinverdite, rispetto a quelle di tipo tradizionale, oltre a consentire il controllo qualitativo (filtrazione) e quantitativo (assorbimento, detenzione, evapotraspirazione) delle acque di pioggia (Ernst e Weigerding, 1985; Von Stülpnagel et al. 1990; Bass Schede tipologiche dei sistemi SuDS 97 et al. 2002), hanno il pregio di migliorare sotto l'aspetto ambientale ed estetico il contesto urbano in cui si inseriscono nonché aumentare l'assetto coibentante dell'abitazione e ridurre le dispersioni energetiche.



*Immagine orto pensile*

### 3.1.7. Incentivazione disaccoppiamento scarichi privati (INS08-INS12-INS14-INS15-INS16-INS17-INS19-INS22-INS23)

L'Amministrazione Comunale valuterà, anche in concomitanza di possibili futuri bonus statali per la promozione e realizzo di opere di invarianza, misure per incentivare disaccoppiamento degli scarichi in ambiti privati già edificati. Tale interventi sono fondamentali perché permetteranno di alleggerire la rete fognaria di tutti quegli apporti derivanti dal tessuto urbano già edificato.

### 3.1.8. Controllo e riduzione del rischio tramite misure di protezione civile (INS29)

Le opere non strutturali indicate in questo paragrafo hanno la finalità di definire, alla luce delle pericolosità e rischio identificato dallo studio, delle attività di difesa attive e/o passive che possano ridurre il rischio.

#### 3.1.8.1. Aggiornamento Piano di Emergenza Comunale (PEC)

Il **Piano di Emergenza Comunale (PEC)** del Comune di Casatenovo, è in fase di aggiornamento, tale aggiornamento dovrà tener conto anche delle problematiche che il presente studio formalizzerà.

In esso sono contenute indicazioni di zone di esondazione indicate dal PGRA lungo il reticolo principale.

#### 3.1.8.2. Comunicazione ed informazione

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



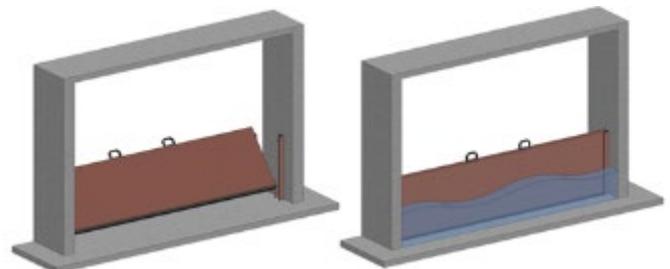
### 3.1.8.3. Difese temporali

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

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

## BARRIERE TEMPORANEE E PARATORIE DI CHIUSURA

Le barriere temporanee sono dispositivi da posizionare in previsione di eventi di piena per gestire l'eventuale allagamento del territorio, si va dai classici sacchetti di sabbia, storicamente usati per questo scopo, a prodotti più tecnologici e recenti, quali barriere tubolari in materiale plastico, riempibili ad aria o ad acqua, o ancora a barriere metalliche provvisorie a montaggio manuale. I dispositivi di chiusura sono costituiti da paratoie e panconi a chiusura delle aperture nei muri o recinzioni, per evitare l'ingresso di acqua e sono solitamente utilizzate a protezione degli edifici.



## SEGNALETICA – SEMAFORI E BARRIERE AUTOMATICHE

Tra le situazioni più critiche che possono verificarsi durante un'alluvione rientrano gli allagamenti dei sottopassi di attraversamento, che troppo spesso divengono trappole in grado di catturare gli automobilisti e immobilizzare i veicoli mentre salgono velocemente i livelli idrici.

Una efficace misura non strutturale per la gestione di questi punti critici è data dall'installazione di semafori collegati a sensori, o anche attivabili da remoto, che possono quindi divenire rossi ed impedire l'accesso alle aree di maggiore criticità prima dell'instaurarsi di livelli idrici pericolosi. Un ulteriore strumento di informazione può essere rappresentato da pannelli a messaggio variabile, installabili in vari punti del comune, per avvisare i cittadini dei fenomeni in atto o previsti e dare eventuali istruzioni ed informazioni, quali ad esempio chiusure stradali e percorsi alternativi.



Alla luce delle difese temporali evidenziate si riportano di seguito attività di protezione civile raggruppate in funzione di alcune vulnerabilità.

### STRADE

- Installazione di appropriata segnaletica che evidenzi la possibile presenza di allagamenti stradali.
- Riduzione dei limiti di velocità in caso di fenomeni di allagamento stradale.
- Chiusura tratti stradali particolarmente critici (casi estremi).
- Verifica e pulizia canali di scolo.

## SCUOLE

- Obbligo di abbandono dei piani interrati o verifica puntuale del piano emergenza e delle vie di esodo con attenzione che non vi possano essere punti di ristagno dell'acqua che possano creare altezze pericolose.
- Divieto di immagazzinamento di materiali, beni vulnerabili nei piani interrati.
- Predisposizione di eventuali interventi di protezione passiva con sacchi di sabbia per evitare ingresso acqua dal piano stradale.

## RESIDENZIALE

- Obbligo di abbandono dei piani interrati.
- Indicazione di non immagazzinare o sostare materiali e beni di valore e vulnerabili nei piani interrati.
- Evitare situazioni con ambienti a fondo cieco dove l'acqua possa accumularsi con altezze critiche.
- Predisposizione di eventuali interventi di protezione passiva con sacchi di sabbia per evitare ingresso acqua dal piano stradale.

## RESIDENZE PER ANZIANI

- Obbligo di abbandono dei piani interrati.
- Indicazione di non immagazzinare o sostare materiali e beni di valore e vulnerabili nei piani interrati.
- Evitare situazioni con ambienti a fondo cieco dove l'acqua possa accumularsi con altezze critiche.
- Predisposizione di eventuali interventi di protezione passiva con sacchi di sabbia per evitare ingresso acqua dal piano stradale.

## ATTIVITA' PRODUTTIVE

- Obbligo di abbandono dei piani interrati.
- Indicazione di non immagazzinare o sostare materiali e beni di valore e vulnerabili nei piani interrati.
- Evitare situazioni con ambienti a fondo cieco dove l'acqua possa accumularsi con altezze critiche.
- Predisposizione di eventuali interventi di protezione passiva con sacchi di sabbia per evitare ingresso acqua dal piano stradale.

## BENI CULTURALI

- Obbligo di abbandono dei piani interrati.
- Indicazione di non immagazzinare o sostare materiali e beni di valore e vulnerabili nei piani interrati.
- Se presenti beni, opere, manufatti ad alta vulnerabilità spostarli ai piani superiori. Se questo non è possibile provvedere con opere passive a protezione dei beni interessati.

### 3.1.9. Indicazione di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nei nuovi ambiti di trasformazione e piani attuativi (INS30)

Gli interventi di cui all'articolo 3 del Regolamento richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono suddivisi nelle classi di cui alla successiva tabella, a seconda dell'ambito territoriale di appartenenza, della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso medio ponderale, calcolato ai sensi dell'articolo 11, comma 2, lettera c), numero 7). Ai fini della definizione della superficie interessata dall'intervento, lo stesso deve essere considerato nella sua unitarietà e non può essere frazionato.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	Qualsiasi
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	Da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4
2	Impermeabilizzazione potenziale media	Da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4
		Da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	Qualsiasi
		Da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	Da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4
		> 10 ha (> 100.000 mq)	Qualsiasi

Tab.1 - Classi di Intervento ex Art. 9 del Regolamento

A partire dalla classe di intervento definita come riportato in precedenza e dell'ambito territoriale di appartenenza del Comune, la Tabella 1 dell'art. 9, ne definisce le modalità di calcolo richieste per la progettazione degli interventi di invarianza:

CLASSE DI INTERVENTO		MODALITA' DI CALCOLO	
		AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
		Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2. lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2

CLASSE DI INTERVENTO		MODALITA' DI CALCOLO	
		AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
		Aree A, B	Aree C
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	Procedura Dettagliata (vedi articolo 11, comma 2. lettera d)	

Tab. 2 - Modalità di Calcolo ex Art. 9 del Regolamento

La riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione. Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione;

Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto. Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione.

Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili:

- per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G del Regolamento, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi di laminazione:

- per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per le aree B ad media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 600 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per le aree C ad bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

il tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento delle opere atte a garantire l'invarianza idraulica è pari a 50 anni.

Il Comune di Casatenovo ricade nell'area ad alta criticità (A) pertanto:

- il valore massimo allo scarico è pari a **10 l/s haIMP**;
- il requisito minimo in termini di volume parametrico di laminazione è pari **800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile** dell'intervento;
- la normativa prevede per il dimensionamento delle vasche volano l'adozione del parametro indicato come requisito minimo, il metodo delle sole piogge e/o una procedura di dettaglio in funzione della superficie interessata dall'intervento che determina la classe di intervento (0 - 1 - 2 - 3). Il valore di volume parametrico massimo desunto deve essere confrontato con il valore imposto dal requisito minimo e scelto il massimo tra i due.

Il volume di laminazione viene calcolato adottando la relazione:

$W0 = 800 \text{ mc/ha IMP} \times \text{SIMP}$  in cui:

- $W0$  indica il volume della vasca espresso in mc;
- $800 \text{ mc/ha IMP}$  è il valore parametrico di volanizzazione imposto dal Regolamento come indicato in precedenza;
- $\text{SIMP}$  è la superficie scolante impermeabile dell'intervento (espressa in ha) superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale ( $S\phi$ ). Essa rappresenta la superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione.

I valori di superficie impermeabile sono stati ipotizzati analizzando le schede degli ambiti. In fase di progettazione definitiva dovrà essere condotta un'analisi specifica che determinerà in modo corretto le aree e dovranno essere quindi rielaborati i dimensionamenti delle laminazioni.

Per ogni ambito si analizzano superfici, calcolo preliminare dei volumi di invarianza da realizzare utilizzando le indicazioni della norma all'art.12 comma 2 lettera a del R.R. 04/2017. Per ciascun ambito **evidenziano le criticità e problematiche dell'area interessata alla trasformazione.**

Le opere finalizzate al rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica riferite ai singoli lotti dovranno essere progettate e realizzate nel rispetto del Regolamento, ed in particolare dei requisiti minimi in questo indicati. In relazione a ciò, nella previsione dei volumi minimi di detenzione provvisoria delle acque piovane, secondo quanto previsto dal Regolamento, si dovrà in prima istanza verificare la fattibilità tecnico-economica di soluzioni che prevedano la disposizione degli invasi livello delle nuove coperture, ovvero in invasi di superficie privi di relazioni di interscambio con il sistema delle acque sotterranee, con riutilizzo e/o successivo recapito, fatte salve tutte le verifiche idrauliche del caso e solo nel caso la capacità di infiltrazione dei suoli sia inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense, in ricettori. Qualora si opti per il recapito delle acque meteoriche al suolo, nella progettazione delle relative opere, oltre a dimostrare l'efficienza del sistema di scolo in qualsiasi condizione di funzionamento, dovranno essere rispettate tutte le indicazioni contenute nelle vigenti norme geologiche di piano.

Il calcolo preliminare dei volumi di invarianza idraulica è stato redatto applicando la metodologia proposta dal Regolamento Regionale e introducendo ipotesi sulla tipologia e caratteristiche dell'intervento che verrà effettuato nell'ambito. In particolare si è calcolato il valore parametrico del volume dell'invaso per ettaro impermeabile (determinato con i parametri massimi indicati dagli attuali regolamenti) utilizzando il requisito minimo (articolo 12). Il volume di progetto è stato infine determinato moltiplicando il valore parametrico per ettaro impermeabile per la superficie impermeabile dell'intervento, intesa come superficie coperta di progetto considerata in questa fase come la superficie impermeabile (attraverso un applicativo messo a disposizione dal DISSA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali). Si è quindi determinato il volume di invaso utilizzando il metodo delle sole piogge (attraverso un applicativo messo a disposizione dal DISSA Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali) nella sezione SMART GREEN. Il massimo tra i due è stato assunto come valore parametrico di progetto.

Si rimanda ad una successiva fase di approfondimento l'eventuale applicazione della procedura dettagliata di dimensionamento che ricordiamo dipendere dall'estensione della superficie interessata dall'intervento.

Per ciascuna area sono state quindi indicate le principali criticità idrauliche che influenzeranno le scelte progettuali per la realizzazione delle vasche richieste.

## DEFINIZIONE AREE IMPERMEABILI E AREE PERMEABILI

Per la definizione delle aree impermeabili e delle aree permeabili di ciascun Ambito di Trasformazione abbiamo fatto delle ipotesi progettuali, in accordo con gli Uffici Comunali, che ci hanno permesso di definire per ciascun ambito la superficie drenante. La superficie impermeabilizzata è stata così definita come differenza della superficie totale dell'ambito e la superficie permeabile.

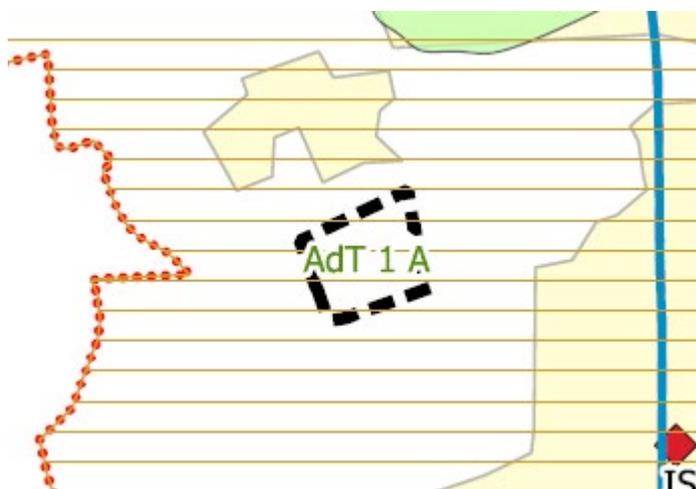
Ambiti di trasformazione		Superficie totale ambito	Superficie permeabile	Principali criticità idrauliche			Volume minimo di laminazione (art. 12 comma 2 r.r. 7/2017)	Volume metodo delle sole piogge
Destinazione d' uso		[mq]	[mq]	1	2	3	[mc]	[mc]
Adt1A	Residenziale	10.095	3.086			X	560	672
Adt1B	Residenziale	2.029	620	X	X	X	113	66
Adt2	Servizi	3.500	700	X	X	X	224	167
Adt3	Residenziale	11.428	3.914			X	601	761
Adt4	Residenziale	4.079	1.286		X	X	223	177

In particolare le criticità sono così definite:

- 1: Area PGRA
- 2: Area allagamento da insufficienza rete fognaria
3. Occhi pollini - Area ad alto grado di suscettività

Si riportano estratti in cui si evidenziano le criticità in cui ricadono gli ambiti di trasformazione come riassunto nella tabella precedente:

## Adt1A



### LEGENDA:

#### ELEMENTI GENERALI

##### Confine comunale

-  Reticolo idrico
-  ambiti di trasformazione

##### Siti di rilevanza archeologica

-  Area di tutela assoluta dei pozzi pubblici idropotabili
-  Zona rispetto dei pozzi pubblici idropotabili
-  Vasche di espansione

#### CRITICITA'

##### Po - Problematiche Areali

-  Aree allagate Tr 50
-  Criticità rilevate da modellazione idraulica
-  Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del reticolo naturale - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del torrente Nava - fonte UT
-  Fascia di rispetto per allagamento - fonte RIM

##### Ln - Problematiche lineari

-  Ln - Problematiche lineari

##### Pt - Problematiche puntuali

-  Scarichi
-  Sfiatore
-  Sottopasso pedonale

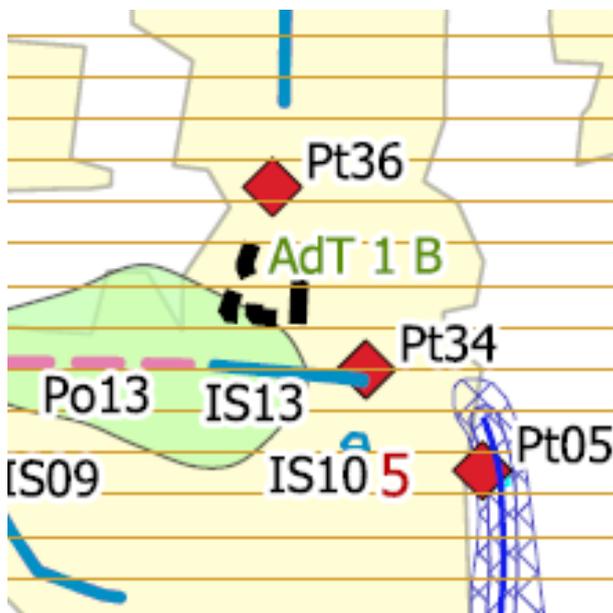
##### occhi pollini

-  Occhi Pollini: Area a moderato grado di suscettività
-  Occhi Pollini: Area ad alto grado di suscettività

#### INTERVENTI PROPOSTI

-  Interventi strutturali

## Adt1B



### LEGENDA:

#### ELEMENTI GENERALI

##### Confine comunale

-  Reticolo idrico
-  ambiti di trasformazione

##### Siti di rilevanza archeologica

-  Area di tutela assoluta dei pozzi pubblici idropotabili
-  Zona rispetto dei pozzi pubblici idropotabili
-  Vasche di espansione

#### CRITICITA'

##### Po - Problematiche Areali

-  Aree allagate Tr 50
-  Criticità rilevate da modellazione idraulica
-  Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del reticolo naturale - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del torrente Nava - fonte UT
-  Fascia di rispetto per allagamento - fonte RIM

##### Ln - Problematiche lineari

-  Ln - Problematiche lineari

##### Pt - Problematiche puntuali

-  Scarichi
-  Sfiatore
-  Sottopasso pedonale

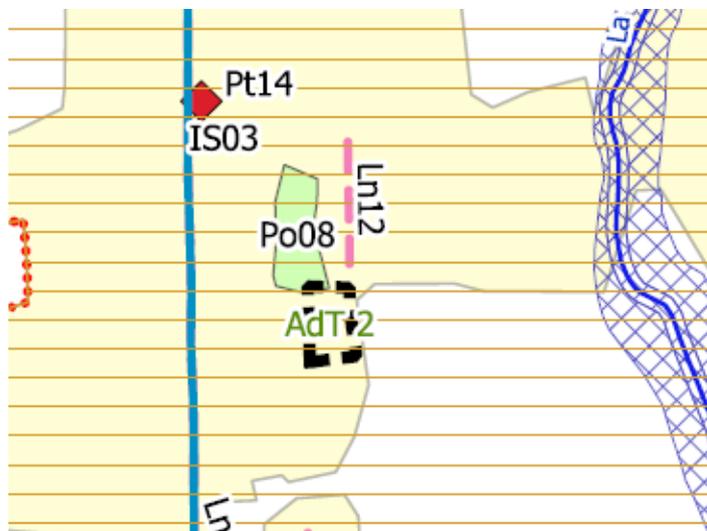
##### occhi pollini

-  Occhi Pollini: Area a moderato grado di suscettività
-  Occhi Pollini: Area ad alto grado di suscettività

#### INTERVENTI PROPOSTI

-  Interventi strutturali

## Adt2



### LEGENDA:

#### ELEMENTI GENERALI

##### Confine comunale

-  Reticolo idrico
-  ambiti di trasformazione

##### Siti di rilevanza archeologica

-  Area di tutela assoluta dei pozzi pubblici idropotabili
-  Zona rispetto dei pozzi pubblici idropotabili
-  Vasche di espansione

#### CRITICITA'

##### Po - Problematiche Areali

-  Aree allagate Tr 50
-  Criticità rilevate da modellazione idraulica
-  Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del reticolo naturale - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del torrente Nava - fonte UT
-  Fascia di rispetto per allagamento - fonte RIM

##### Ln - Problematiche lineari

-  Ln - Problematiche lineari

##### Pt - Problematiche puntuali

-  Scarichi
-  Sfiatore
-  Sottopasso pedonale

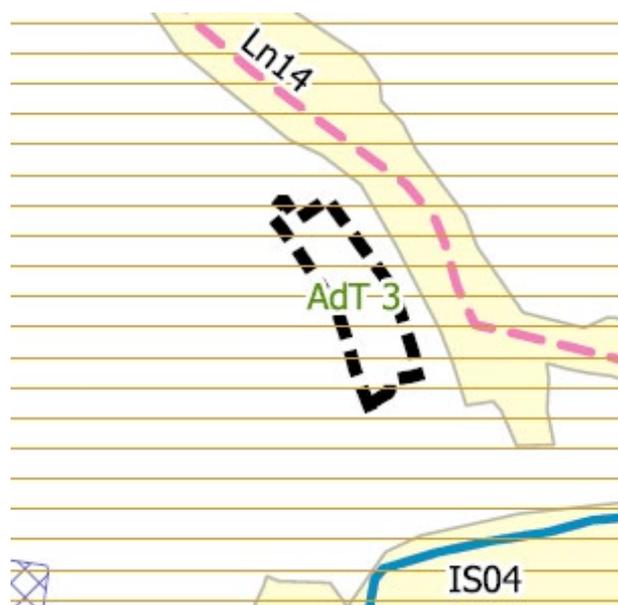
##### occhi pollini

-  Occhi Pollini: Area a moderato grado di suscettività
-  Occhi Pollini: Area ad alto grado di suscettività

#### INTERVENTI PROPOSTI

-  Interventi strutturali

Adt3



LEGENDA:

### ELEMENTI GENERALI

#### Confine comunale

-  Reticolo idrico
-  ambiti di trasformazione

#### Siti di rilevanza archeologica

-  Area di tutela assoluta dei pozzi pubblici idropotabili
-  Zona rispetto dei pozzi pubblici idropotabili
-  Vasche di espansione

### CRITICITA'

#### Po - Problematiche Areali

-  Aree allagate Tr 50
-  Criticità rilevate da modellazione idraulica
-  Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del reticolo naturale - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del torrente Nava - fonte UT
-  Fascia di rispetto per allagamento - fonte RIM

#### Ln - Problematiche lineari

-  Ln - Problematiche lineari

#### Pt - Problematiche puntuali

-  Scarichi
-  Sfiatore
-  Sottopasso pedonale

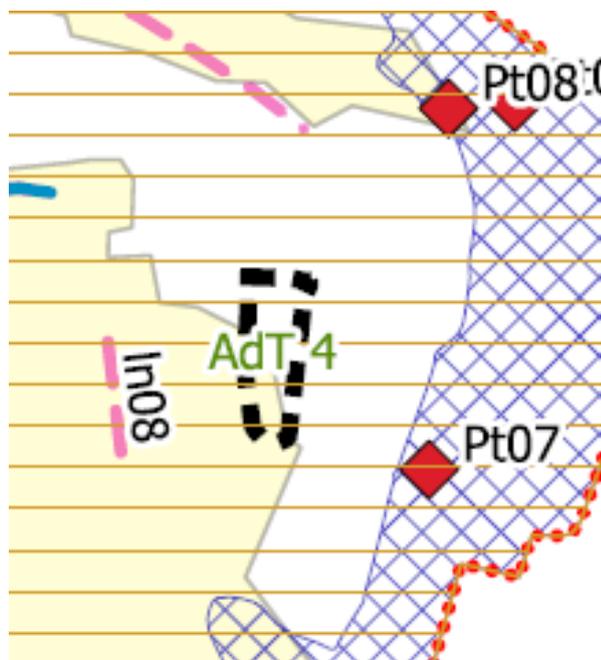
#### occhi pollini

-  Occhi Pollini: Area a moderato grado di suscettività
-  Occhi Pollini: Area ad alto grado di suscettività

### INTERVENTI PROPOSTI

-  Interventi strutturali

## Adt4



### LEGENDA:

#### ELEMENTI GENERALI

##### Confine comunale

-  Reticolo idrico
-  ambiti di trasformazione

##### Siti di rilevanza archeologica

-  Area di tutela assoluta dei pozzi pubblici idropotabili
-  Zona rispetto dei pozzi pubblici idropotabili
-  Vasche di espansione

#### CRITICITA'

##### Po - Problematiche Areali

-  Aree allagate Tr 50
-  Criticità rilevate da modellazione idraulica
-  Aree RSCM - aree soggette a ristagno d'acqua - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del reticolo naturale - Fonte PGRA
-  Aree soggette ad esondazione del torrente Nava - fonte UT
-  Fascia di rispetto per allagamento - fonte RIM

##### Ln - Problematiche lineari

-  Ln - Problematiche lineari

##### Pt - Problematiche puntuali

-  Scarichi
-  Sfiatore
-  Sottopasso pedonale

##### occhi pollini

-  Occhi Pollini: Area a moderato grado di suscettività
-  Occhi Pollini: Area ad alto grado di suscettività

#### INTERVENTI PROPOSTI

-  Interventi strutturali

A titolo esemplificativo si evidenzia che ad esempio nelle aree con occhi pollini - Area ad alto grado di suscettività dovrà essere prevista una laminazione con vasche stagne. E' da escludere pertanto per queste aree l'utilizzo di impianti di dispersione delle acque nel sottosuolo.

In caso di presenza di fascia di rispetto di pozzi acqua potabile le opere finalizzate al rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrogeologica riferite ai singoli interventi previsti nell'ambito dovranno essere progettate e realizzate del rispetto della norma, ed in particolare dei requisiti minimi in questa indicati. In caso di recapito delle acque meteoriche al suolo, i recapiti dovranno essere all'esterno delle fasce di rispetto. Sarà quindi necessario progettare degli invasi di superficie privi di relazioni di interscambio con il sistema delle acque sotterranee, con riutilizzo e/o successivo recapito, fatte salve tutte le verifiche idrauliche del caso e solo nel caso la capacità di infiltrazione dei suoli sia inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense, in ricettori. Indipendentemente dal recapito che sarà prescelto, le opere destinate ad attuare i principi di invarianza idraulica ed idrologica asserviti all'ambito dovranno essere realizzate secondo un progetto, proceduto da una attenta valutazione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle modalità di circolazione idrica sotterranea, con determinazione delle profondità di falda, delle oscillazioni localmente attese nel suo livello. Inoltre per le opere che si andranno a realizzare dovrà essere accertata la compatibilità dell'intervento con lo stato locale di potenziale vulnerabilità dell'acquifero.

In caso di eventuali aree che ricadono all'interno di zone di bonifica con procedimento in atto, ogni intervento sarà vincolato al completamento dell'iter di bonifica avviato, mentre per le aree che ricadono all'interno di zone di bonifica con procedimento concluso va fatto riferimento alle rispettive certificazione del completamento degli interventi di bonifica rilasciato dalla Città Metropolitana di Milano, in cui sono indicate tutte le eventuali prescrizioni da rispettare su tali aree.

In caso di presenza di aree archeologiche le opere finalizzate al rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrogeologica riferite ai singoli interventi previsti nell'ambito dovranno essere progettate e realizzate del rispetto della norma, ed in particolare non potranno essere previste opere di infiltrazione bensì solo opere realizzate con degli

invasi di superficie privi di relazioni di interscambio con il sistema delle acque sotterranee, con riutilizzo e/o successivo recapito.

### 3.2. Sintesi delle misure non strutturali individuate dal presente studio

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva degli interventi NON strutturali proposti dal presente studio e una breve descrizione di come gli interventi individuati sono stati inseriti nella modellazione idraulica.

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
INS01	Via S. Francesco d'Assisi	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle reti fognarie della zona che risultano assenti	Pt04
INS02	Via S.Luigi	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle reti confluenti e della presenza di scarichi	Pt05
INS03	Via della Resistenza	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle rete fognaria con probabile prosecuzione verso Lomagna	Pt06
INS04	Via Ticino	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle reti confluenti e della presenza di scarichi	Pt07
INS05	Via della Resistenza	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle rete fognaria con rilievo corretta pendenza verso Lomagna	Pt08
INS06	Zona Rogoredo	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica di rilievo reti fognarie	Ln10-Po17-Po18-Po19-Po05
INS07	Piazza della Repubblica	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica di rilievo reti fognarie	Po17-Po18-Po19-Po06
INS08	Via S.Anna	INCENTIVAZIONE DISACCOPIAMENTO SCARICHI PRIVATI	Incentivazione alla disconnessione idraulica e scarico diretto in C.I.S.	Ln12-Po17-Po18-Po19
INS09	Via D. Alighieri	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle effettive pendenze delle tubazioni	Ln14-Po17-Po18-Po19

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
INS10	Via Galileo Galilei	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica di rilievo reti fognarie	Ln19-Po17-Po18-Po19
INS11	Via Volta	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica di rilievo reti fognarie e verifica presenza scarico	Ln21-Po17-Po18-Po19-Po07
INS12	Area industriale Via degli artigiani	INCENTIVAZIONE DISACCOPIAMENTO SCARICHI PRIVATI	Incentivazione alla disconnessione idraulica e scarico diretto in C.I.S.	Ln05-Ln22-Po17-Po18-Po19
INS13	Via C. Buttafava	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica di rilievo reti fognarie	Ln24-Po17-Po18-Po19
INS14	Via U. Foscolo	INCENTIVAZIONE DISACCOPIAMENTO SCARICHI PRIVATI	Incentivazione alla disconnessione idraulica e scarico diretto in C.I.S.	Ln23-Po17-Po18-Po19
INS15	Zona industriale Via F. d'Assisi	INCENTIVAZIONE DISACCOPIAMENTO SCARICHI PRIVATI	Incentivazione alla disconnessione idraulica	Po17-Po18-Po19
INS16	Zona industriale Via F. d'Assisi	INCENTIVAZIONE DISACCOPIAMENTO SCARICHI PRIVATI	Incentivazione alla disconnessione idraulica	Po17-Po18-Po19
INS17	Via S. Pietro	INCENTIVAZIONE DISACCOPIAMENTO SCARICHI PRIVATI	Incentivazione alla disconnessione idraulica e scarico diretto in C.I.S.	Po17-Po18-Po19
INS18	Via S.Pietro-SP51	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle rete fognaria	Po17-Po18-Po19-Po04-Po14

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
INS19	Via S. Giacomo/Via Don Buttafavava	INCENTIVAZIONE DISACCOPIAMENTO SCARICHI PRIVATI	Incentivazione alla disconnessione idraulica e scarico diretto in C.I.S.	Ln24-Po17-Po18-Po19
INS20	Via Vismara	SISTEMI DI GESTIONE E PIANI DI MANUTENZIONE	Indagine topografica delle rete fognaria	Ln27-Po17-Po18-Po19
INS21	Via del Lavoro	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Disconnessione acque meteoriche stradali e di parcheggio	Ln28-Po17-Po18-Po19
INS22	Via Don Rossi/Piazza Mercato	SISTEMI DI GESTIONE E PIANI DI MANUTENZIONE	Incentivazione alla disconnessione idraulica	Po17-Po18-Po19
INS23	Zona industriale Via S.Giuseppe	SISTEMI DI GESTIONE E PIANI DI MANUTENZIONE	Incentivazione alla disconnessione idraulica	Po17-Po18-Po19
INS24	Via della misericordia	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Disconnessione acque meteoriche	Po17-Po18-Po19
INS25	Via Sirtori	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagine topografica delle reti confluenti e della presenza di scarichi	Pt13
INS 26	Tutto il territorio comunale	PRESCRIZIONI URBANISTICHE	Prescrizioni urbanistiche atte a ridurre il rischio idraulico	Tutte
INS27	Tutto il territorio comunale	SISTEMI DI GESTIONE E PIANI DI MANUTENZIONE	Manutenzione e sorveglianza programmata	Tutte
INS28	Tutto il territorio comunale	PROMOZIONE DELLE BUONE PRATICHE, SISTEMI DI DRENAGGIO SOSTENIBILI	Generale riduzione degli apporti in rete mediante l'incentivazione all'utilizzo di soluzioni di drenaggio sostenibile.	Tutte

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
INS29	Zone allagabili	MISURE DI PROTEZIONE CIVILE	Difese temporali – installazione di semafori collegati a sensori, o anche attivabili da remoto	Tutte
	Tutto il territorio comunale	MISURE DI PROTEZIONE CIVILE	Aggiornamento PEC-Campagne di comunicazione e informazione	Tutte
	Tutto il territorio comunale	MISURE DI PROTEZIONE CIVILE	Comunicazione ed informazione	Tutte
INS30	Ambiti di trasformazione	RISPETTO VOLUMI DI INVARIANZA AI SENSI DEL RR 7/2017	Disconnessione e gestione in loco acque meteoriche	Tutte
INS31	Via Alfieri	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagini di approfondimento per verifica permessi e compatibilità idraulica attraversamento su Roggia Nava	Po01
INS32	Lungo Rio La Molgora	INDAGINI DI APPROFONDIMENTO	Indagini di approfondimento per verifica permessi di scarico	Pt47-Pt48
INS33	Tutto il territorio comunale	STIMA VOLUMI LAMINAZIONE (art.8 comma 5 del R.R. 7/2017)	Valutazione di volumi di laminazione necessari per l'adeguamento degli sfioratori ai sensi dell'art.8 comma 5 del R.R. 7/2017	Pt03-Pt12 e da Pt14 a Pt47

## 4. Indicazione di massima delle misure strutturali di riduzione del rischio idraulico e idrologico a livello comunale

Nei capitoli successivi saranno invece presentate le opere proposte a livello comunale ai fini del miglioramento dell'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica a livello comunale, al netto delle problematiche e degli interventi relativi al reticolo principale e secondario. Si tratta di proposte frutto delle indicazioni dello studio effettuato, basato sulle informazioni e dati raccolti, che si concentrano prevalentemente, quindi, sulle criticità della rete fognaria e sulla possibilità di realizzazione di opere di drenaggio e laminazione, da considerare negli sviluppi di piani e progetti delle opere che l'Amministrazione Comunale avrà intenzione di sviluppare dettagliatamente in seguito.

Tali soluzioni hanno evidentemente una visione puntuale Comunale e dovranno quindi essere analizzate, condivise e inserite in un contesto di sistema. Proprio per la loro visione puntuale le misure proposte dovranno essere condivise tra Comune e Gestore del Servizio Idrico, il quale ha pertinenza e competenza su alcuni degli interventi proposti.

### 4.1. Misure di adeguamento strutturale del reticolo idrico principale

Non è stata trovata nessuna pianificazione di interventi strutturali sul reticolo principale del Comune.

### 4.2. Misure di adeguamento strutturale del reticolo idrico secondario di pianura

#### 4.2.1. Misure strutturali derivanti dallo Studio comunale di gestione del rischio idraulico del Comune di Arcore (IS35)

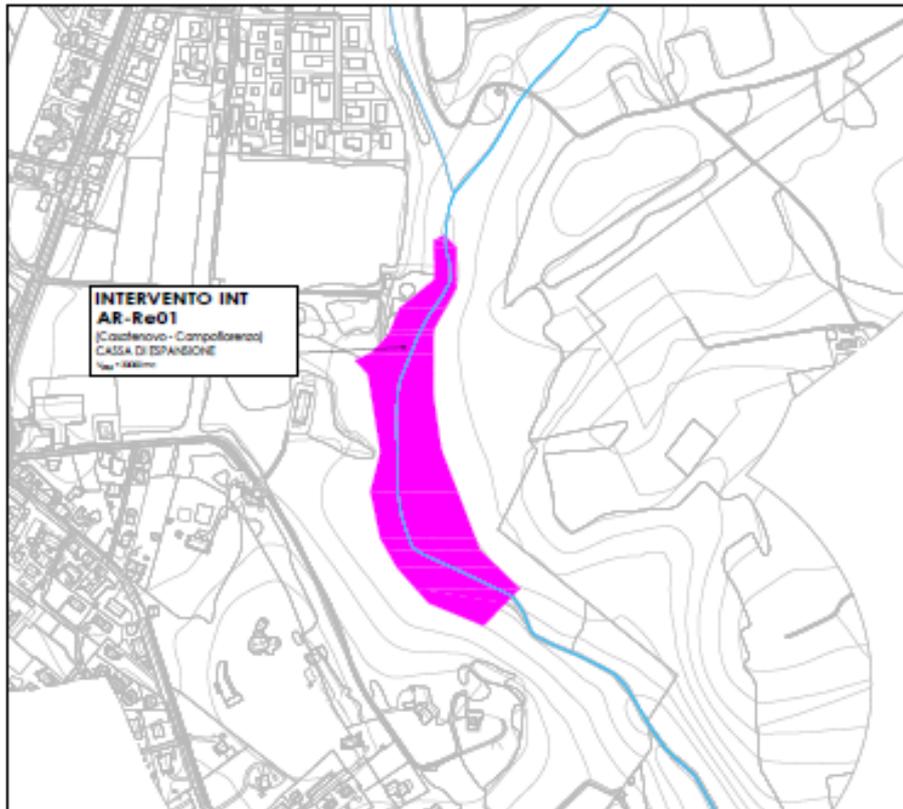
*...Si sottolinea che il Torrente Molgorana Occidentale (o Rio la Molgora), principale causa delle esondazioni nel centro cittadino, necessita di uno studio approfondito dell'intera asta fluviale, coinvolgendo anche i comuni di Camparada e Casatenovo, al*

*fine di verificare ed integrare quanto sviluppato con il presente studio, in primis in merito all'individuazione degli interventi strutturali atti a ridurre le criticità idrauliche, verificando al contempo la fattibilità degli interventi proposti nel presente piano con gli enti preposti e gli stakeholders, eventualmente individuando soluzioni alternative idraulicamente equivalenti.*

*Ne consegue che gli interventi di seguito indicati - relativamente al Torrente Molgorana Occidentale (o Rio La Molgora) e rappresentati graficamente nella tavola A.2.8 nonché nelle schede intervento allegate - sono, pertanto, da intendersi con un grado di approssimazione di carattere pianificatorio, che dovrà essere meglio approfondito in fase di progettazione. Quanto sopra con particolare riguardo all'intervento ipotizzato in Comune di Casatenovo, nel tratto più a nord del Torrente Molgorana Occidentale ove, come prima valutazione, si è pervenuti a quantificare la necessità di un'area di esondazione dell'ordine di 30.000 mc.*

Lo studio identifica quindi la possibilità di realizzare delle opere strutturali su territorio extra comunale (Comune di Casatenovo) per risolvere problemi di esondazione nel proprio territorio.

## ESTRATTO PLANIMETRICO COMUNE DI CASATENOVO



*Estratto tavola A.2.8 Studio comunale di gestione rischio idraulico Comune di Arcore*

### 4.3. Misure di adeguamento strutturale della rete di scolo asservita alla parte urbanizzata del territorio

Per quanto riguarda la rete fognaria si è provveduto ad individuare gli interventi atti a risolvere le problematiche della rete fognaria calcolate per tempo di ritorno di 10 anni ed espone nei paragrafi specifici precedenti.

La rete fognaria di Casatenovo risulta in massima parte mista, gli alleggerimenti idraulici devono quindi essere effettuate mediante realizzazione di sfioratori, accumulo in vasca a perfetta tenuta e solo per la parte eccedente inviate alla laminazione per poi essere scaricate nei corpi idrici superficiali secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale 6/2019.

L'attuale normativa di settore vigente è la seguente:

- R.R. n.6 del 29.03.2019 "Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane, disciplina dei controlli degli scarichi e della modalità di approvazione dei progetti degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, in attuazione dell'art. 52, commi 1, lettere a), e f bis), e 3, nonché dell'articolo 55, comma 20 della LR 26/2003" con particolare riferimento all'Allegato E "Reti e sfioratori di piena";
- D.Lgs 152/2006 "Norme in materia ambientale";
- L.R. n.26 del 12.12.2003 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche".

Gli interventi strutturali sulla rete fognaria che possono trovare applicazione nel caso specifico del comune di Casatenovo sono:

1. Potenziamento ed adeguamento della rete fognaria con rifacimento di tratte eccessivamente sottodimensionate;
2. ottimizzazione del funzionamento degli sfioratori esistenti;
3. realizzazione di nuove aree di laminazione.

In generale va approfondita e analizzata nel dettaglio l'efficienza degli sfioratori e il rispetto della vigente normativa in termini di qualità delle acque scaricate e portate massime scaricabili nei corpi idrici superficiali.

### **IS01- Modifica sfioratore esistente**

Si è ottimizzato il funzionamento dello sfioratore 1211259, eliminando le fuoriuscite e risolvendo la criticità puntuale Pt03.

### **IS02- Rifacimento tratta di tubazione da 930561 a 930175 con aumento diametri**

Si è riprofilato il tratto da 930561 a 836259, considerando la necessità di immissione della rete in 1367731 da 930228, con aumento di diametro variabile da Di500 a Di1200 mm, per una lunghezza di circa 500 m (attualmente diametri variabili da 300 mm a 1000

mm). Si è rifatto lo scarico dello sfioratore 1208156 con tubazione Di1200 mm rettificando anche le pendenze attuali, utile anche per l'intervento IS03.

Si è riprofilato anche il derivatore a valle dello scaricatore, da 1208156 fino a 930175, con omogeneizzazione dei diametri interni a 300 mm, anche per evitare l'inversione del flusso dovuto alla contropendenza, che porta tutta la portata ad essere scaricata dallo sfioratore. Così facendo si riducono i problemi di rigurgito e fuoriuscita lungo via S. Gaetano, si evita l'attivazione dello sfioratore anche in tempo asciutto a causa della contropendenza della rete del derivatore. Resta l'insufficienza al pozzetto 1403164 dovuta ad una incongruenza geometrica della rete che merita approfondimento.

### **IS03 Rifacimento tratta di tubazione da 930571 a 1210071 con aumento diametri, aggiunta derivatore a pozzetto 930563 e sfioratore a 930177**

Si è riprofilato tutto il tratto tra 930571 e 1210071 con eliminazione delle deviazioni planimetriche a 90° e dei tratti in contropendenza, adeguamento diametri e inserimento di opere di alleggerimento:

- da 930571 a 930564 Di700 mm (stato di fatto egg500 mm);
- da 930564 a 930563 Di800 mm (stato di fatto 500 mm);
- 930563 inserimento paratoia per potenziamento derivatore;
- da 930563 a 930577 Di700 mm (stato di fatto 500-600 mm);
- nuovo scaricatore di piena al nodo 930177 con soglia 0.1 e scarico Di1000 mm;
- da 930177 a 930158 Di500 mm (rettifica pendenza, diametro come stato di fatto);
- da 930158 a 930156 Di600 mm (rettifica pendenza, diametro come stato di fatto);
- da 930156 a 930151 Di700 mm (rettifica pendenza, stato di fatto 600 mm);
- da 930151 a 930148 Di800 mm (stato di fatto egg700 mm);
- da 930148 a 1210071 Di1000 mm (stato di fatto egg700 mm).

Al pozzetto 930563 viene introdotta una paratoia di sezionamento per favorire il deflusso nel ramo verso est, si è quindi riprofilato il ramo a est, da 930563 a 836259 per

circa 400 m inizialmente con Di1000 mm (attualmente diametri variabili tra 400 mm e 600 mm con tratte in contropendenza) con funzionamento da derivatore di alleggerimento delle portate della linea nord-sud. Diminuiscono le fuoriuscite lungo la tratta e la criticità Ln11 viene ridotta notevolmente.

#### **IS04 Rifacimento tratta di tubazione da 1367434 a 932103 con aumento diametri**

Si sono aumentati i diametri DN500 da 1367434 a 934162 per 350 m (attualmente Di300 mm) a Di800 mm da 934162 a 932103 (attualmente 500 mm) per 250m. Si risolvono gran parte dei problemi: Permangono fuoriuscite al pozzetto 932103, si attenua la criticità Ln13, permangono rigurgiti dovuti a insufficienze nella rete a valle.

#### **IS05 Rifacimento tubazione da pozzetto 933309 a 933307**

Si è riprofilato il tratto tra 933309 e 933307 eliminando il tratto in contropendenza, mantenendo i diametri esistenti. Si eliminano le fuoriuscite dai pozzetti, grazie al corretto funzionamento dello sfioratore in questa configurazione di progetto. Si risolve la criticità della zona di Cascina Melli.

#### **IS06 Rifacimento tubazione da pozzetto 933309 a 933307**

Si è riprofilato il tratto tra 934004 e 1210059 con tubazione circolare Di700 mm. Si eliminano le fuoriuscite dai pozzetti. Si risolve la criticità Ln15.

#### **IS07 Rifacimento tratta di tubazione da 933989 a 933987 con aumento diametri**

Si è riprofilato il tratto tra 933989 e 933987 mantenendo diametro 400 mm. Si riducono, ancorché non si eliminano, le fuoriuscite. Non si risolve totalmente la criticità Ln16. Si ritengono accettabili le insufficienze che permangono in relazione alla destinazione agricola delle aree.

#### **IS08 Inserimento nuovo sfioratore al pozzetto 936242**

Si è inserito un nuovo scaricatore nel nodo 936242 con soglia a +0.2, lunghezza 1 m e scarico Di500 mm. Non si rilevano più fuoriuscite e si risolve la criticità Pt09.

## **IS09 Rifacimento tratta di tubazione da 936281 a 1368600 con aumento diametri**

Si è riprofilato il tratto tra 936281 a 1368600 con adeguamento diametro a 700 mm (da 500 mm) per totali 34 m. Si inserisce uno sfioratore sul nodo 1368600 (soglia +0.1 e lunghezza 1 m) e uno sul nodo 836248 (soglia +0.1 e lunghezza 1 m) con un'unica tubazione di scarico (275 m – Di5000 mm) che collega entrambi al reticolo idrico. Gli interventi contribuiscono a ridurre il carico piezometrico al nodo 1368600, permane una limitata insufficienza all'inizio della linea e si risolve la criticità Ln17.

## **IS10 Inserimento nuovo sfioratore al nodo 930210**

Si è inserito un nuovo scaricatore nel nodo 930210 con soglia a +0.1, lunghezza 1 m e scarico Di500 mm (120 m). Si è ottimizzato il funzionamento dello sfioratore 1210069. Si eliminano le fuoriuscite nella zona e si risolve la criticità nella zona di Campofiorengo.

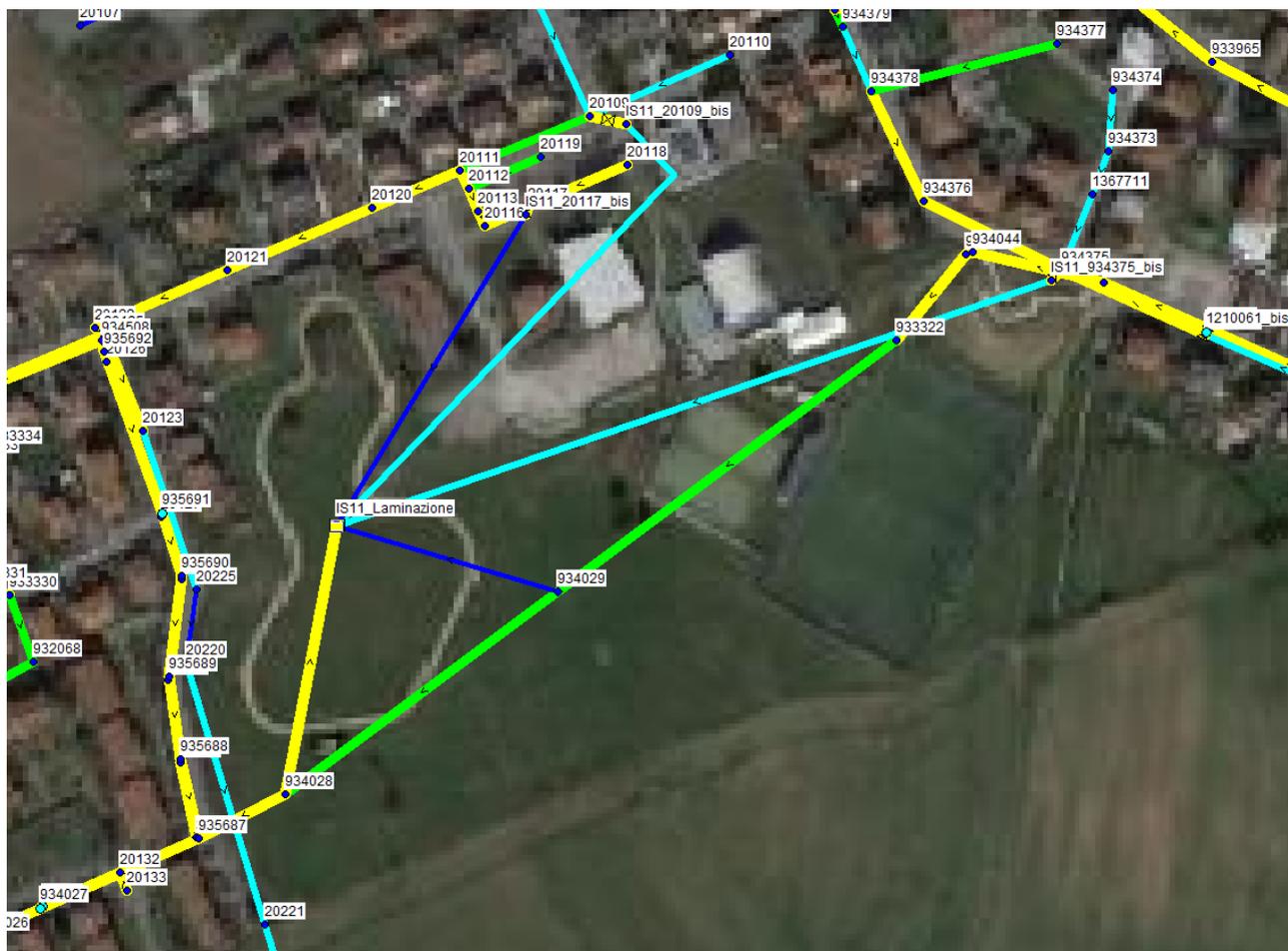
## **IS11 Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona e rifacimento tratta 933322 - 934029**

Si sono inseriti tre nuovi sfioratori sui nodi:

- 934375 (soglia +0.1, lunghezza 1 m e scarico Di600 mm di lunghezza 230 m);
- 20109 (soglia +0.1, lunghezza 1 m e scarico Di500 mm di lunghezza 170 m);
- 20117 (soglia +0.1, lunghezza 1 m e scarico Di470 mm di lunghezza 100 m);
- 934029 con cutoff a 20 l/s e recapito in area di laminazione tramite tubazione Di800 di lunghezza 50 m.

La vasca di laminazione dovrà avrà volumetria di circa 4500 mc e scaricherà tramite tubazione Di200 mm nel nodo 934028.

Lo schema di calcolo viene riportato nell'immagine seguente:



Schema di calcolo IS11

Si è riprofilato il tratto 933322-934028 per eliminare le contropendenze, con tubazione PVC500 (Di470 mm) per 305 m.

Si è riprofilato il tratto 933322 – 934029 con aumento di diametro a PVC500, per 170 m.

Si è riprofilato tra 20118 e 20111 con aumento di diametro a 300 mm, per 85 m.

Si risolvono le criticità Pt10, Ln20 e Ln18 (in sinergia con intervento IS14).

### **IS12 Sfiatore laterale a pozzetto 934544, vasca di laminazione e scarico in C.I.S**

Si è inserito un nuovo scaricatore di piena su 934544 (soglia +0.1, lunghezza 1 m e scarico Di800 mm di lunghezza 30 m) con recapito in una nuova area di laminazione da 2000 mc con scarico di fondo in CIS (orifice Di200 mm). Si riducono le fuoriuscite

diffuse. Si attenua la criticità Ln23, ma la sua risoluzione dovrebbe prevedere il completo rifacimento dell'intera rete di monte (pozzetto 936226) a seguito delle notevoli irregolarità geometriche forse ascrivibili a dati topografici da verificare. Non si ritiene in questa sede di proporre un intervento così impattante senza aver appurato l'effettivo stato della rete fognaria.

### **IS13 Inserimento nuovo sfioratore a pozzetto 931829 con scarico in CIS**

Inserimento di nuovo sfioratore al pozzetto 931829 con scarico nel reticolo superficiale, risolve l'insufficienza generalizzata della zona produttiva di via Greppi via Casati tenendo anche in considerazione l'incentivazione alla disconnessione delle aree industriali.

### **IS14 Interconnessione linee, cambio diametro 935687 - 1210060**

Si è proceduto a razionalizzare le reti parallele esistenti tramite connessione tra camerette ed eliminazione di tronchi ridondanti:

- collegamento da 20230 a 934517 con D400 mm;
- collegamento da 20135 a 934026 con D500 (Di470 mm);
- collegamento da 20134 a 934027 con D500 (Di470 mm);
- collegamento da 20131 a 935687 con D500 (Di470 mm);
- rifacimento da 935687 a 1367718 con aumento diametro da 400 mm a 500 mm (Di470 mm), per 135 m;
- rifacimento da 1367718 a 1210060 con aumento diametro da 800 mm a 1000 mm, per 240 m.

Si risolve la criticità Ln18.

### **IS15 Rifacimento tratta da pozzetto 1833506 a 930219**

Si è previsto di riprofilare il tratto da 1833506 a 930219 con aumento di diametro da 400 mm a 800-700 mm (esistente variabile 400/300mm)) per 150 m.

Si risolve la criticità Pt11.

## **IS16 Inserimento sfioratore laterale al pozzetto 1368686, laminazione, verifica e potenziamento del funzionamento dello sfioratore 1210073**

Ottimizzazione dello scaricatore 1210073 con adeguamento del primo tratto di scarico a Di500 mm, per 15 m. Realizzazione di una vasca di laminazione da 2000 mc con derivazione dal nodo 1368686 e reimmissione in fognatura a monte dello scaricatore 1210073 tramite tubazione con Di200 mm di lunghezza 100 m. Si risolve la criticità della zona della SP51 a nord dell'incrocio con via Boschetto senza realizzare nuovi scarichi in ambiente.

## **IS17 Area di laminazione utile per le disconnessioni idrauliche del INS15 e INS16**

Realizzazione di una vasca di accumulo funzionale alla disconnessione idraulica dei bacini con scarico nei pozzetti 930995, 20031, 20030, 20028, 20028, con volume di 4000 mc. La disconnessione idraulica verrà attuata tramite la realizzazione di nuove reti di raccolta delle acque di pioggia:

- per il bacino BAC\_930995 tramite una tubazione Di1000 mm di lunghezza 300 m,
- per gli altri bacini, tramite un'unica tubazione Di800 mm di lunghezza 250 m.

Si prevede comunque di reimmettere le acque in fognatura al nodo 931003 tramite tubazione di fondo Di200 mm di lunghezza limitata (massimo 20 m). La vasca di accumulo rappresenta un elemento di alleggerimento delle reti di valle e contribuisce alla risoluzione delle problematiche lungo la SP51.

## **IS18 e IS19 Realizzazione di sfioratore laterale al pozzetto 20244, aumentati i diametri tra 20244 e 20241 e rifacimento tratta di tubazione da 1199 a 20261 con aumento diametri**

Si è inserito un nuovo scaricatore al nodo 20244 (soglia a +0.1, lunghezza 1 m) con scarico Di500 mm di lunghezza 115 m.

Aumentati i diametri da pozzetto 20244 a 20241 dall'attuale Di300 mm a Di400 mm, per complessivi 115 m.

Modifica del nodo 933847 ad Outfall, così da garantire il deflusso verso valle. Si sono aumentati i diametri da Di400 mm a Di600 mm dal nodo 1199 al nodo 20261 per 350 m. Si eliminano le fuoriuscite a valle dello scaricatore 20244 e si risolve la criticità Ln25.

### **IS20 Ottimizzazione dello sfioratore 1210075 e rifacimento tratta di tubazione da 930626 a 1210074 con aumento diametri**

Si è ottimizzato il funzionamento dello sfioratore 1210075, con adeguamento del diametro del tratto a monte (da 400 mm a 800 mm per 6 m) e riprofilatura della rete a valle con aumento di diametro da 400 mm a 600 mm tra i nodi 930626 e 930603 e ad 800 mm fino al nodo 1210074, per complessivi 525 m. Si riducono fortemente le fuoriuscite dai pozzetti a valle dello sfioratore e si risolve quasi totalmente la criticità Ln26.

### **IS21 Ottimizzazione dello sfioratore 1210076**

Ottimizzando il funzionamento dello sfioratore 1210076 si eliminano le fuoriuscite dai pozzetti di monte e si risolve la criticità Pt12.

### **IS22 Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro al pozzetto 930652 e relativa tubazione di scarico**

Si è inserito un nuovo scaricatore di piena al nodo 930652 (soglia a +0.1 e lunghezza 1) e scarico di lunghezza 60 m Di600 mm che recapita nell'area di laminazione IS23\_Laminazione. Si attenua ulteriormente la criticità Ln26.

### **IS23 Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona**

In sinergia con gli interventi precedenti si prevede di realizzare una nuova area di laminazione in cui recapitare lo scarico dello sfioratore IS22\_Weir\_930652 (Pt12). La vasca dovrà avere volume utile di 1500 m e recapiterà nuovamente in fognatura nel pozzetto 930651 tramite tubazione avente Di200 mm e lunghezza 50 m.

**IS24 Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona**

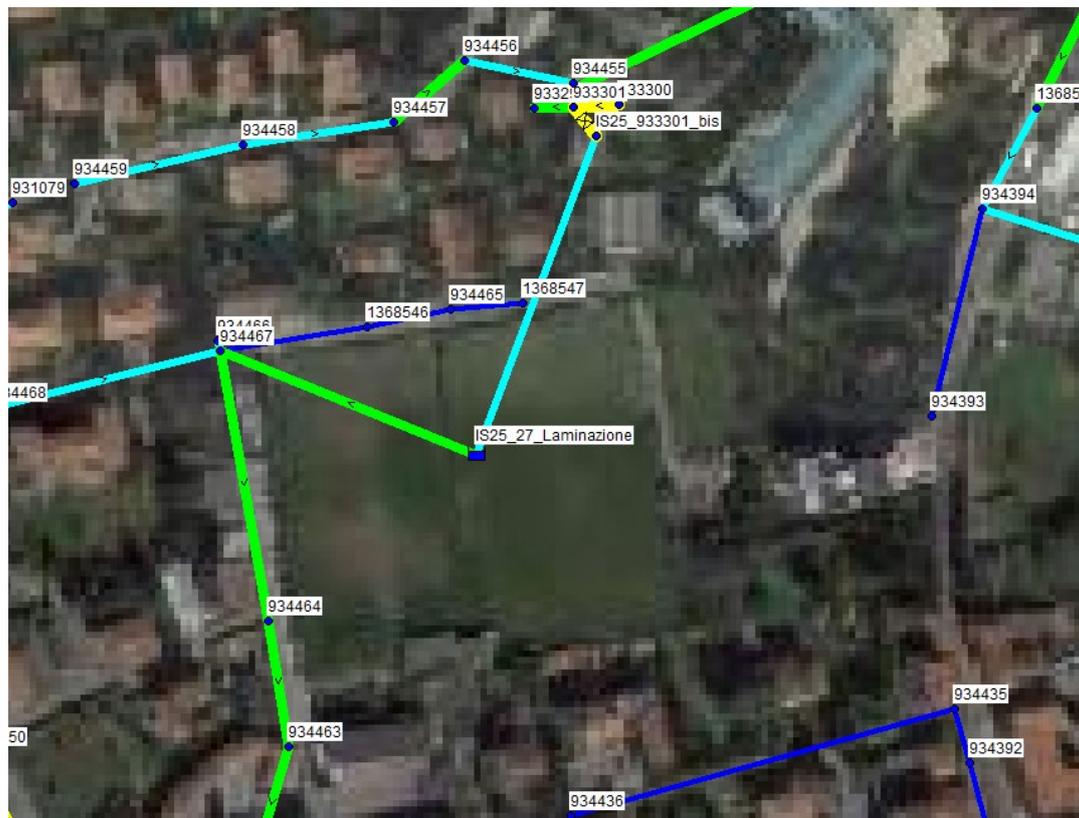
Si prevede di realizzare una vasca di laminazione da 500 mc, a servizio dell'area, che raccolga le acque di pioggia e le invii in fognatura al nodo 931007 attraverso una tubazione con Di200 mm di lunghezza limitata (circa 20 m). Alla vasca sono stati allacciati direttamente i bacini afferenti ai pozzetti 1374180, 931013, 931012, 931011, 931010, 931009, 931008, 1374174, 931006. Tale connessione verrà attuata tramite la realizzazione di una nuova rete di raccolta delle acque di pioggia, per una lunghezza di 170 m e con una tubazione Di600 mm. In questo modo si eliminano le fuoriuscite dai pozzetti e si elimina la criticità Ln28.

**IS25 e IS27 Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro + Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona**

Si prevede di realizzare una vasca di laminazione presso il campo sportivo da 2500 mc ed uno sfioratore sul nodo 933301 (soglia +0.1 e lunghezza 1 m), che recapiti nella suddetta vasca tramite tubazione Di400 mm di circa 125 m.

La vasca di laminazione servirà anche da recapito per le reti di drenaggio della zona. In particolare, si considera di recapitare nella vasca le portate drenate dai seguenti bacini: BAC\_934393, BAC\_1368547, BAC\_934465, BAC\_1368546, BAC\_934466, BAC\_934467, BAC\_934464, BAC\_934463, BAC\_934444, BAC\_934436, BAC\_934435 e afferenti ai relativi pozzetti.

La vasca scaricherà attraverso una tubazione Di200 mm di lunghezza limitata (indicativamente 20 m) nel nodo 934467. Si risolve la criticità Ln30.



Schema di calcolo IS25 – IS27

### IS26 Rifacimento tratta di tubazione da 20001 a 20003 con aumento diametri

Si prevede il rifacimento con aumento di diametro da Di300 mm a Di470 mm (PVC500) tra i nodi 20003 e 45, per 35 m ed il rifacimento con aumento di diametro da Di300 a Di380 mm (PVC400) tra i nodi 20001 e 20003, per 60 m. Non si rilevano più fuoriuscite e si risolve la criticità Ln29.

### IS28 Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro

In sinergia con il seguente intervento IS30 si propone di adeguare il tratto di rete tra i nodi 934416 e 934413 dall'attuale Di500 mm a Di600 mm. Permangono fuoriuscite limitate solo nel tratto più a monte della linea (pozzetti 934446, 934445 e 934442).

### IS29 Ottimizzazione del funzionamento del manufatto di sfioro

Si è ottimizzato il funzionamento dello sfioratore 1210055 (Pt21), con riduzione della criticità Ln32, anche grazie alla sinergia con gli interventi precedenti.

### **IS30 Rifacimento tratta di tubazione da 934413 a 1448586 con aumento diametri**

Si adeguano alcuni tratti della rete critica tra i nodi 934413 e 1448586, sostituendo la tubazione Di400 mm con una Di600 mm, per 87 m.

In questo modo si riducono notevolmente le fuoriuscite lungo la linea. Per eliminare la criticità Ln30 è necessario adeguare l'intera tratta, fino al nodo 934447 ed aumentare ulteriormente il diametro nella parte di valle.

Non si ritiene in questa sede di proporre un intervento così impattante senza aver appurato l'effettivo stato della rete fognaria.

### **IS31 Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro al pozzetto 962222**

Si realizza uno scaricatore di piena nel nodo 962222 con scarico in area di laminazione (vd. IS33) tramite tubazione con Di600 mm di lunghezza 20 m. Per ridurre le portate in transito a valle, è necessario prevedere una bocca tarata sull'uscita verso il derivatore, con diametro 200 mm: in questo modo si eliminano le fuoriuscite a valle e si risolve la criticità Ln31.

### **IS32 Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona**

Si prevede di realizzare una vasca di laminazione sotto l'area sportiva per un volume di 1000 mc. Questa riceverà le acque drenate dai seguenti bacini: BAC\_962222, BAC\_962180, BAC\_1394974, BAC\_964010, BAC\_964009, BAC\_964008, BAC\_964004, BAC\_964002, BAC\_934390, BAC\_964001, BAC\_20274, BAC\_962218, BAC\_962219, BAC\_1155532, BAC\_1155531, BAC\_1155533, BAC\_1155534, BAC\_1155535, BAC\_934408, BAC\_962181, BAC\_20324 e scaricherà tramite tubo Di200 mm di lunghezza massima 20 m nel pozzetto 964009.

Si riducono il numero di pozzetti che esondano ed i volumi fuoriusciti nella zona, contribuendo alla risoluzione della criticità Ln31.



Tale problematica non viene evidenziata ovviamente nella modellazione della rete fognaria tuttavia, in accoglimento delle indicazioni comunali, si prevede l'inserimento di una trincea drenante con scarico verso ovest nel reticolo idrico (roggia Molgorana).

#### 4.4. Individuazione delle aree da riservare ad interventi di invarianza idraulica ed idrologica (IS11-IS12-IS16-IS17-IS23-IS24-IS27-IS32-IS33-IS34)

Come richiesto dal Regolamento Regionale 7/2017 art.14 comma 7, sono localizzazione delle aree per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica ed idrologica.

Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano dei Servizi riportano: "nelle aree per servizi pubblici e di interesse pubblico di proprietà pubblica potranno essere realizzate le misure strutturali, di cui al comma 7, lettera a), numeri 5 e 6, del citato regolamento, così come previste nello Studio comunale di gestione del rischio idraulico completo, fatta salva la verifica del livello di priorità con il gestore del servizio idrico integrato". Sono quindi definiti le aree da dedicare alle opere strutturali di invarianza idraulica.

#### 4.5. Sintesi delle misure strutturali individuate dal presente studio

Gli interventi strutturali proposti sono sintetizzati nella tabella seguente:

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
IS01	Via Enrico Fermi	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Modifica sfioratore esistente	Pt03-Po17-Po18-Po19
IS02	Via S.Gaetano	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 930561 a 930175 con aumento diametri	Ln10-Po17-Po18-Po19-Po05
IS03	SP51	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 930571 a 1210071 con aumento diametri, aggiunta derivatore a pozzetto 930563 e sfioratore a 930177	Ln11-Po17-Po18-Po19-Po06
IS04	Via S.Carlo e Via Carlo Porta	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 1367434 a 932103 con aumento diametri	Ln13-Po17-Po18-Po19

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
IS05	Cascina Mella	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tubazione da pozzetto 933309 a 933307	Po17-Po18-Po19
IS06	Via Madonnina	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 934004 a 1210059 con aumento diametri	Ln15-Po17-Po18-Po19-Po09-Po11
IS07	Via Madonnina - ovest cascina Melli	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 933989 a 933987 con aumento diametri	Ln16-Po17-Po18-Po19
IS08	Via S.Giovanni Bosco	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Inserimento nuovo sfioratore al pozzetto 936242	Pt09-Po17-Po18-Po19
IS09	Via Peucher	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 936281 a 1368600 con aumento diametri	Ln17-Po17-Po18-Po19
IS10	Via Sant'Eurosia	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Inserimento nuovo sfioratore al nodo 930210	Po17-Po18-Po19
IS11	Campo sportivo comunale n.2	Aree da destinare a laminazione	Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona e rifacimento tratta 933322 - 934029	Pt10-Ln20-Ln18-Po17-Po18-Po19
IS12	Via Ugo Foscolo	Aree da destinare a laminazione	Sfioratore laterale a pozzetto 934544, vasca di laminazione e scarico in C.I.S.	Ln23-Po17-Po18-Po19

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
IS13	Via Sant'Eurosia	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Inserimento nuovo sfioratore a pozzetto 931829 con scarico in CIS	Ln03-Po13-Po17-Po18-Po19
IS14	Via dei Tigli	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Interconnessione linee, cambio diametro 935687 - 1210060	Ln18-Po17-Po18-Po19-Po07
IS15	Via S.Gaetano	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta da pozzetto 1833506 a 930219	Pt11-Po17-Po18-Po19
IS16	SPS1 a nord di via Boschetto	Aree da destinare a laminazione	Inserimento sfioratore laterale al pozzetto 1368686, laminazione, verifica e potenziamento del funzionamento dello sfioratore 1210073	Po17-Po18-Po19
IS17	Via S. Francesco d'Assisi	Aree da destinare a laminazione	Area di laminazione utile per le disconnessioni idrauliche del INS15 e INS16	Po17-Po18-Po19
IS18	Via Giovanni Verga	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Realizzazione di sfioratore laterale al pozzetto 20244, aumentati i diametri tra 20244 e 20241	Ln25-Po17-Po18-Po19
IS19	Via Carminati De Brambilla	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 1199 a 20261 con aumento diametri	Ln25-Po17-Po18-Po19

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
IS20	SP51	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Ottimizzazione dello sfioratore 1210075 e rifacimento tratta di tubazione da 930626 a 1210074 con aumento diametri	Ln26-Po17-Po18-Po19-Pt39
IS21	Via Crotta	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Ottimizzazione dello sfioratore 1210076	Pt12-Po17-Po18-Po19
IS22	Via del Lavoro	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro al pozzetto 930652 e relativa tubazione di scarico	Ln26-Po17-Po18-Po19
IS23	Via Crotta/Via Roma	Aree da destinare a laminazione	Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona	Ln26-Pt12-Po17-Po18-Po19
IS24	Via del Lavoro	Aree da destinare a laminazione	Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona	Ln28-Po17-Po18-Po19
IS25	SP51 - Via Crotta	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro	Ln30-Po17-Po18-Po19
IS26	Via S.Giuseppe	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 20001 a 20003 con aumento diametri	Ln29-Po17-Po18-Po19
IS27	Campo Oratorio n.2	Aree da destinare a laminazione	Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona	Ln30-Po17-Po18-Po19

CODICE	UBICAZIONE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	CRITICITA' ASSOCIATA
IS28	Via S.Giorgio	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro	Ln30-Po17-Po18-Po19
IS29	Via S.Giorgio	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Verifica e ottimizzazione del funzionamento del manufatto di sfioro	Ln32-Po17-Po18-Po19-Pt21
IS30	Campo sportivo comunale n.1	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Rifacimento tratta di tubazione da 934413 a 1448586 con aumento diametri	Ln30-Po17-Po18-Po19
IS31	Campo sportivo comunale n.l	Adeguamento e potenziamento idraulico mediante posa/rifacimento di tubazione	Realizzazione di nuovo manufatto di sfioro al pozzetto 962222	Ln31-Po17-Po18-Po19
IS32	Campo sportivo comunale n.l	Aree da destinare a laminazione	Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona	Ln31-Po17-Po18-Po19
IS33	Via Leone XII	Aree da destinare a laminazione	Realizzazione area di laminazione a servizio delle reti di zona	Ln31-Ln32-Po17-Po18-Po19
IS34	Via A. Volta	Aree da destinare a laminazione o drenaggio orizzontale	Trincea drenante per ruscellamento terreni previo valutazione idrogeologica sito specifica	Ln20-Ln21-Po17-Po18-Po19
IS35	Campofiorengo ex depuratore	Vasca di espansione	Cassa di espansione sul Rio Molgorana individuata nello studio di Gestione del Rischio Idraulico del comune di Arcore (in fase di approfondimento)	Risoluzione problemi esondazione in territorio del Comune di Arcore

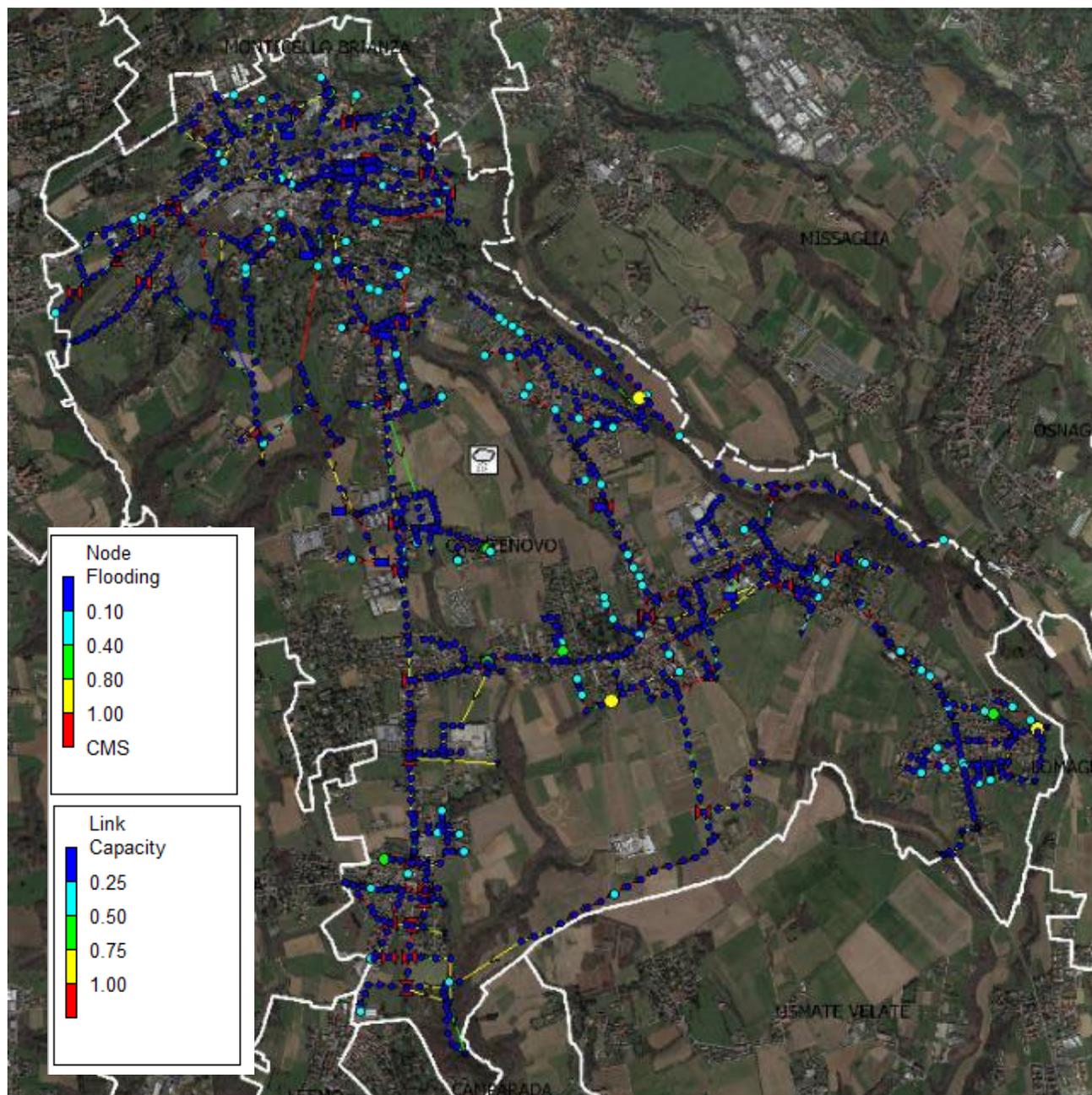
## 5. Risultati simulazione scenario STATO DI PROGETTO (SSP)

Gli interventi strutturali e non strutturali sopra individuati sono stati inseriti nel modello idrologico idraulico per tempo di ritorno di 10 anni.

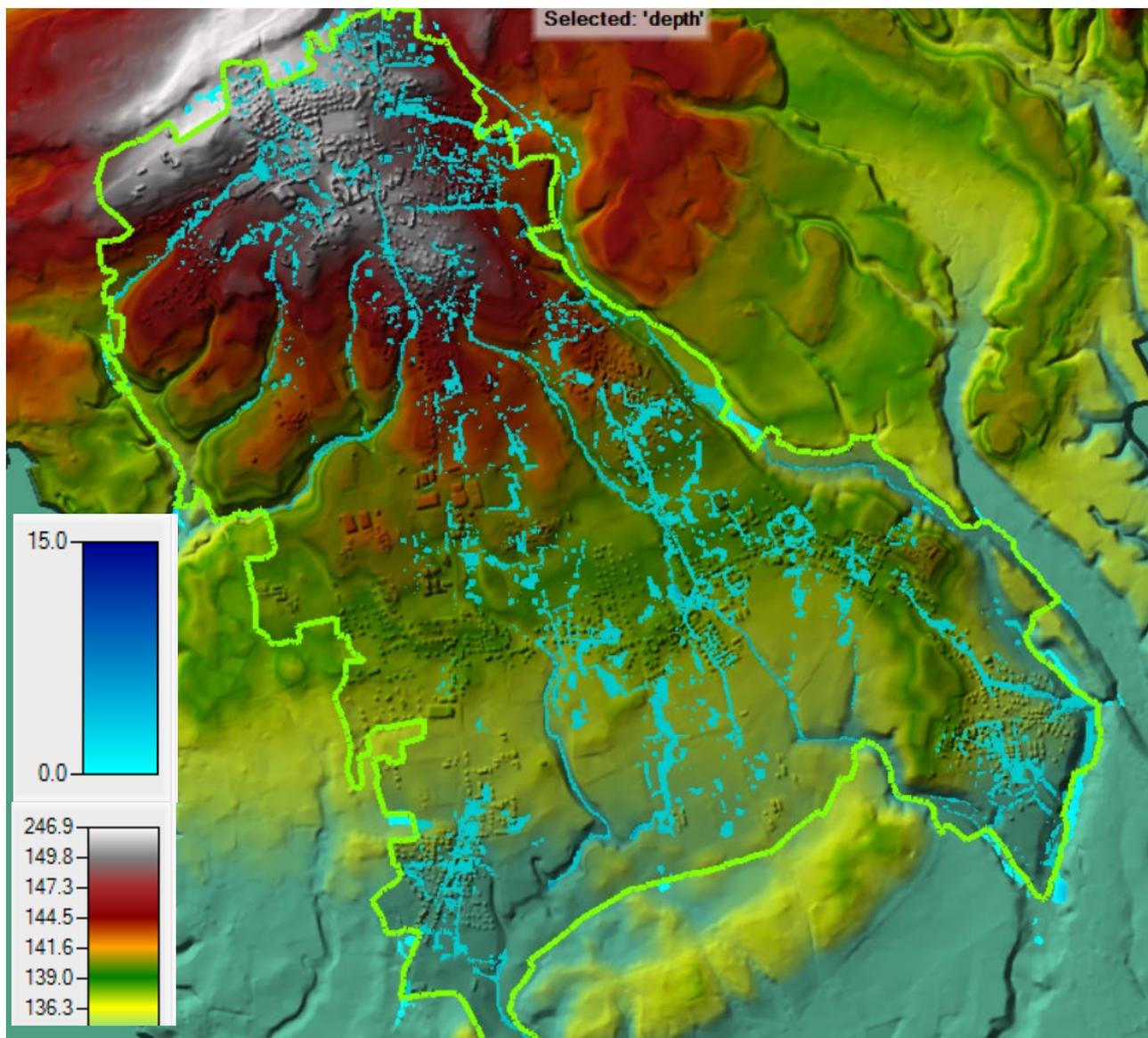
Gli interventi sopra elencati permettono di risolvere la maggior parte delle problematiche evidenziate dalla modellazione nello stato attuale.

Gli allagamenti residui si ritengono accettabili nelle zone agricole mentre nelle zone urbanizzate restano puntuali insufficienze, di entità ridotta rispetto allo stato di progetto, prevalentemente derivanti da irregolarità topografiche che meritano una verifica topografica.

L'assenza di dati geometrici affidabili circa la geometria della rete esistente ha ovviamente condizionato anche l'affidabilità dei risultati nello stato di progetto oltre che ovviamente nello stato di fatto.

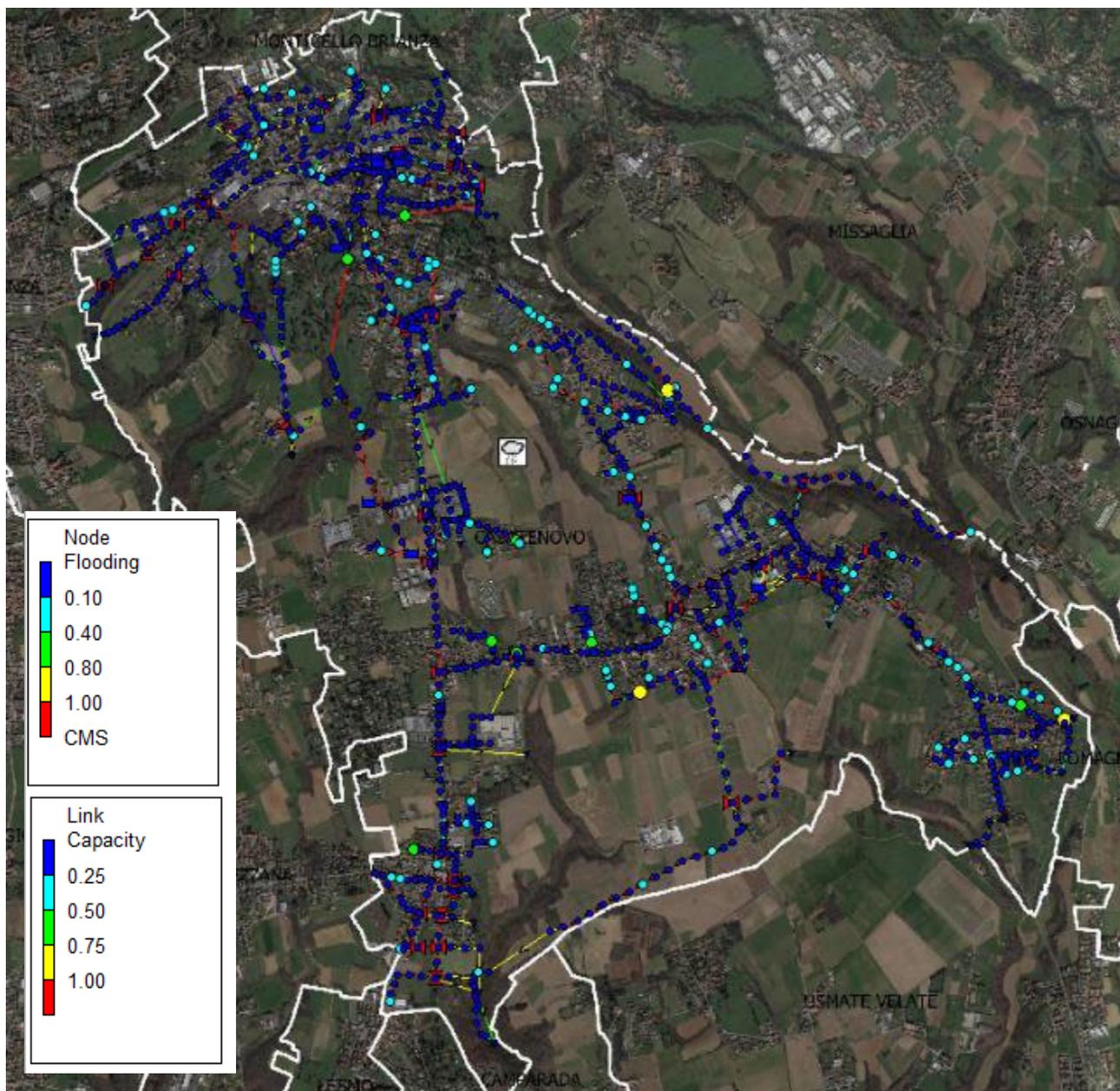


*Tempo di ritorno 10 anni – Funzionamento della rete nello Stato di Progetto*

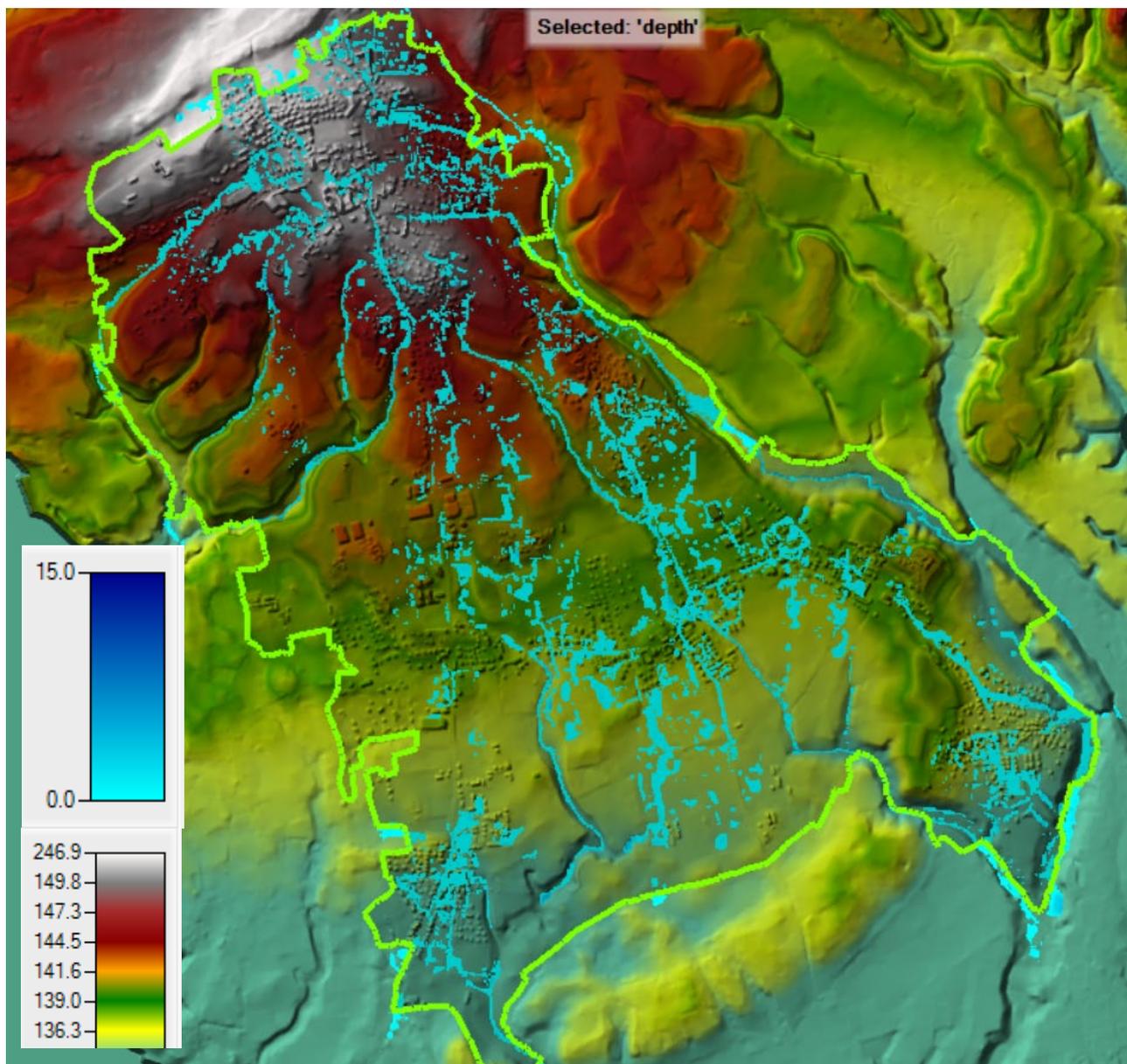


*Allagamenti sul territorio del comune di Casatenovo per tempo di ritorno di 10 anni nello Stato di Progetto*

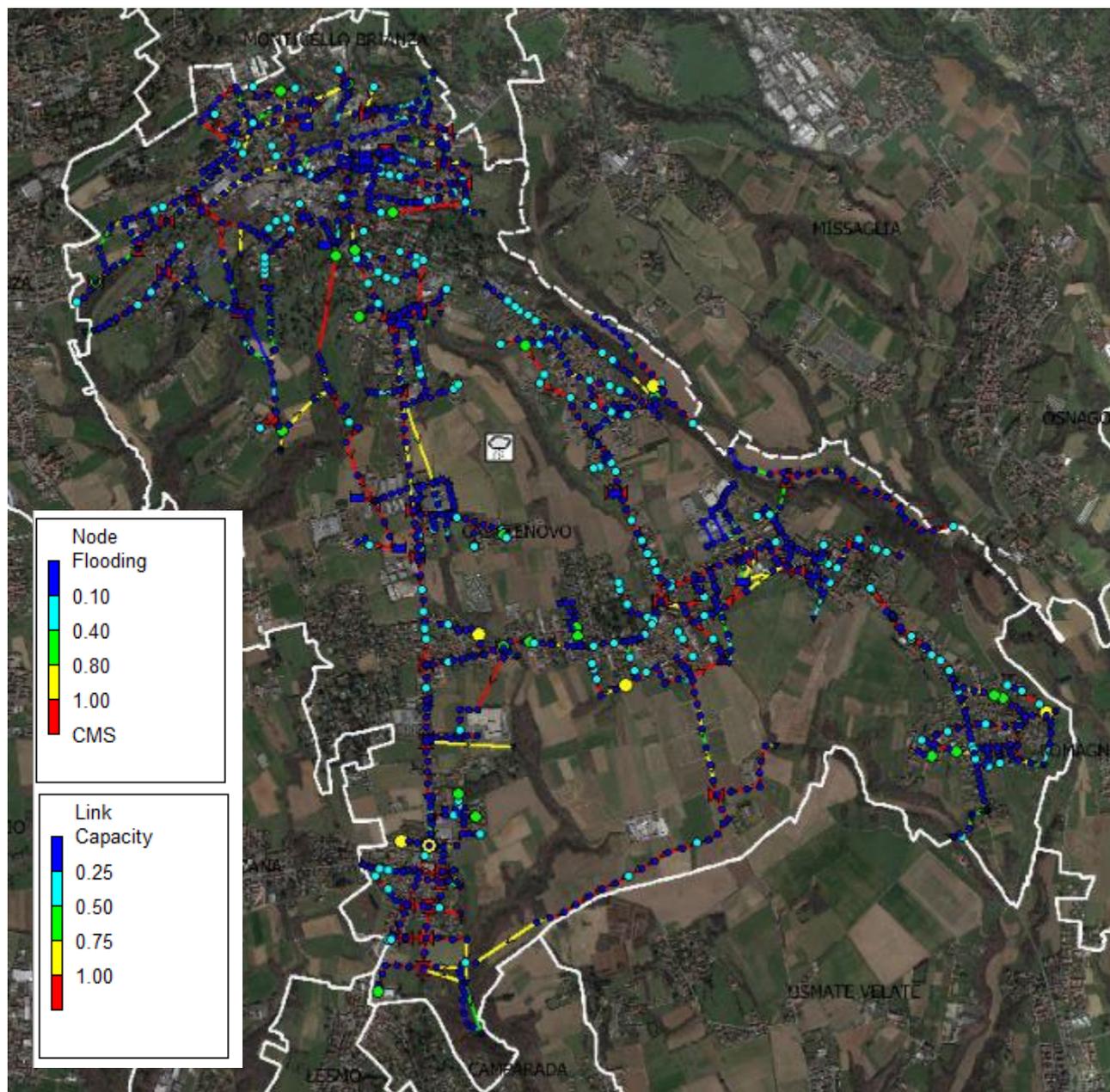
Gli interventi sommariamente individuati per migliore e ove possibile risolvere le insufficienze idrauliche sono stati verificati anche in riferimento ai tempi di ritorno di 50 e 100 anni. Ovviamente l'efficacia delle soluzioni migliorative diminuisce all'aumentare del tempo di ritorno. Si riportano di seguito le immagini relative al funzionamento della rete nello stato di progetto per i tempi di ritorno di 50 e 100 anni. Si rimanda alle tavole grafiche per la sovrapposizione degli allagamenti.



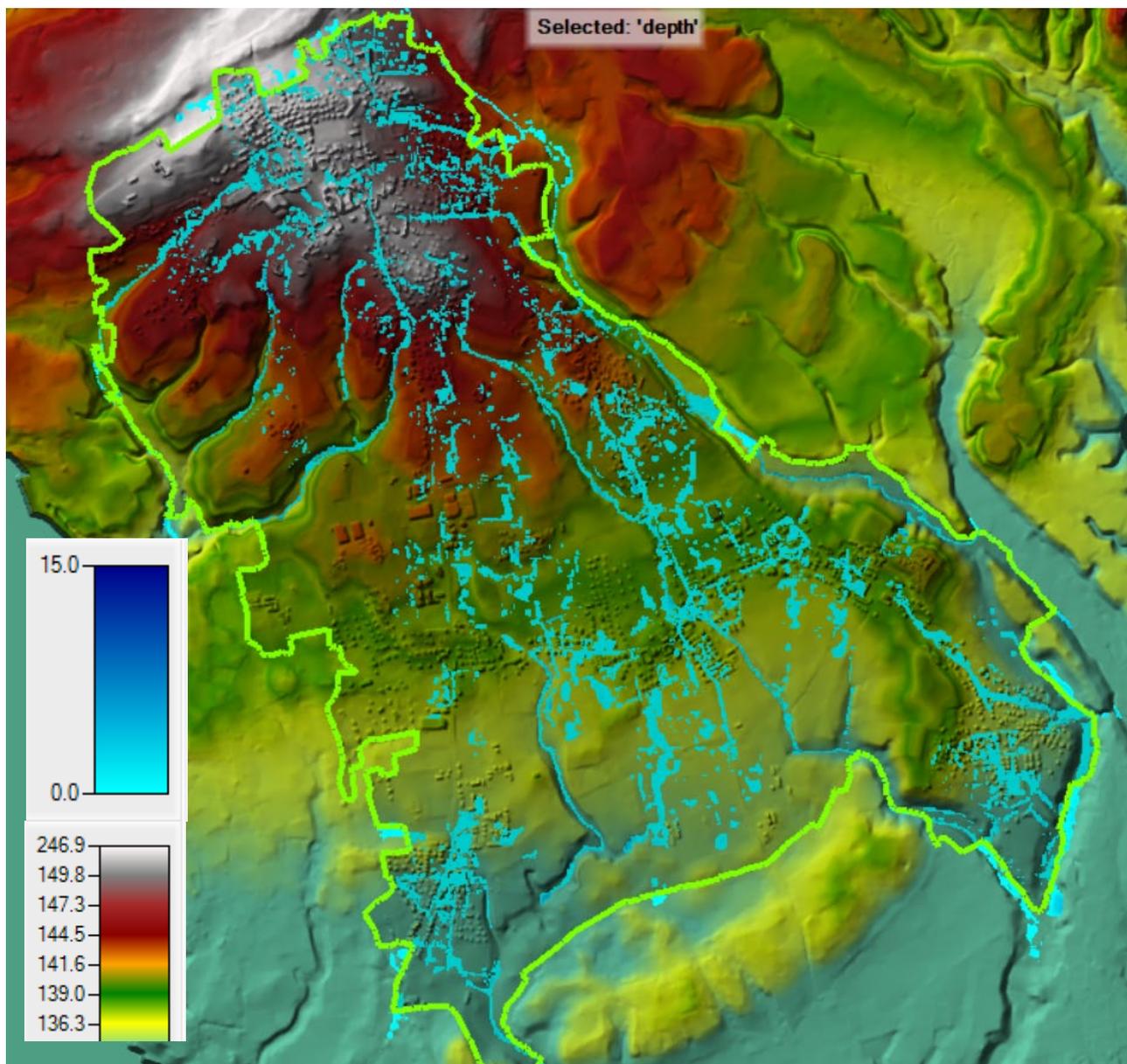
*Tempo di ritorno 50 anni – Funzionamento della rete nello Stato di Progetto*



*Allagamenti sul territorio del comune di Casatenovo per tempo di ritorno di 50 anni nello Stato di Progetto*



*Tempo di ritorno 100 anni – Funzionamento della rete nello Stato di Progetto*



*Allagamenti sul territorio del comune di Casatenovo per tempo di ritorno di 100 anni nello Stato di Progetto*

## 6. Documenti di riferimento - Bibliografia – Registro dati

### DOCUMENTI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI

- Regolamento Regionale 23 novembre 2017 – n. 7
- Regolamento Regionale 19 aprile 2019 – n. 8
- Piano Governo del Territorio di Casatenovo
- PEC - Piano Emergenza Comunale del Comune di Casatenovo
- PTR - Piano Territoriale Regionale di Regione Lombardia
- PTCP – Piano Territoriale di Coordinamento Provincia di Lecco
- PTUA - Piano di Tutela e Uso delle Acque
- Documento semplificato del rischio idraulico del Comune di Casatenovo
- WebGIS Acquedotto e fognatura

### BIBLIOGRAFIA

- HEC-RAS Hydraulic reference manual, U.S. Army Corps of Engineers, 2016 [2]. HEC-RAS User's manual, U.S. Army Corps of Engineers, 2016
- Linee guida per la redazione degli studi comunali del rischio idraulico, Cap Holding, Luglio 2019
- Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile, Università degli studi di Milano Dipartimento di scienze agrarie e ambientali (DISAA)

REGISTRO DATI UTILIZZATI

TIPOLOGIA DATO	DESCRIZIONE DATO	LIVELLO DI AFFIDABILITÀ	CONTESTO DI UTILIZZO	FONTE	LINK
Linee segnalatrici possibilità pluviometrica	Parametri a ed n LSPP per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni	3	Costruzione ietogrammi di progetto	Arpa Lombardia	<a href="http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml">http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml</a>
Geometria rete fognaria	Informazioni su condotti, pozzetti, sfioratori, etc	1	Verifica rete fognaria per simulazioni	Lario Reti Holding	<a href="https://professionisti-sit.acquedilombardia.it/galleryprofessionisti/">https://professionisti-sit.acquedilombardia.it/galleryprofessionisti/</a>
Modello digitale del terreno	LIDAR risoluzione 5x5 m	3	Simulazione propagazione degli allagamenti superficiali	Ministero dell'Ambiente	<a href="https://www.minambiente.it/">https://www.minambiente.it/</a>
Uso e copertura del suolo (DUSAF 2015)	Classificazione del territorio in 5 livelli gerarchici in funzione di uso e copertura del suolo	3	Scabrezza modello propagazione degli allagamenti superficiali Definizione del danno	Geoportale Regione Lombardia	<a href="http://www.geoportale.regione.lombardia.it/">http://www.geoportale.regione.lombardia.it/</a>