



Comune di Gorgonzola

Città Metropolitana di Milano

Regione Lombardia



R.R. 23 NOVEMBRE 2017, N. 7: REGOLAMENTO RECANTE CRITERI E METODI PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA AI SENSI DELL'ARTICOLO 58 BIS DELLA LEGGE REGIONALE 11 MARZO 2005, N. 12

## STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

OGGETTO

### RELAZIONE IDRAULICA

TIMBRI E FIRME

**SRIA**  
s.r.l.

**STUDIO ROSSO**  
**INGEGNERI ASSOCIATI**

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO  
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI  
TEL. +39 011 43 77 242  
[studiorosso@legalmail.it](mailto:studiorosso@legalmail.it)  
[info@sria.it](mailto:info@sria.it)  
[www.sria.it](http://www.sria.it)

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

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

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE	REV. 1
DATA	NOV/2022	OTT/2024
COD. LAVORO	497/SR	497/SR
TIPOL. LAVORO	S	S
SETTORE	G	G
N. ATTIVITA'	01	01
TIPOL. ELAB.	RI	RI
TIPOL. DOC.	E	E
ID ELABORATO	02	02
VERSIONE	0	1

REDATTO

ing. Giulia MACARIO

CONTROLLATO

ing. Chiara AMORE

APPROVATO

ing. Chiara AMORE

ELABORATO

1.2



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
1.1 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ	5
<b>2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO E DESCRIZIONE DEL CONTESTO</b>	<b>6</b>
2.1 BACINI DI RACCOLTA	6
2.2 RETE	9
2.3 IMPIANTI DISPERDENTI O VOLANIZZAZIONE	9
<b>3. STUDI PREGRESSI E DATI RACCOLTI</b>	<b>11</b>
3.1 SEGNALEZIONE DEI TECNICI COMUNALI	11
3.2 DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO	20
3.2.1 Criticità segnalate	20
3.2.2 Interventi strutturali ipotizzati	20
3.3 MODELLAZIONE IDRAULICA RETE FOGNARIA COMUNALE, CAP HOLDING, GENNAIO 2022	22
<b>4. MODELLAZIONE DELLA RETE E DEL TERRITORIO</b>	<b>23</b>
4.1 SCHEMA MODELLISTICO	23
4.2 LIVELLO DI DETTAGLIO	23
4.3 CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO	23
4.4 RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE	25
4.5 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO	26
4.6 IPOTESI MODELLISTICHE	26
4.7 CONDIZIONI AL CONTO RNO	27
4.8 CONDIZIONI INIZIALI	30
4.9 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO	30
<b>5. PROCEDURE DI TARATURA E CALIBRAZIONE</b>	<b>34</b>
5.1 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	34
5.2 RETE DI MONITORAGGIO	34
5.3 ANALISI DEL TEMPO ASCIUTTO	36
5.4 ANALISI DEL TEMPO DI PIOGGIA	37
<b>6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITÀ</b>	<b>40</b>
6.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	40
6.1.1 Stato di criticità della rete di drenaggio	40
6.1.2 Ruscellamento superficiale	49
6.1.3 Analisi delle criticità evidenziate dal modello	53
6.1.3.1 Po04 - Area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta	53
6.1.3.2 Po05 - Area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina Rafredo	59
6.1.3.3 Ln05 - Via Giacomo Matteotti	62
6.1.3.4 Ln06 - Via Parini c/o Area industriale e Parco Agricolo Sud	63
6.1.4 Altre criticità non evidenziate dal modello	65
6.1.4.1 Ln01 - Roggia Bescapera c/o via Marche	65
6.1.4.1 Ln04 - Rete via Val d'Ossola	65
6.1.4.2 Ln07 - Via Don gnocchi	66
6.1.4.3 Ln08 - Via Cazzaniga	67
6.1.4.4 Ln09 - Via Mattei c/o parcheggio Thales	68
6.1.4.5 Ln10 - Via Mazzini, fronte scuola L. Da Vinci	68
6.1.4.6 Ln11 - Via G. Verdi	69



6.1.4.7	Po01; Po02; Po03; Pt01; Pt02; Pt03; Pt04 – Aree di esondazione del T. Molgora ed attraversamenti.....	71
6.1.5	Punti potenzialmente critici.....	74
6.1.6	Sintesi delle criticità rilevate.....	75
6.2	SCARICHI NEI RICETTORI FINALI .....	76
6.2.1	Capacità di laminazione delle portate.....	77
<b>7.</b>	<b>SCENARI DI INTERVENTO .....</b>	<b>79</b>
7.1	INTERVENTI STRUTTURALI.....	79
7.1.1	Interventi previsti sulla base del DSRI e delle segnalazioni dei tecnici comunali.....	79
7.1.1.1	IS01 - Vasca di laminazione sul Torrente Molgora .....	79
7.1.1	Interventi a piano investimenti Amiacque.....	81
7.1.2	Interventi a piano investimenti CAP Holding.....	82
7.1.2.1	IS05 – Intervento finalizzato alla riduzione delle acque parassite .....	82
7.1.3	Interventi proposti dallo Studio Comunale .....	83
7.1.3.1	IS06 e IS07 - Area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta .....	83
7.1.3.2	IS08 - Area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina Ralfredo.....	87
7.1.3.3	IS09 – Via Cazzaniga .....	90
7.1.4	Stato di avanzamento del Piano di Riassetto .....	90
7.1.5	Sintesi degli interventi previsti o eseguiti.....	92
7.2	SCARICHI NEI RICETTORI FINALI .....	105
7.3	INTERVENTI NON STRUTTURALI.....	105
7.3.1	Principali tipologie di interventi non strutturali .....	106
7.3.1.1	Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione .....	106
7.3.1.2	Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative Citizen Science .....	106
7.3.1.3	Sistemi di monitoraggio .....	107
7.3.1.4	Piani e studi di approfondimento.....	108
7.3.1.5	Difese temporanee.....	108
7.3.2	Misure non strutturali individuate.....	109
<b>9.</b>	<b>PRIORITÀ DI INTERVENTO E DESCRIZIONE DEI RISULTATI CONSEGUITI .....</b>	<b>114</b>

## ALLEGATI

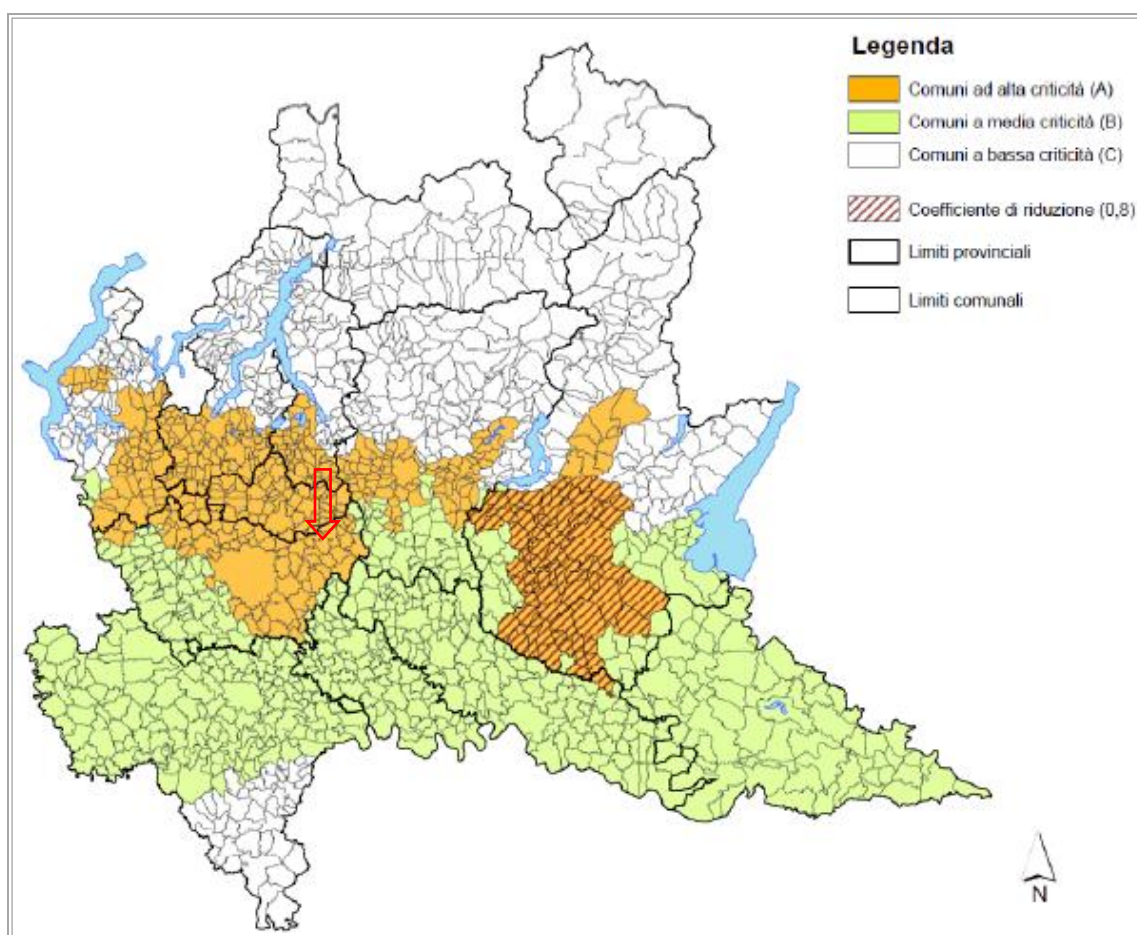
- ALLEGATO 1 – Documenti di riferimento utilizzati
- ALLEGATO 2 - Bibliografia
- ALLEGATO 3 – Registro dati utilizzati
- ALLEGATO 4 – Elenco punti di recapito della rete fognaria
- ALLEGATO 5 – Allegato L del RR 7/2017 “Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque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



## 1. PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato ai fini della predisposizione dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico del Comune di Gorgonzola ai sensi dell’art. 14 comma 7 del Regolamento Regionale n. 7 del 2017 della Regione Lombardia “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”.

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



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

Nello specifico, l’art. 14 comma 1 del RR introduce gli Studi Comunali: “I comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica [...] sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico di cui al comma 7”, definendo al comma 7 il loro contenuto minimo: “Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico



contiene la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare, lo SC contiene:

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

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

- “effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1 (TR 10, 50 e 100 anni);
- si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all’interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;



- valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;
- Valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori di cui al numero 2 diversi dalla rete fognaria, qualora siano disponibili studi o rilievi di dettaglio degli stessi;
- Individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti”.

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

Il presente studio segue le “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” predisposte a cura di CAP Holding.

## **1.1 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ**

La stesura dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico si articola a partire dal Regolamento Regionale n. 7 del 2017 e Regolamento Regionale n. 8 del 2019 della Regione Lombardia e si attiene alle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico”.

Successivamente al presente capitolo introduttivo, il documento è così articolato:

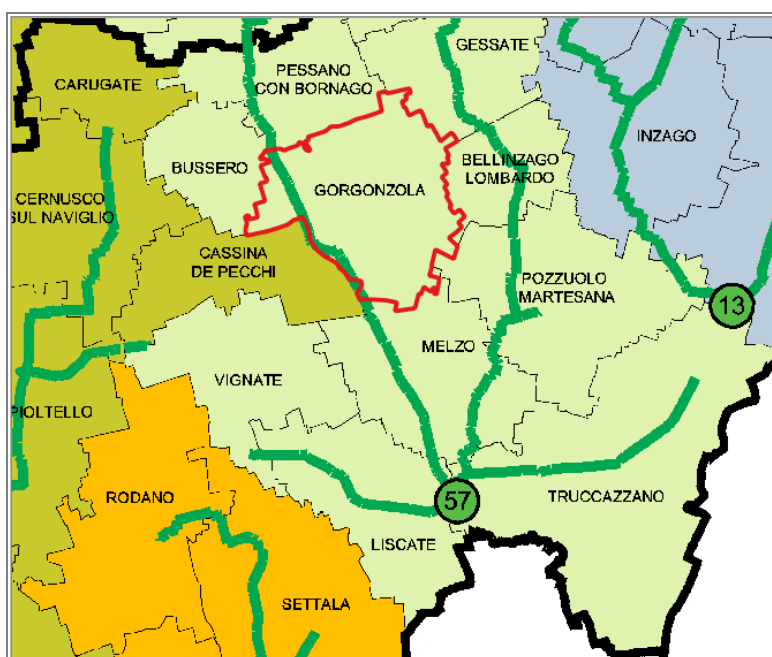
- Capitolo 2: sono descritti il contesto spaziale e la rete fognaria del comune di Gorgonzola con le relative caratteristiche;
- Capitolo 3: sono raccolti i dati disponibili e gli studi pregressi con lo scopo di raggiungere la maggiore completezza delle informazioni;
- Capitolo 4: è descritto il processo di modellizzazione relativo allo stato di fatto per gli scenari con tempo di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni. La geometria della rete fognaria e degli elementi presenti è modellizzata a partire dai dati forniti dal gestore CAP Holding, mentre il territorio comunale sulla base del DTM (a passo 5 m) fornito dal Geoportale di Regione Lombardia e se necessario del DTM (a passo 1 m) fornito dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Lo ietogramma di progetto è costruito sulla base delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica del progetto “STRADA” di Arpa Lombardia. La modellazione è sviluppata con il software Infoworks ICM;
- Capitolo 5: è descritto il processo di calibrazione del modello sulla base dei valori di portata registrati dai misuratori installati all’interno della rete fognaria;
- Capitolo 6: riporta i risultati ottenuti e le criticità emerse dalla modellazione per lo scenario attuale e le verifiche degli scarichi nei ricettori finali;
- Capitolo 7: descrive gli interventi strutturali e non strutturali mirati alla risoluzione delle criticità presenti e le verifiche degli scarichi nei ricettori finali con la configurazione di progetto;



- Capitolo 8: sono definite le priorità di realizzazione degli interventi strutturali proposti;
- Allegati.

## 2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO E DESCRIZIONE DEL CONTESTO

La rete di fognatura di Gorgonzola convoglia le acque raccolte all'interno del collettore intercomunale (Figura 2), che trasporta i reflui raccolti fino al confinante comune di Melzo; successivamente i reflui vengono convogliati al depuratore n.57 di Truccazzano (Strada Provinciale della Cerca). Per il depuratore di Truccazzano si stima una percentuale media di acque parassite del 49% per l'intero agglomerato.



**Figura 2 - Macrobacino di afferenza del Comune di Gorgonzola**

### 2.1 BACINI DI RACCOLTA

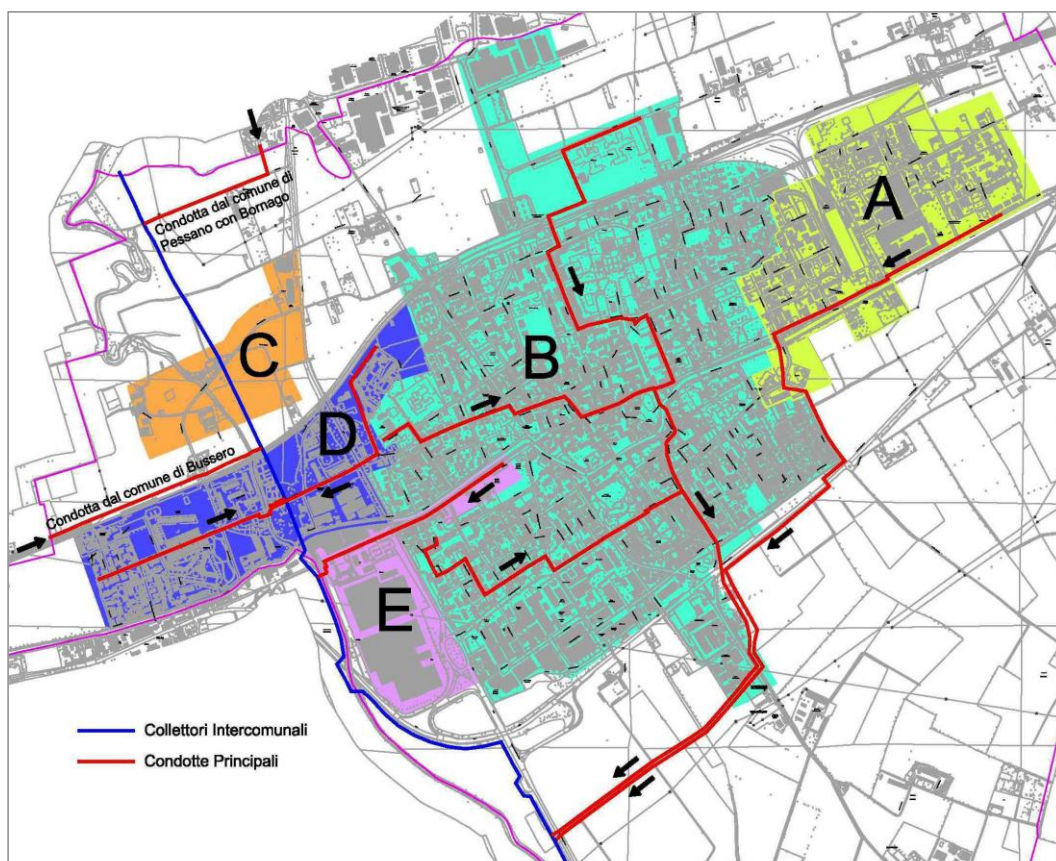
Con riferimento al rilievo condotto nel 2016, il territorio comunale di Gorgonzola si può suddividere in n.5 bacini di raccolta principali, come da Figura 3.

In particolare:

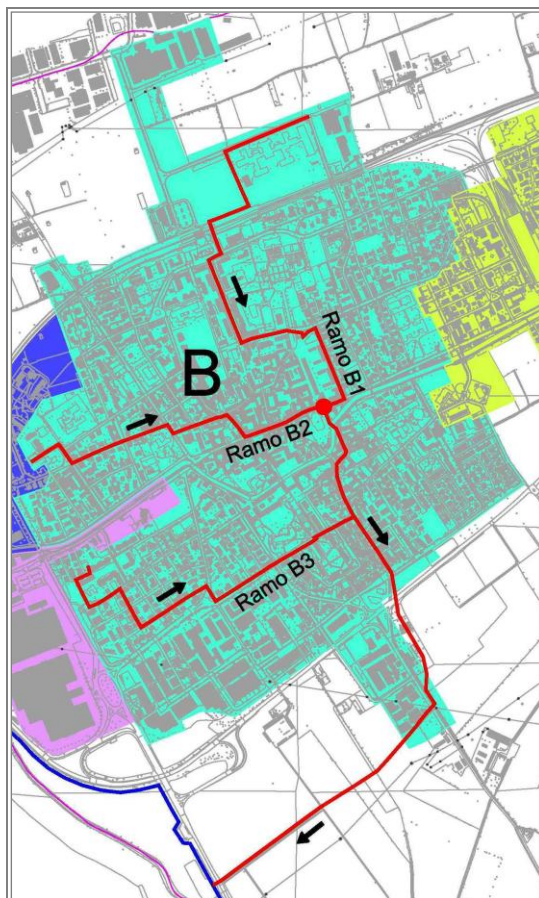
- Il **bacino di raccolta A** raccoglie le acque reflue della zona residenziale situata a nord-est del territorio comunale. Le acque reflue del bacino sono prevalentemente di tipo misto. Le acque bianche di questo bacino vengono smaltite attraverso pozzi perdenti o direttamente all'interno delle linee di fognatura miste. I restanti reflui sono raccolti e convogliati verso il collettore intercomunale tramite una condotta principale che partendo da via Trieste percorre: via Toscana, via Emilia Romagna, via Padana Superiore e strade campestri. Questa condotta raccoglie le acque reflue della zona situata a nord-est del territorio comunale la quale è delimitata a nord dalla linea MM, e a sud dal naviglio della Martesana.



- Il **bacino di raccolta B** raccoglie le acque reflue della zona centrale del territorio comunale di Gorgonzola. Le acque reflue del bacino sono quasi esclusivamente di tipo misto. Le acque bianche di questo bacino vengono smaltite attraverso pozzi perdenti o direttamente all'interno delle linee di fognatura miste. I restanti reflui sono raccolti e convogliati verso il collettore intercomunale tramite una condotta principale che raccoglie tre rami secondari: Ramo B1, Ramo B2 e Ramo B3 (Figura 4). La condotta principale del bacino di raccolta B partendo dall'unione del ramo B1 e B2 in via Serbelloni, percorre via Lodovico Brambilla, via Filzi, via Leonardo da Vinci e alcune strade campestri. Questa condotta raccoglie i reflui del centro storico e della gran parte delle aree urbanizzate situate al centro del territorio comunale di Gorgonzola.



**Figura 3 – Bacini di raccolta**



**Figura 4 – Bacino di raccolta B**

- Il **bacino di raccolta C** raccoglie le acque reflue di via Buoizzi. Le acque reflue del bacino sono esclusivamente di tipo misto e sono raccolte e convogliate verso il collettore intercomunale per mezzo di due linee che, percorrendo tutta via Buoizzi, raccolgono i reflui delle cascine limitrofe e della piccola zona commerciale di via Monza.
- Il **bacino di raccolta D** raccoglie le acque reflue della frazione di Riva sino alla S. P. n.13. Le acque reflue del bacino sono esclusivamente di tipo misto. I reflui sono raccolti e convogliati verso il collettore intercomunale per mezzo di due condotte principali (est e ovest). La condotta est, percorrendo via Luigi Sturzo e via Enrico Mattei, raccoglie le acque fognarie delle restanti vie che la intersecano. La condotta ovest percorrendo tutta via Enrico Mattei raccoglie le acque fognarie della frazione di Riva.
- Il **bacino di raccolta E** raccoglie le acque reflue di via Milano. Le acque reflue del bacino sono esclusivamente di tipo misto. I reflui sono raccolti e convogliati verso il collettore intercomunale per mezzo di una condotta principale che percorrendo via Milano raccoglie le acque fognarie di quest'ultima.

Sul territorio comunale di Gorgonzola sono presenti due condotte principali provenienti dai comuni limitrofi. La prima condotta situata a nord del territorio comunale convoglia verso il collettore i reflui fognari provenienti dal



comune di Pessano con Bornago. La seconda condotta situata a ovest del territorio comunale convoglia verso il collettore i reflui fognari provenienti dal comune di Bussero.

## 2.2 RETE

La rete fognaria del comune di Gorgonzola risulta distribuita in modo omogeneo su tutto il territorio comunale per una lunghezza complessiva di circa 54.582 m. Le tipologie di reti fognarie riscontrate sono le seguenti (SIT CAP 2021):

- di tipo misto per l'89,8 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque meteoriche per l'8,7 % del totale;
- adibita alla raccolta delle acque nere per lo 0,6 % del totale;
- adibita ad altre funzioni (sfioro, scarico da depuratore) per lo 0,8 % del totale;
- N. di caditoie: 3.753 (Censimento Servizio fognatura CAP, 2021).

Ad essa vanno aggiunti i tracciati dei collettori consortili per un totale di circa 3'720 m.

La rete di raccolta risulta per la maggior parte mista ed i reflui delle diverse aree del territorio comunale sono convogliati, attraverso i collettori principali, all'impianto di depurazione di Truccazzano.

La restante parte dell'infrastruttura fognaria del comune è suddivisa in reti di raccolta delle acque meteoriche e reti di raccolta acque nere. Le acque meteoriche sono convogliate in alcuni casi dalle reti dedicate direttamente nella fognatura mista, in altri casi si prevede lo scarico al suolo tramite pozzo perdente accoppiato con un manufatto disoleatore, mentre le acque di sfioro sono recapitate nei Corpi Idrici Superficiali (CIS).

## 2.3 IMPIANTI DISPERDENTI O VOLANIZZAZIONE

In comune di Gorgonzola sono presenti 35 pozzi disperdenti.

CAP gestisce direttamente una vasca di prima pioggia (via Milano) interrata e su sistema unitario e una vasca di laminazione su rete mista (Via Via Bruno Buozi), monocomparto e interrata (Figura 5). I volumi delle vasche corrispondono, rispettivamente, a 281 m<sup>3</sup> (VPP Via Milano) e 202 m<sup>3</sup> (VL Via B. Buozi).

Sul territorio comunale non sono presenti vasche volano/laminazione non gestite da CAP o in corso di verifica.



*Figura 5 - Inquadramento planimetrico dell'ubicazione delle vasche di prima pioggia e laminazione*



### 3. STUDI PREGRESSI E DATI RACCOLTI

#### 3.1 SEGNALEZIONE DEI TECNICI COMUNALI

Il confronto con i referenti degli uffici tecnici comunali ha avuto inizio già nell'ambito della redazione del Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DSRI) in data 11/06/2019. L'incontro aveva la finalità di individuare sul territorio comunale quelle criticità di tipo idraulico non riportate negli atti pianificatori, oltreché condividere le informazioni desunte dalla documentazione a disposizione. All'epoca erano state evidenziate le problematiche relative al Torrente Molgora e agli attraversamenti dello stesso. Inoltre erano state indicate alcune criticità relative alla rete fognaria mista caratterizzata da tratti in contropendenza ed infine era stata discussa la questione della gestione del reticolo idrografico minore privato ed in particolare l'aspetto relativo ad alcuni tratti tombati.

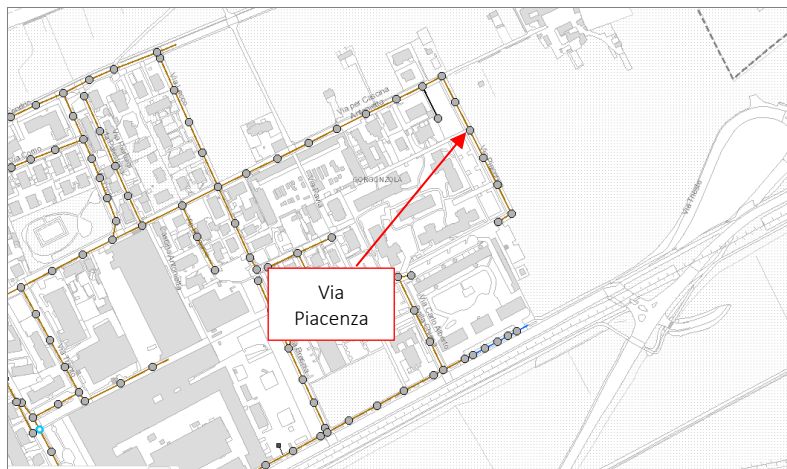
Nel corso dell'ulteriore analisi finalizzata al presente Studio Comunale si sono svolti diversi confronti con i referenti tecnici del comune, in occasione dei quali sono state integrate le problematiche rilevate ed è stata effettuata una verifica, a distanza di circa 3 anni, della persistenza o meno di quanto emerso dal DSRI. Nel dettaglio di seguito si riporta quanto segnalato dall'Amministrazione comunale e pervenuto agli Scriventi il 9/5/2022:

#### Via Piacenza

Via Piacenza si trova nel Comparto C6 un piano attuativo in itinere, in continua evoluzione, dove sono presenti ampie aree di cantiere ed aree libere previste in edificazione. In particolare i tecnici comunali segnalano il verificarsi di allagamenti in corrispondenza di un parcheggio di via Piacenza (di fronte al civico n. 3), del quale si riporta l'immagine fornita in Figura 8.



**Figura 6 – Inquadramento del Comparto C6 in corrispondenza di via Piacenza**



**Figura 7 – Estratto dal webgis di CAP della rete fognaria nell'area d'interesse**



**Figura 8 – Immagine del parcheggio di via Piacenza successivamente ad un evento piovoso**

### Via Giuseppe Verdi

Si rilevano problematiche relativamente all'incrocio fra via Verdi e via Argentia, difatti i tecnici comunali segnalano degli episodi di allagamento in corrispondenza della sede stradale in tale area, senza tuttavia identificarne una possibile causa.



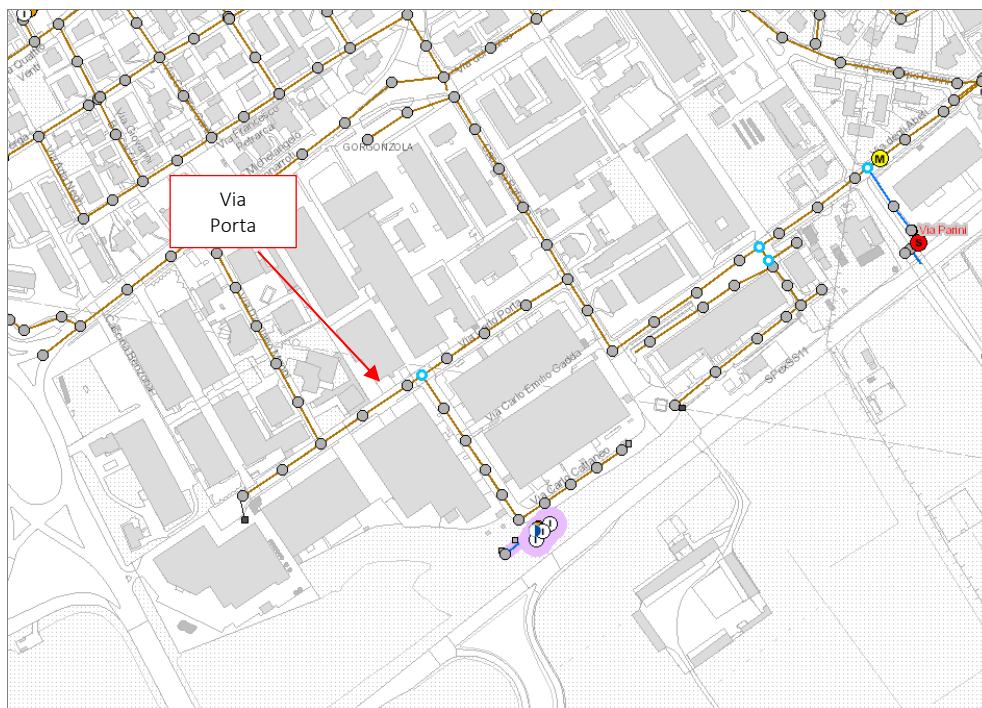
**Figura 9 – Estratto dal webgis di CAP della rete fognaria nell'area d'interesse**

### Via Porta

Via Porta ricade in zona produttiva industriale consolidata ed attiva. Si riscontra, nel tratto dal Caseificio Bamonte a via Cascina Raffredo, un tratto di fognatura sottodimensionata; gli scarichi prodotti dal caseificio intasano la rete e difatti questo tratto di fognatura viene periodicamente pulito (ogni 3/4 mesi) da Cap/Amiacque.



**Figura 10 – Inquadramento dell'area nei pressi di Via Porta**

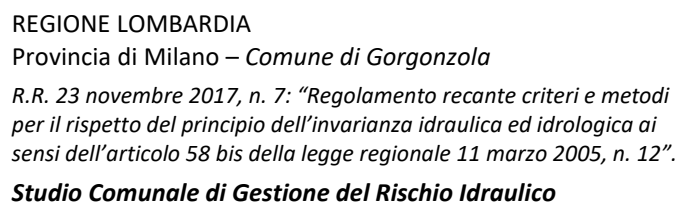


**Figura 11 - Estratto dal webgis di CAP della rete fognaria nell'area d'interesse**

### **Roggia Bescapera**

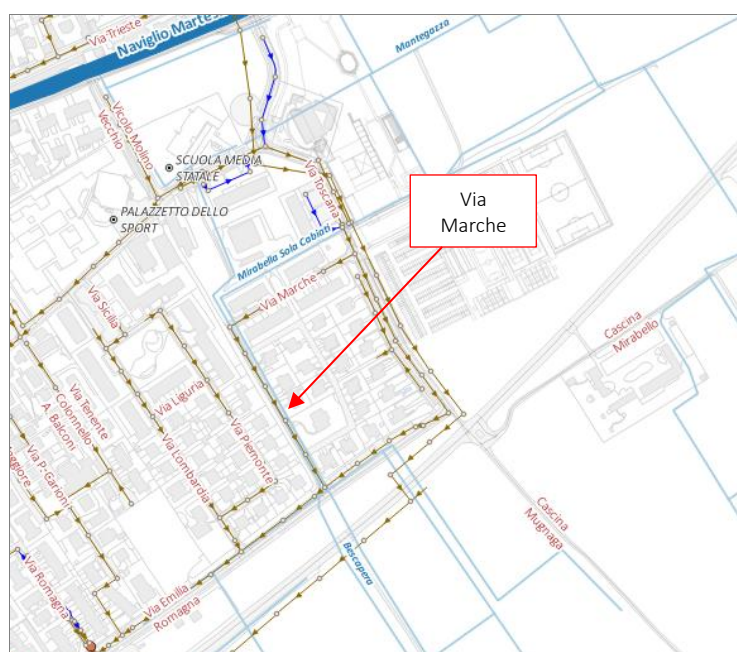
La Roggia Bescapera parte da vicolo Molino vecchio e arriva fino a via Emilia e deriva la portata di competenza dal Naviglio Martesana. Quando si innalza il livello dell'acqua della Martesana, per consentire il mantenimento del deflusso in sicurezza, gli addetti del Consorzio Villoresi aprono le paratie, in modo da far defluire l'acqua attraverso la Roggia Bescapera, che parte da Vicolo Mulino Vecchio, scorre parallelamente a via Marche, fino a giungere in prossimità della via Emilia.

Talvolta in via Marche si sono verificati casi di allagamento dei piani seminterrati delle villette poste ai lati della strada. Di volta in volta il problema viene gestito dalla Protezione Civile chiudendo la paratia di derivazione dal Naviglio.



 paratia in prossimità del Naviglio

**Figura 12 – Inquadramento dell'area presso la Roggia Bescapera**



**Figura 13 – Inquadramento della roggia Bescapera**

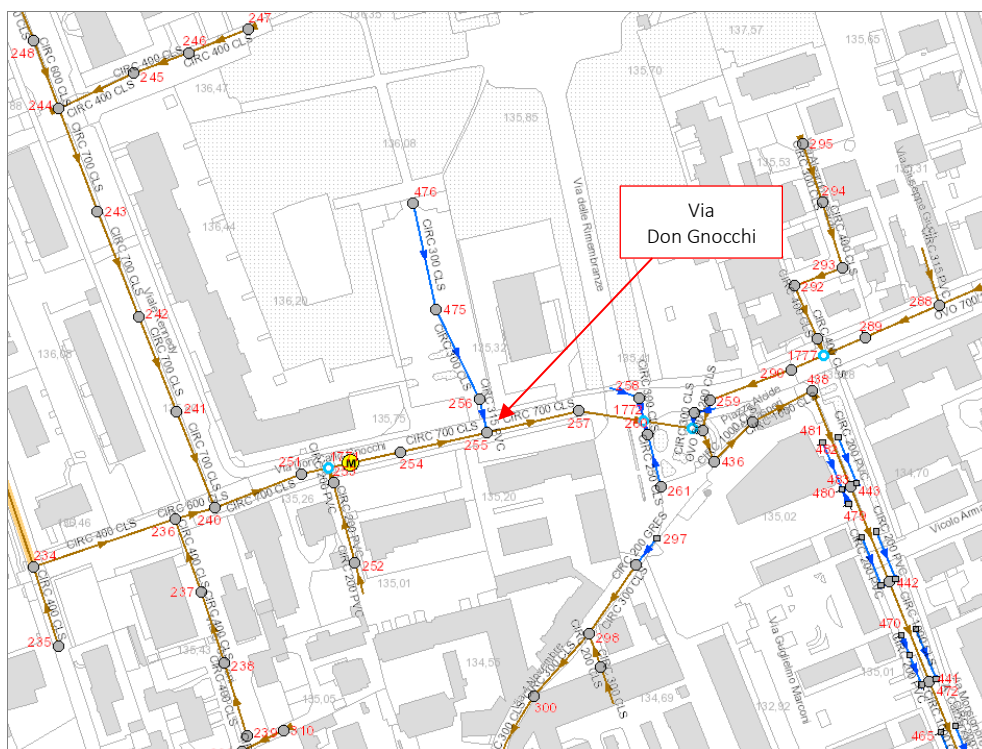


## Via Don Gnocchi

I tecnici comunali segnalano la problematica relativa al verificarsi di allagamenti della strada dovuti all'intasamento della condotta che passa sotto il parcheggio e scarica in via Don Gnocchi.



**Figura 14 Inquadramento dell'ingresso del parcheggio presso Via Don Gnocchi**



**Figura 15 - Estratto dal webgis di CAP della rete fognaria nell'area d'interesse**

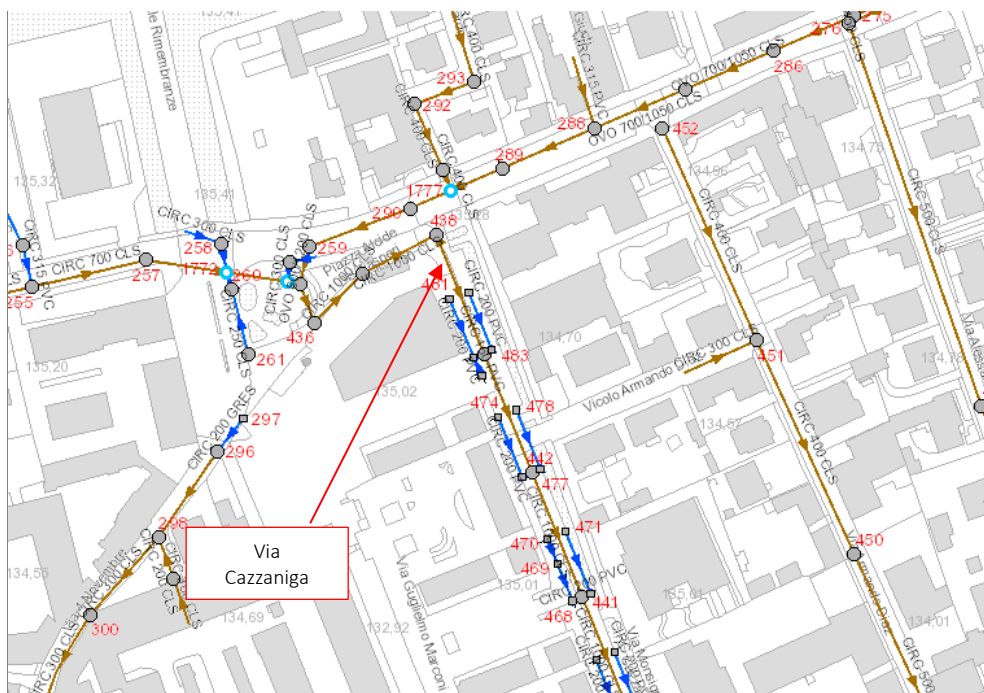


### Via Cazzaniga

In prossimità dell’incrocio con Via Argentia, dal dosso pedonale fino al cartello di “stop”, si crea un ristagno d’acqua a causa dell’avvallamento della strada.



**Figura 16 – Inquadramento dell’area presso l’incrocio tra Via Cazzaniga e Via Argentia**



**Figura 17 - Estratto dal webgis di CAP della rete fognaria nell’area d’interesse**

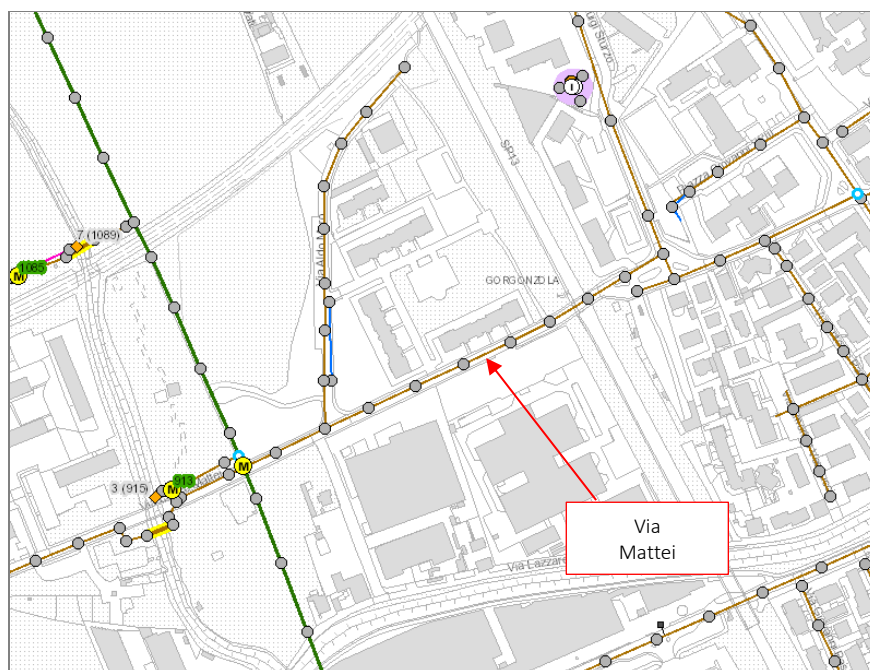


### Via Mattei

Si verificano degli allagamenti nel tratto di via Mattei in prossimità del parcheggio antistante la Società TALEs (probabilmente dovuti al parcheggio).



*Figura 18 –Inquadramento dell’area presso il parcheggio della società Thales in Via Mattei*



*Figura 19 - Estratto dal webgis di CAP della rete fognaria nell’area d’interesse*

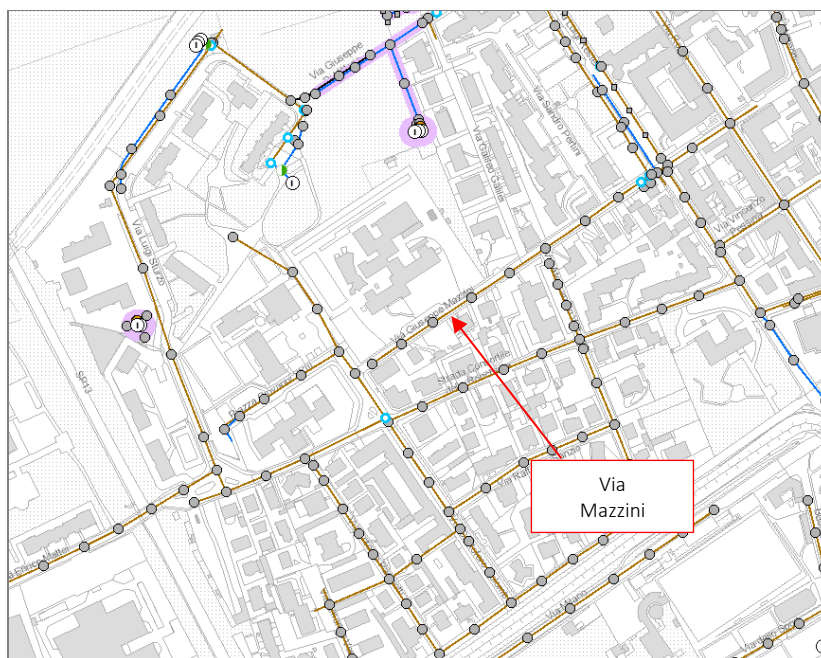


### Via Mazzini

I tecnici comunali segnalano il verificarsi di allagamenti in via Mazzini di fronte alla scuola Media Leonardo Da Vinci.



**Figura 20 – Inquadramento dell’area presso la scuola Media L. Da Vinci in Via Mazzini**



**Figura 21 - Estratto dal webgis di CAP della rete fognaria nell’area d’interesse**



## 3.2 DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO

### 3.2.1 Criticità segnalate

Il documento semplificato del comune di Gorgonzola, approvato in Consiglio Comunale con delibera n. 64 del 30/06/2021 con oggetto *“Approvazione del Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale in ottemperanza a quanto disposto dal R.R. n. 7 del 23 novembre 2017, attuativo della L.R. 4/2016”*, evidenzia alcune criticità presenti sul territorio.

Di seguito sono riportate le segnalazioni fornite all’epoca dai tecnici comunali ed inserite nel DSRI:

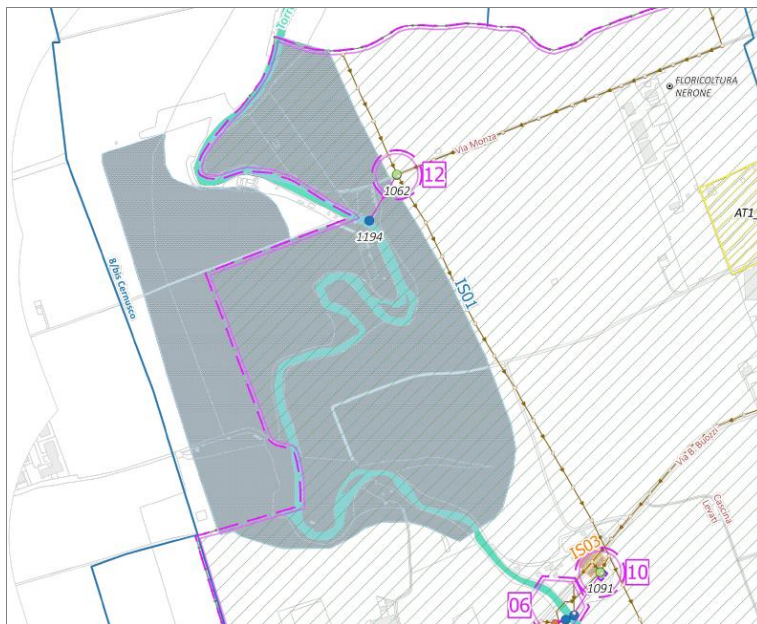
- Problematiche dovute all’esondazione del torrente Molgora durante eventi di pioggia. Il torrente sottopassa il naviglio Martesana e, in occasione di forti eventi meteorici, si generano degli allagamenti nelle zone limitrofe a causa di ostruzioni e difficoltà di deflusso del Torrente. Per questo motivo, i tecnici comunali hanno sottolineato la necessità di una vasca di laminazione sul Torrente Molgora (ad oggi prevista da Regione Lombardia, ma non ancora realizzata);
- Problematiche in Via Porta, dove la scarsa pendenza della rete fognaria limita il deflusso e favorisce la creazione di depositi e conseguenti ostruzioni, specie in corrispondenza dell’azienda casearia i cui reflui spesso intasano la fognatura. In caso di pioggia si generano allagamenti nelle zone limitrofe. All’epoca era stato riferito che l’azienda procedeva ogni 3 mesi alla pulizia della condotta, con effetti positivi in termini di segnalazioni di allagamenti in quell’area;
- Problematiche in via Trieste dove sono stati segnalati dai tecnici comunali alcuni episodi di allagamento in occasione di eventi meteorici attribuiti alla rete fognaria;
- In merito alle problematiche legate al reticolo idrico minore, i tecnici comunali segnalavano che talvolta in Via Marche esonda la Roggia Buscapera. In corrispondenza del tratto in cui la roggia è tombinata tende a ostruirsi a causa del deposito;
- Inoltre erano stati segnalati alcuni sottopassi che tuttavia non risultano problematici nel corso di eventi meteorici.

### 3.2.2 Interventi strutturali ipotizzati

Di seguito si riporta una sintesi degli interventi strutturali ipotizzati nel DSRI:

#### **IS01 – Vasca di laminazione sul Torrente Molgora**

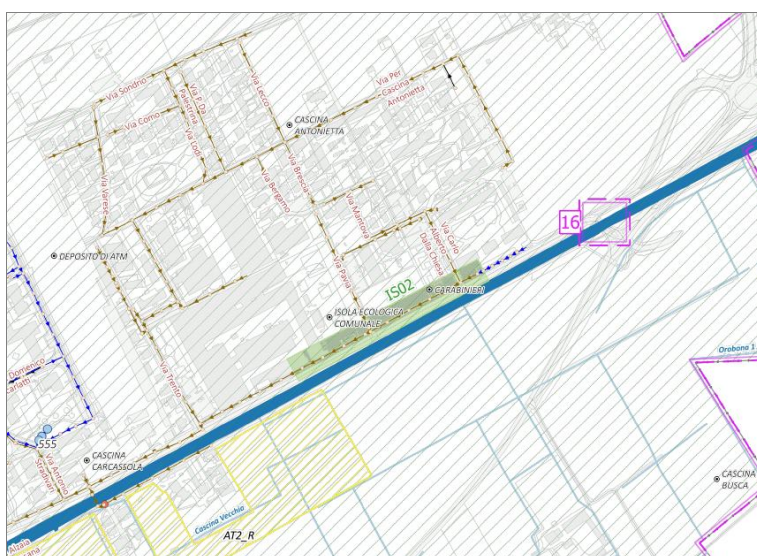
La vasca, “in linea” al corso d’acqua, occupa un’area compresa tra i comuni di Gorgonzola, Bussero e Pessano con Bornago di circa 36 ha, normalmente interessata da allagamenti al passaggio della piena relativa all’evento di riferimento (T= 100 anni); l’area risulta destinata prevalentemente a verde. La figura seguente riporta un estratto della Tavola 3 *“Carta degli interventi”*, parte integrante del DSRI, che mostra la perimetrazione della vasca in progetto per la porzione ricadente nel territorio comunale di Gorgonzola.



**Figura 22 – Estratto della Tavola 3 – Carta degli interventi del DSRI**

### IS02 - Rete in via Trieste

La criticità riscontrata era stata attribuita alla presenza di alcuni tratti in contropendenza che favoriscono il deposito di materiale sul fondo, riducendo la sezione di deflusso e aumentando il rischio di ostruzione, in particolare in occasione di eventi meteorici intensi che sovraccaricano la rete fognaria mista. Era stato ipotizzato di intervenire con la riprofilatura del tratto di condotta, ma rimandando alla presente fase di studio l’approfondimento circa altre misure meno invasive o disconnessioni dalla rete mista. La seguente figura evidenzia il tratto di condotta interessato dall’intervento proposto nel DSRI.



**Figura 23 - Estratto della Tavola 3 – Carta degli interventi del DSRI**



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



### **3.3    MODELLAZIONE IDRAULICA RETE FOGNARIA COMUNALE, CAP HOLDING, GENNAIO 2022**

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



## 4. MODELLAZIONE DELLA RETE E DEL TERRITORIO

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

### 4.1 SCHEMA MODELLISTICO

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

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

### 4.2 LIVELLO DI DETTAGLIO

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

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

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

### 4.3 CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Le simulazioni sono state eseguite con il software InfoWorks ICM, fornito dall'azienda inglese HR Wallingford, un applicativo per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti di drenaggio e/o corsi



d'acqua naturali. L'applicativo nasce per rispondere all'esigenza di poter applicare la modellazione idraulica a sistemi integrati che comprendono sia le reti di smaltimento delle acque urbane che i corpi idrici ricettori, all'interno di un'unica interfaccia integrata e con un unico motore di calcolo.

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

### **Approccio numerico alla componente 1D**

Il moto idraulico all'interno degli elementi monodimensionali che lavorano a pelo libero (sia le tratte fluviali aperte o tubazioni) vengono risolte con l'integrazione delle equazioni di De Saint Venant (conservazione del momento e della massa). La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell'utente): in InfoWorks sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook- White, Manning e Strickler.

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

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

### **Approccio numerico alla componente 2D**

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

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

Questo algoritmo può essere utilizzato teoricamente sia con maglie strutturate (rettangolari) che non strutturate (triangolari) ed è adatto per rappresentare flussi rapidamente variabili, nonché correnti veloci e lente. In InfoWorks si utilizzano le maglie non strutturate perché sono molto più flessibili e di facile utilizzo quando si vogliono rappresentare forme e ostacoli complessi presenti nel dominio.



## Collegamento 1D-2D

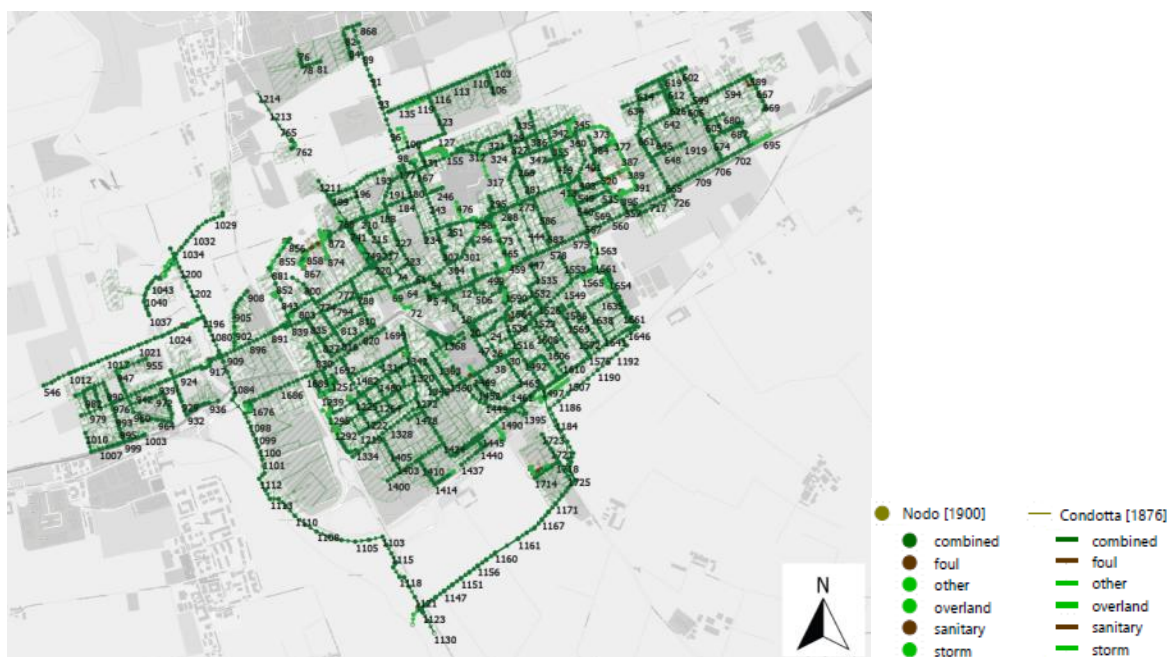
Il modello di simulazione consente un immediato collegamento di diverse componenti di modello mono e bidimensionale. Si possono utilizzare ad esempio:

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

## 4.4 RILIEVO E GEOMETRIA DELLA RETE

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

Il reticolo fognario è costituito da 1900 punti nodali (Figura 24), quali camerette d’ispezione, sfioratori di piena, impianti di sollevamento, etc., distribuiti lungo una rete di quasi 55 km, suddivisa in diverse tipologie a seconda dell’utilizzo.

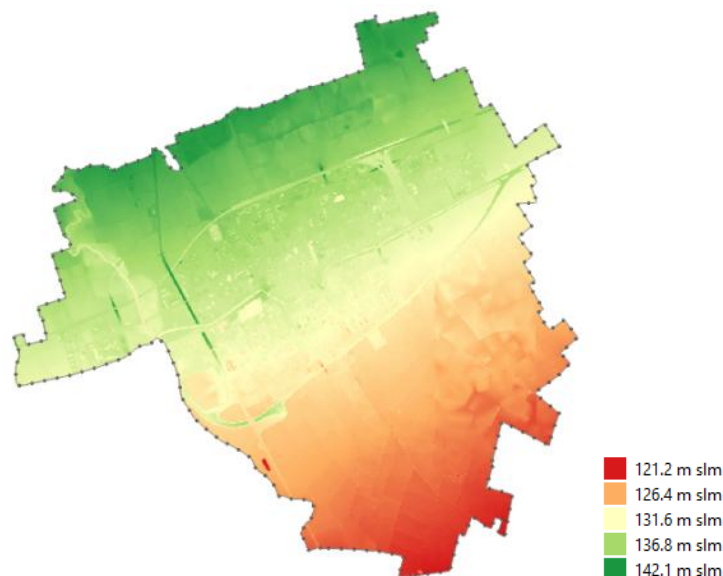


**Figura 24 – Inquadramento della rete comunale modellata**



#### 4.5 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

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



*Figura 25 – Rappresentazione DTM 5x5 m*

#### 4.6 IPOTESI MODELLISTICHE

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

I parametri relativi alla caratterizzazione delle portate nere e meteoriche sono stati determinati nel corso del processo di taratura del modello, sulla base dei dati di monitoraggio forniti dal gestore (fonte “Attività di ricostruzione del modello matematico-geometrico della rete fognaria comunale - Relazione di taratura” - BrianzAcque).

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

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

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

In Tabella 1 si riportano i coefficienti utilizzati per l’allestimento del modello.

*Tabella 1 – Parametri adottati per la determinazione dei deflussi*



ID Tipologia Superficie	Descrizione	Coefficiente Ruscaldamento	Metodologia Afflussi/Deflussi	Tipo di Superficie	Valore Perdite Iniziali (m)	Modello Ruscaldamento	Coeff. Affl / Deflusso Fisso
11	strade GORGONZOLA residenziale	1	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,65
12	tetti GORGONZOLA residenziale	1	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,65
13	verde GORGONZOLA residenziale	4	Fixed	Pervious	0,00028	Wallingfrd	0,1
21	strade GORGONZOLA industriale	1	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,65
22	tetti GORGONZOLA industriale	1	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,55
23	verde GORGONZOLA industriale	4	Fixed	Pervious	0,00028	Wallingfrd	0,1
31	strade GORGONZOLA industriale disp	0,3	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,5
32	tetti GORGONZOLA industriale disp	0,3	Fixed	Impervious	0,000071	Wallingfrd	0,5
33	verde GORGONZOLA industriale disp	0,9	Fixed	Pervious	0,00028	Wallingfrd	0,1

#### 4.7 CONDIZIONI AL CONTERNO

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

- geometriche;
- idrologiche;
- idrauliche.

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

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

Le condizioni idrauliche al contorno includono le condizioni di livello idrico (ed eventualmente carico statico e dinamico). Le condizioni di valle imposte alle estremità della rete fognaria (*outfall*) in corrispondenza degli scarichi nel Torrente Molgora, sono individuate con riferimento alle tabelle 15 e 16 contenute nelle “Linee guida per la redazione degli studi comunali di gestione del rischio idraulico” di Cap Holding. La mancanza di dati idrologici utili all'applicazione del teorema della probabilità congiunta fa ricadere gli scarichi in oggetto nelle casistiche 3 e 4; sintetizzate nella tabella seguente.



**Tabella 2 - Stima rapporti aree e definizione casistica per calcolo della probabilità congiunta**

ID scarico	Area bacino sotteso dallo scarico [ha]	Area bacino Molgora chiuso a Gorgonzola [ha]	Rapporto bacini Molgora – rete di drenaggio	Casistica Linee Guida CAP	Definizione condizioni idrauliche alcontorno
1049	1,8	14'300	> 1:1'000	Caso 4	Asincronia tra i due eventi di piena, utilizzo del livello associato a 0,1 $Q_{riempimento}$
1050	1,9	14'300	> 1:1'000	Caso 4	utilizzo del livello associato a 0,1 $Q_{riempimento}$
915	30	14'300	< 1:1'000	Caso 3	utilizzo del livello associato a 0,5 $Q_{riempimento}$
1675	13,4	14'300	> 1:1'000	Caso 4	utilizzo del livello associato a 0,1 $Q_{riempimento}$
1132	267,2	14'300	< 1:1'000	Caso 3	utilizzo del livello associato a 0,5 $Q_{riempimento}$

La portata associata al completo riempimento delle sezioni nel tratto in esame è stata desunta dallo studio “*Convenzione con Regione Lombardia per l’aggiornamento dello studio di fattibilità dell’autorità di bacino del Fiume Po sul bacino del Torrente Molgora*”, dal quale si evince una capacità di deflusso di 50-60 m<sup>3</sup>/s per il tratto ricadente nel territorio comunale, nella tabella seguente sono riportate le quote di fondo degli scarichi ed i livelli in Molgora associati.

**Tabella 3 - Quote fondo scarichi e livelli Molgora**

ID scarico	Quota fondo scarico [m slm]	Quota pelo libero Molgora [m slm]	Note
1049	133,26	132,68	Scarico libero
1050	133,11	132,68	Scarico libero
915	130,99	132,2	Scarico rigurgitato
1675	130,39	129,34	Scarico libero
1132	124,22	125,30	Scarico rigurgitato

Dalla tabella emerge che alcuni scarichi possono essere facilmente rigurgitati dal Molgora impedendo il libero deflusso della rete di drenaggio urbana. Le quote di tali scarichi costituiscono la condizione di valle imposta per tutti gli scenari analizzati.

Le seguenti figure mostrano gli scarichi che risultano rigurgitati, dalle quali si riscontra una quota di fondo scorrevole prossima al pelo libero del Molgora in condizioni di magra.



**Figura 26 - Scaricatore di piena (nodo 915) nel Torrente Molgora delle acque sfiorate al nodo 913**



**Figura 27 - Scaricatore di piena (nodo 1132) nel Torrente Molgora delle acque sfiorate al nodo 1126**

Nel territorio di Gorgonzola ricadono anche due scarichi relativi a bacini appartenenti a comuni limitrofi (Tabella 4) e pertanto sono stati esclusi dall'analisi effettuata tramite modello matematico mancando gli input necessari al calcolo della portata e volume di scarico.

***Tabella 4 – Scarichi non inclusi nel modello matematico***



ID scarico	ID sfioratore	Note
1194	1062	Sottende parte dell'area di Cascina Oltrona (Pessano con Bornago)
1089	1085	Contributo proveniente da gran parte del Comune di Bussero

#### 4.8 CONDIZIONI INIZIALI

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

#### 4.9 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO

Lo ietogramma di progetto è costruito a partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica. Il riferimento per l'informazione pluviometrica da utilizzare nello sviluppo degli studi previsti dal RR 7/2017, secondo l'allegato G dello stesso decreto, sono le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica ricavate da ARPA Lombardia nell'ambito del progetto STRADA [AAVV (2013), *“Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Le piogge intense e le valanghe in Lombardia”*, ARPA Lombardia, Milano].

ARPA Lombardia permette di accedere ai dati raster dei parametri “a1” e “n” della LSPP con risoluzione al suolo di 2 km x 2 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV scala invariante, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L-moments ed estrapolazione spaziale dei quantili. La curva di possibilità pluviometrica fornita è espressa nella forma:

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

Dove:

h = altezza di pioggia;

D = durata di pioggia;

a1 = coefficiente pluviometrico orario;

wT = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T;

n = esponente della curva (parametro di scala);

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

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

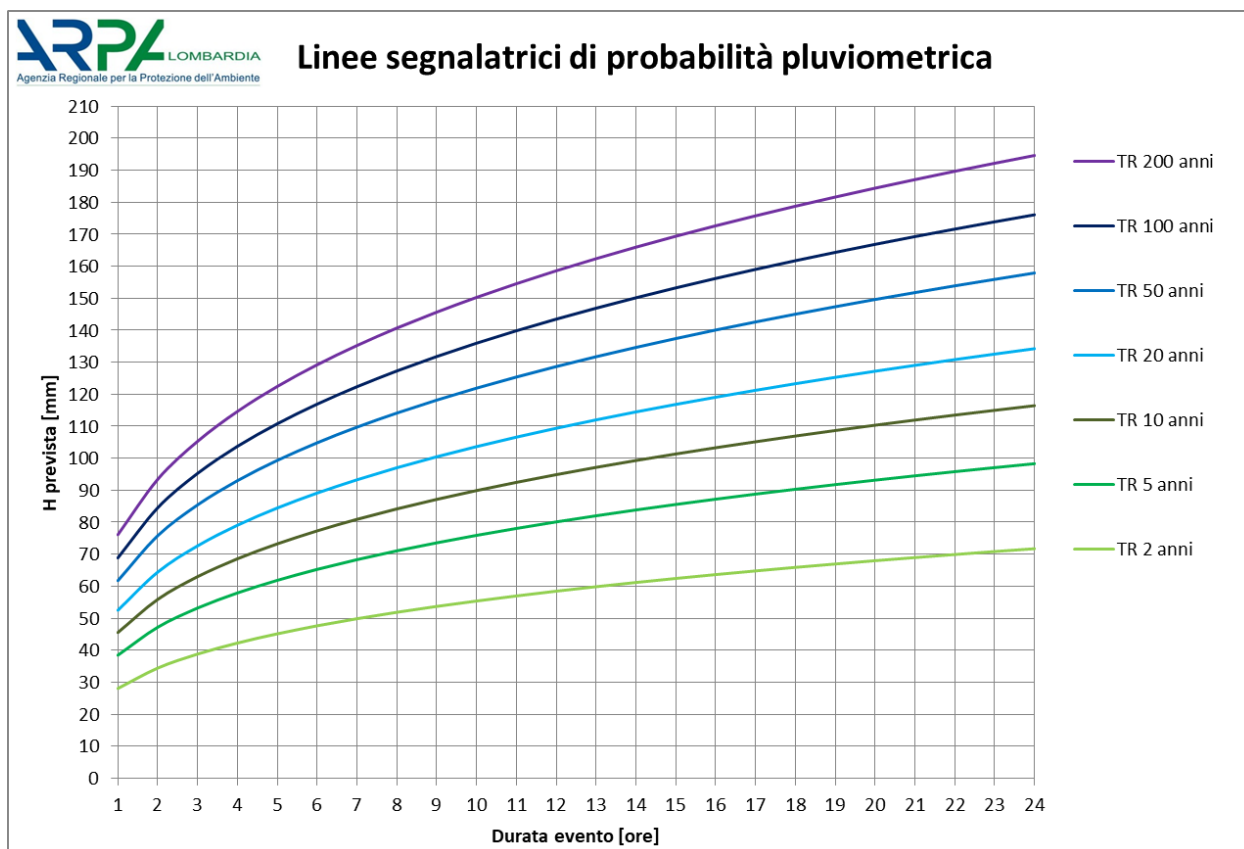
**Tabella 5 - Parametri LSPP al variare al tempo di ritorno tempo di ritorno**



Parametri LSPP	Tr=2 anni	Tr=10 anni	Tr=50 anni	Tr=100 anni
a1	30,15	30,15	30,15	30,15
wt	0,92	1,50	2,04	2,27
n (d >= 1 ora)	0,29	0,29	0,29	0,29
n (d < 1 ora)	0,5	0,5	0,5	0,5

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

Nell’immagine seguente è riportato il grafico delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per vari tempi di ritorno associate all’area urbana del territorio comunale.



**Figura 28 - Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica**

Come ietogramma di progetto è stato utilizzato il cosiddetto “Chicago”, utilizzato frequentemente per il dimensionamento delle reti scolanti in quanto permette di simulare eventi meteorici intensi e concentrati con portate al colmo relativamente maggiori rispetto alle altre tipologie di ietogramma. Il picco di intensità di precipitazione è stato fissato a  $0,4 T_p$  (Tempo di pioggia).

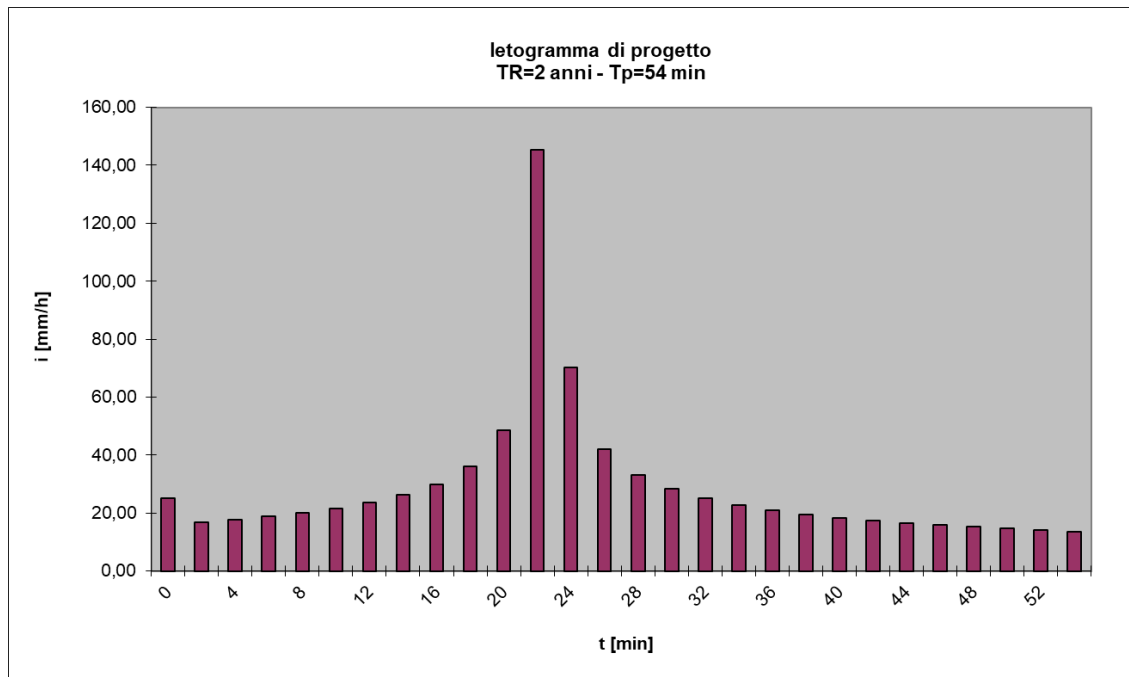


Figura 29 – letogramma per TR 2 anni e Tempo di pioggia 54 minuti

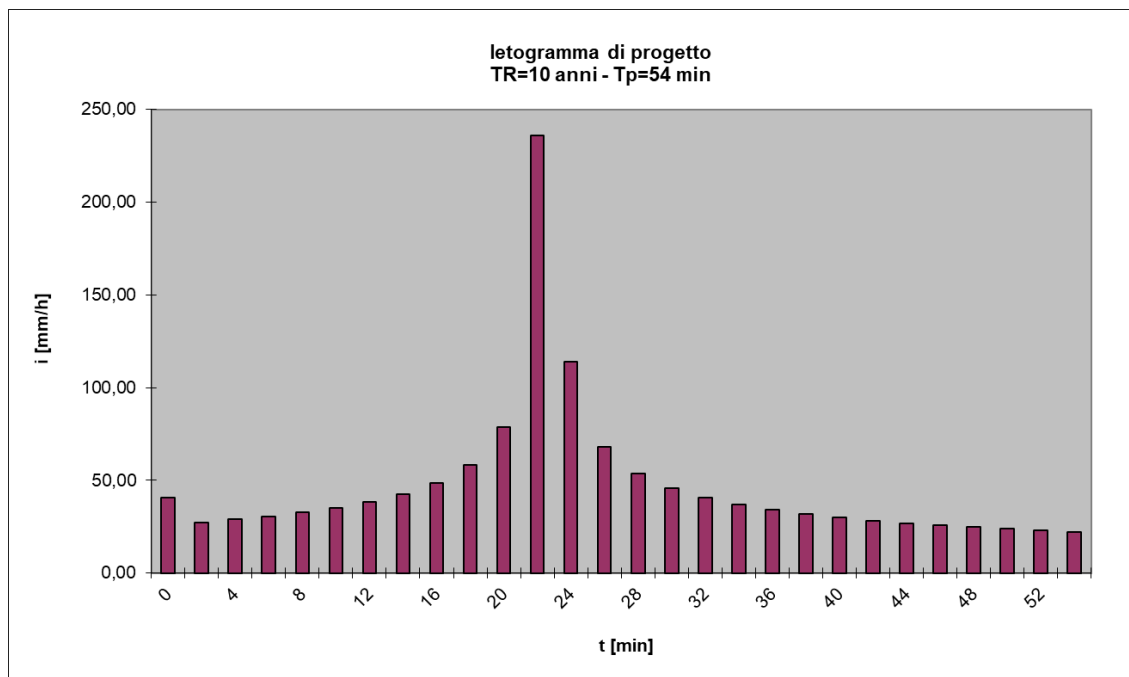
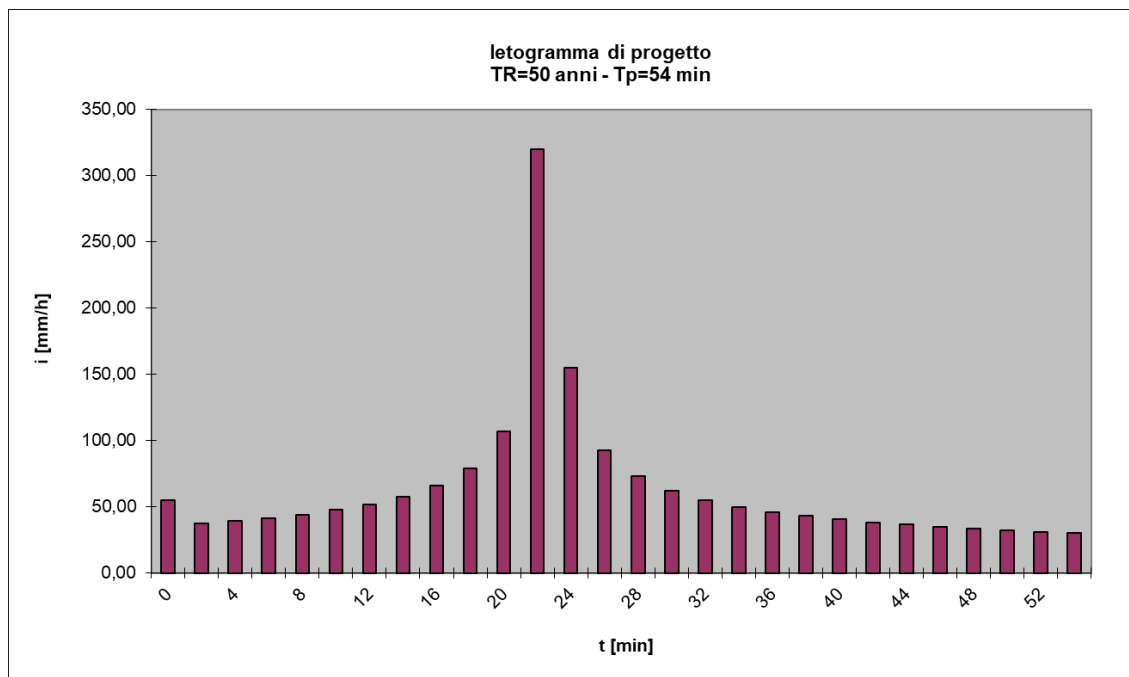
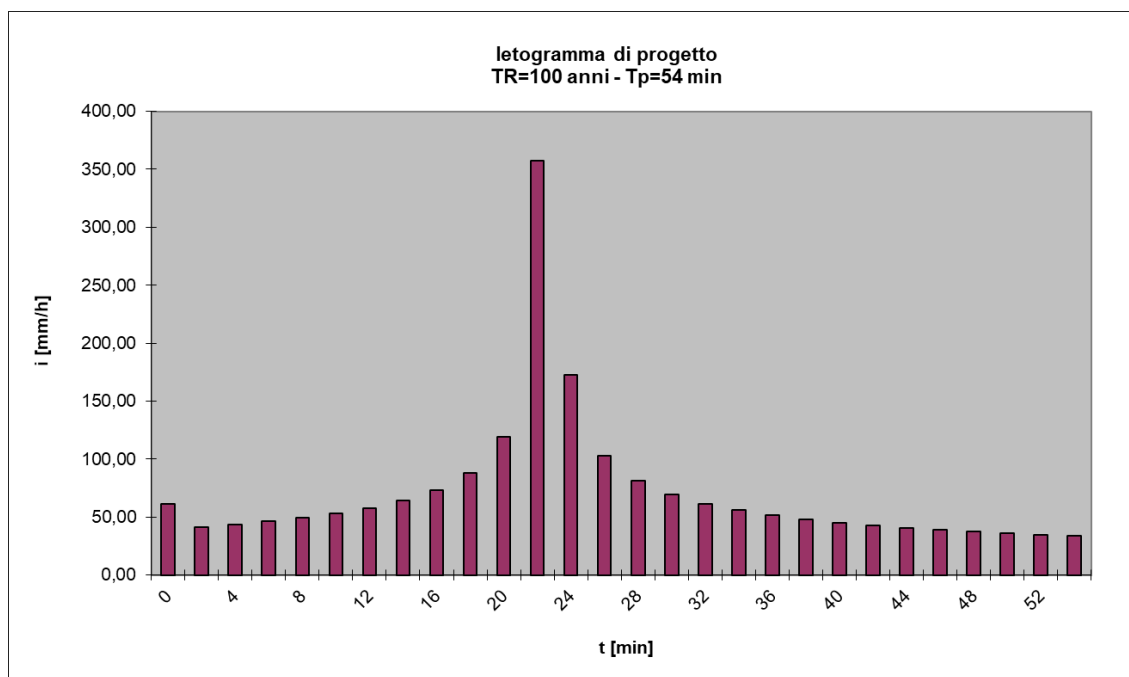


Figura 30 – letogramma per TR 10 anni e Tempo di pioggia 54 minuti



**Figura 31 – letogramma per TR 50 anni e Tempo di pioggia 54 minuti**



**Figura 32 - letogramma per TR 100 anni e Tempo di pioggia 54 minuti**



## 5. PROCEDURE DI TARATURA E CALIBRAZIONE

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

L’operazione richiede la registrazione contemporanea delle precipitazioni e delle conseguenti portate generate nelle tubazioni fognarie, al fine di poter correttamente correlare le misure, agendo opportunamente sui parametri idraulici ed idrologici del modello.

La taratura del modello è stata effettuata da BrianzAcque nel novembre 2021 sulla base dei dati derivanti dalla campagna di monitoraggio piogge-portate per il periodo novembre 2019 – ottobre 2020 forniti da CAP Holding.

Di seguito si riporta un estratto della “Relazione di taratura” nella quale sono mostrati i risultati della taratura del modello.

### 5.1 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Dalla campagna di monitoraggio sono stati estrapolati i dati maggiormente significativi al fine di modellare gli eventi di pioggia e quindi le portate meteoriche, ma anche il periodo secco in modo da stimare la portata determinata dai reflui fognari.

Per il tempo secco sono stati utilizzati i dati di:

- MARZO per tarare le portate in tempo secco di dicembre-gennaio-febbraio-marzo-aprile- ottobre;
- GIUGNO per tarare le portate in tempo secco di novembre-maggio-giugno-luglio-agosto- settembre per presenza acque parassite.

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

- 2 marzo 2020;
- 25 ottobre 2020.

### 5.2 RETE DI MONITORAGGIO

Nel territorio comunale sono stati installati undici punti di misura della portata con la posa in condotta di strumenti di tipo area - velocità, capaci di determinare la portata reflua tramite l'integrazione, sulla geometria della sezione liquida rilevata, del campo di velocità e due pluviometri al fine di registrare gli eventi di precipitazione occorsi durante il periodo di monitoraggio.

La campagna di misura ha presentato una durata temporale di un anno di registrazione, garantendo la contemporaneità della misura per ciascun punto di misura installato nel Comune.

In Figura 33 si riporta la localizzazione degli strumenti di monitoraggio (GORxx), mentre la dipendenza idraulica tra i punti di misura è schematizzata mediante il diagramma di flusso in Figura 34.

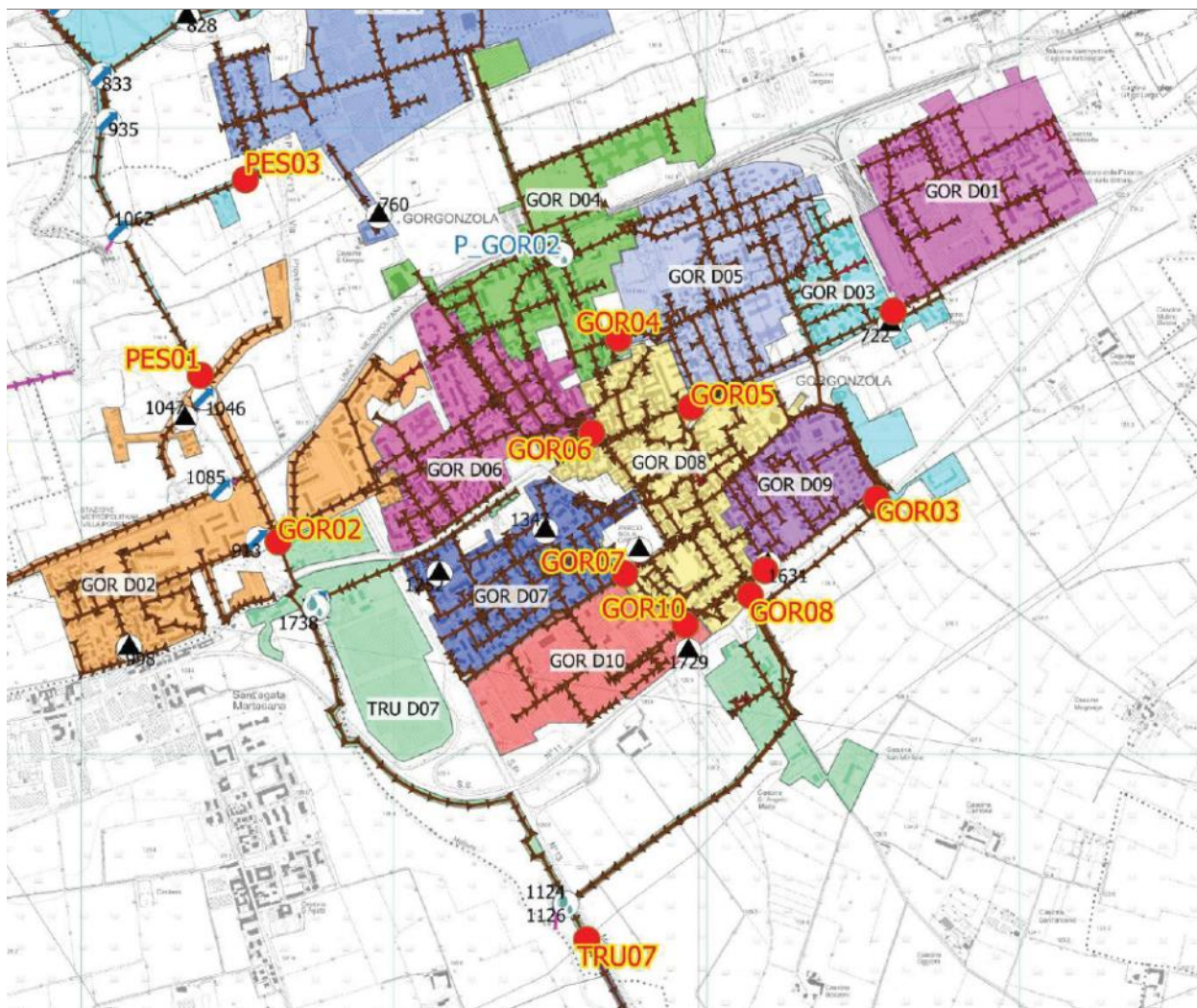


Figura 33 – Inquadramento della rete di monitoraggio per il territorio di Gorgonzola

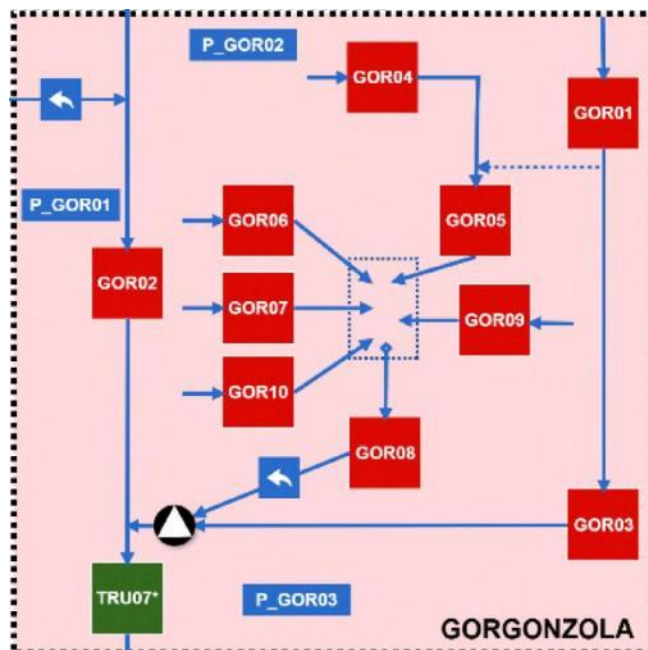


Figura 34 – Schema del posizionamento dei punti di misura

I punti di misura GOR02 e TRU07 sono collocati nel collettore intercomunale che trasporta i reflui al depuratore di Truccazzano; al suo interno defluisce la portata proveniente da altri comuni posti a monte e pertanto non possono in questa sede essere considerati come sezioni di controllo per la taratura del modello.

### 5.3 ANALISI DEL TEMPO ASCIUTTO

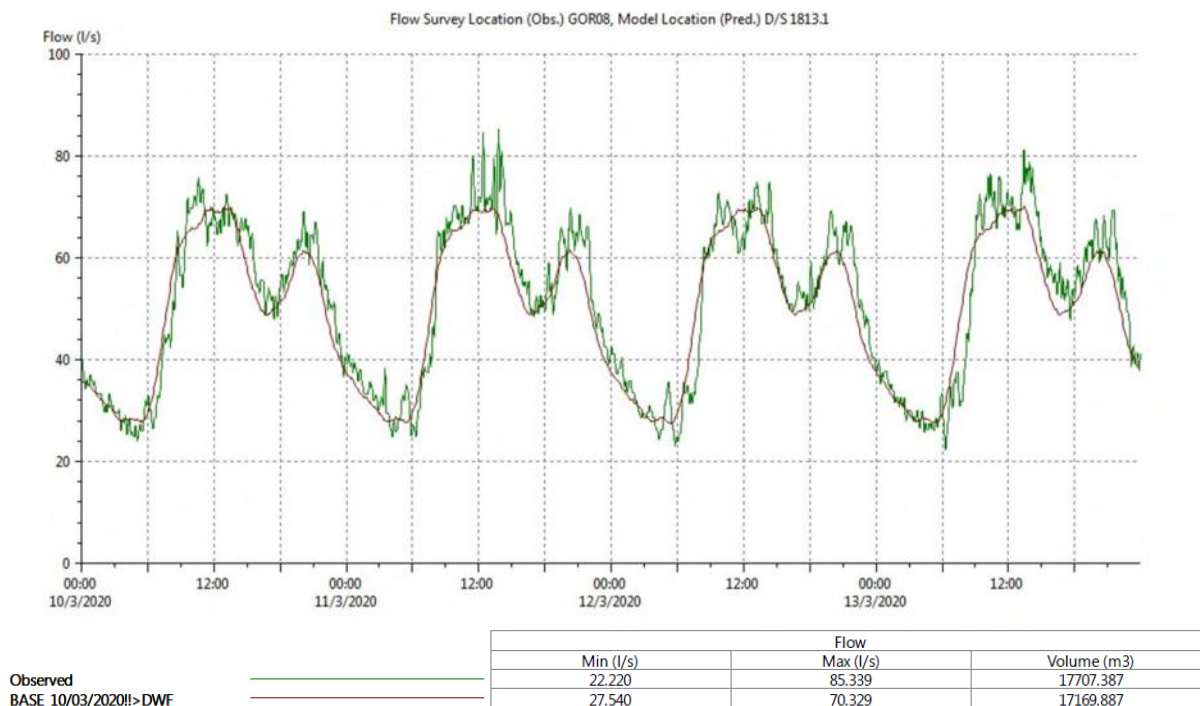
Una prima analisi dei dati di monitoraggio consiste nel sovrapporre le serie registrate dai pluviometri a quelle dei misuratori di portata e livello, evidenziando i giorni non caratterizzati da eventi meteorici, cosiddetti “asciutti”, durante i quali è registrata la portata reflua in transito.

La conoscenza dell'idrogramma medio relativo a più giorni asciutti è importante, non solo per comprendere il ritmo di vita della popolazione residente e l'impatto delle utenze industriali sui flussi fognari, valutando la correttezza delle registrazioni tramite l'aderenza agli andamenti medi attesi, ma soprattutto per “depurare” gli idrogrammi di piena dalle portate nere, calibrando i parametri idrologici e idraulici del modello di simulazione in tempo di pioggia sui soli deflussi prodotti dalle superfici scolanti sollecitate dall'evento meteorico.

Per la taratura in tempo asciutto nei mesi in cui le portate sono più basse, sono stati utilizzati due profili:

- portata pro capite: 190 l/ab g
- portata pro capite intensivo: 330 l/ab g

Inoltre, per tener conto dell'incremento delle portate dovuto alle acque parassite nei diversi periodi dell'anno, è stata eseguita un'ulteriore taratura agendo sulle portate di base dei sottobacini.



**Figura 35 - Confronto idrogramma di portata in tempo asciutto tra i dati osservati e il modello al punto di misura GOR08**

## 5.4 ANALISI DEL TEMPO DI PIOGGIA

Il procedimento di taratura comporta:

- l'impostazione dei parametri idrologici in base all'esperienza e alla conoscenza dei luoghi;
- la verifica della risposta del sistema, in termini di portata, livello idrico e rapidità di concentrazione dell'onda di piena, ad un evento meteorico reale;
- il confronto del risultato con quanto misurato dai sensori disposti lungo la rete fognaria.

L'intervento sui parametri fisici di calcolo porta progressivamente a far coincidere quanto più possibile l'idrogramma fornito dal modello con l'idrogramma reale, curando soprattutto la buona corrispondenza dei valori di portata al colmo di piena e dei volumi complessivi transitati nelle sezioni di controllo, che sono gli elementi più significativi da cui dipendono i fenomeni di esondazione.

Quando, alla fine delle numerose e ripetute operazioni di taratura, si ottiene, per ogni evento registrato e per ogni strumento di misura, una buona corrispondenza degli idrogrammi registrati e calcolati, si può ragionevolmente ritenere che i risultati forniti dal modello siano attendibili e conformi al comportamento reale della intera rete fognaria in esame. Oltre all'analisi visiva degli idrogrammi, esistono dei criteri utili alla verifica dell'attendibilità della risposta modellistica, riportati nella seguente tabella.



Tabella 6 – Criteri di verifica della risposta modellistica per modelli di rete (Linea guida CAP Holding, tab. 18)

Parametro o fattore di controllo	Criterio di accettabilità della verifica	Note
Forma dell'idrogramma	Valore coefficiente di Nash-Sutcliffe > 0,5	Da utilizzare congiuntamente ad un confronto visivo tra gli idrogrammi
Sincronia tra i picchi e i momenti di minimo relativo	$\pm 30$ min	
Massima profondità (in condizioni di deflusso a cielo libero)	$\pm 0,1$ m o $\pm 10\%$ del tirante	
Valore del picco di portata	+20% ÷ -10%	

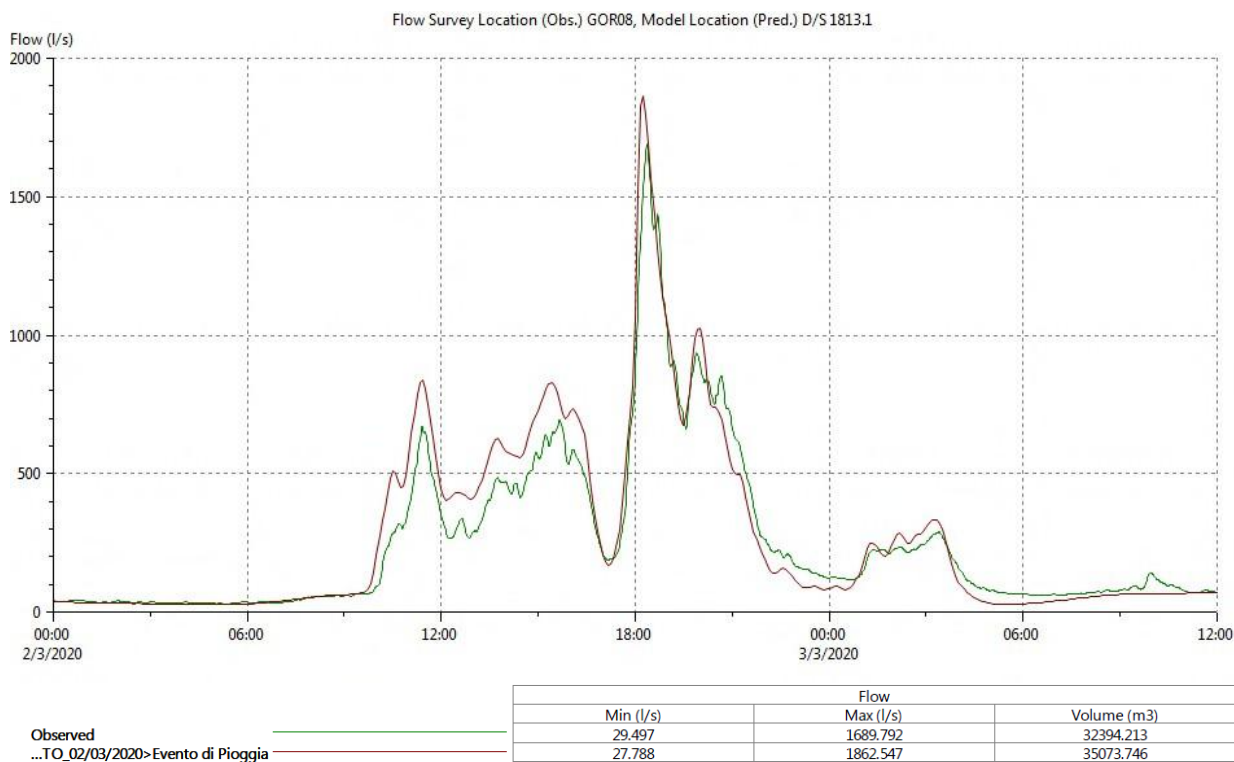
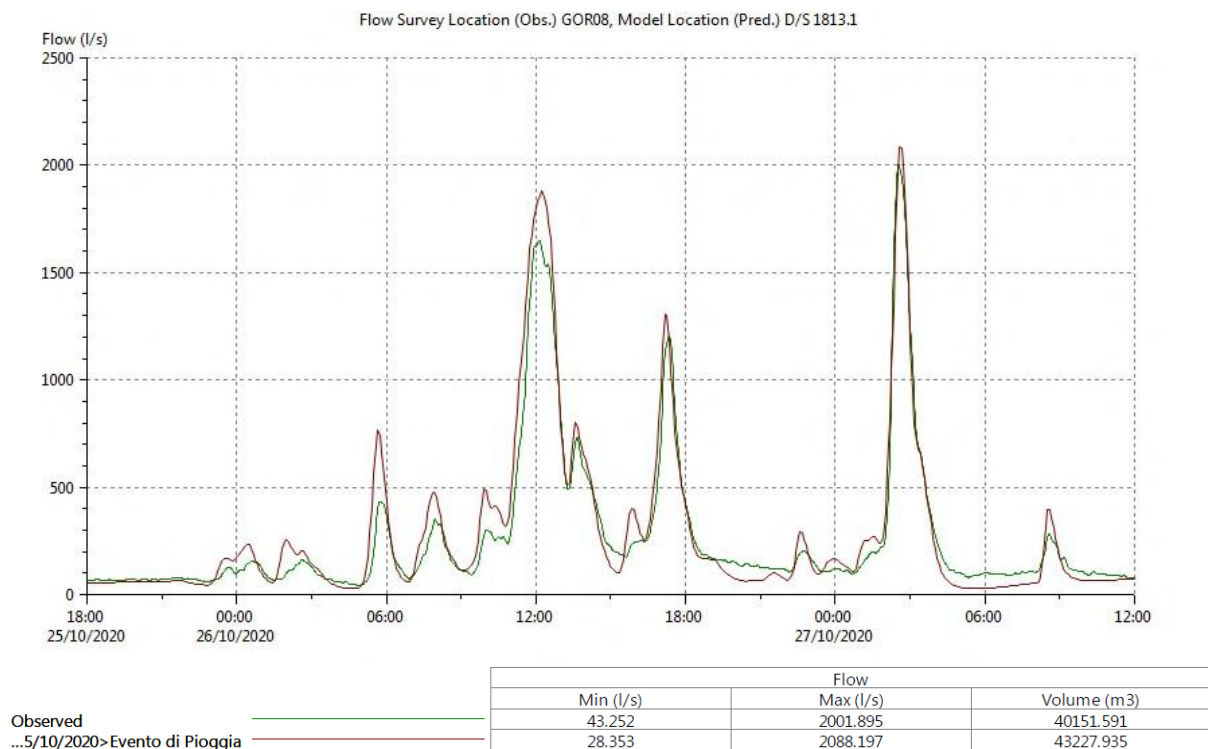


Figura 36 – Confronto idrogramma di portata tra i dati osservati e il modello al punto di misura GOR08



**Figura 37 - Confronto idrogramma di portata tra i dati osservati e il modello al punto di misura GOR08**

Con riferimento ai criteri sopra verificati il modello può considerarsi tarato.

Il modello della rete di Gorgonzola rappresenta in maniera accettabile l'idraulica del sistema fognario, è pur tuttavia doveroso osservare che per alcuni risultati ottenuti sussistono margini di incertezza nel confronto tra i risultati delle simulazioni al modello e gli eventi registrati.

Ciò nonostante, in considerazione della finalità per cui il modello è stato redatto, ossia l'impiego per valutazioni di previsione di nuove infrastrutture a livello pianificatorio, si ritiene che l'impostazione del modello così come esposto possa essere attendibile.



## 6. ANALISI STATO DI FATTO E CRITICITÀ

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

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

### 6.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

#### 6.1.1 Stato di criticità della rete di drenaggio

Le simulazioni sono condotte per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 come definito dal R.R. 7/2017, a cui è stata aggiunta la simulazione con Tr 2 anni per valutare il comportamento della rete anche in corrispondenza di eventi non eccezionali. Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti il grado di riempimento ed il sovraccarico delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati. Si evidenzia che per sovraccarico si intende la condizione in cui il flusso nella condotta ha raggiunto e superato il massimo grado di riempimento della stessa e pertanto si instaura una condizione di deflusso in pressione.

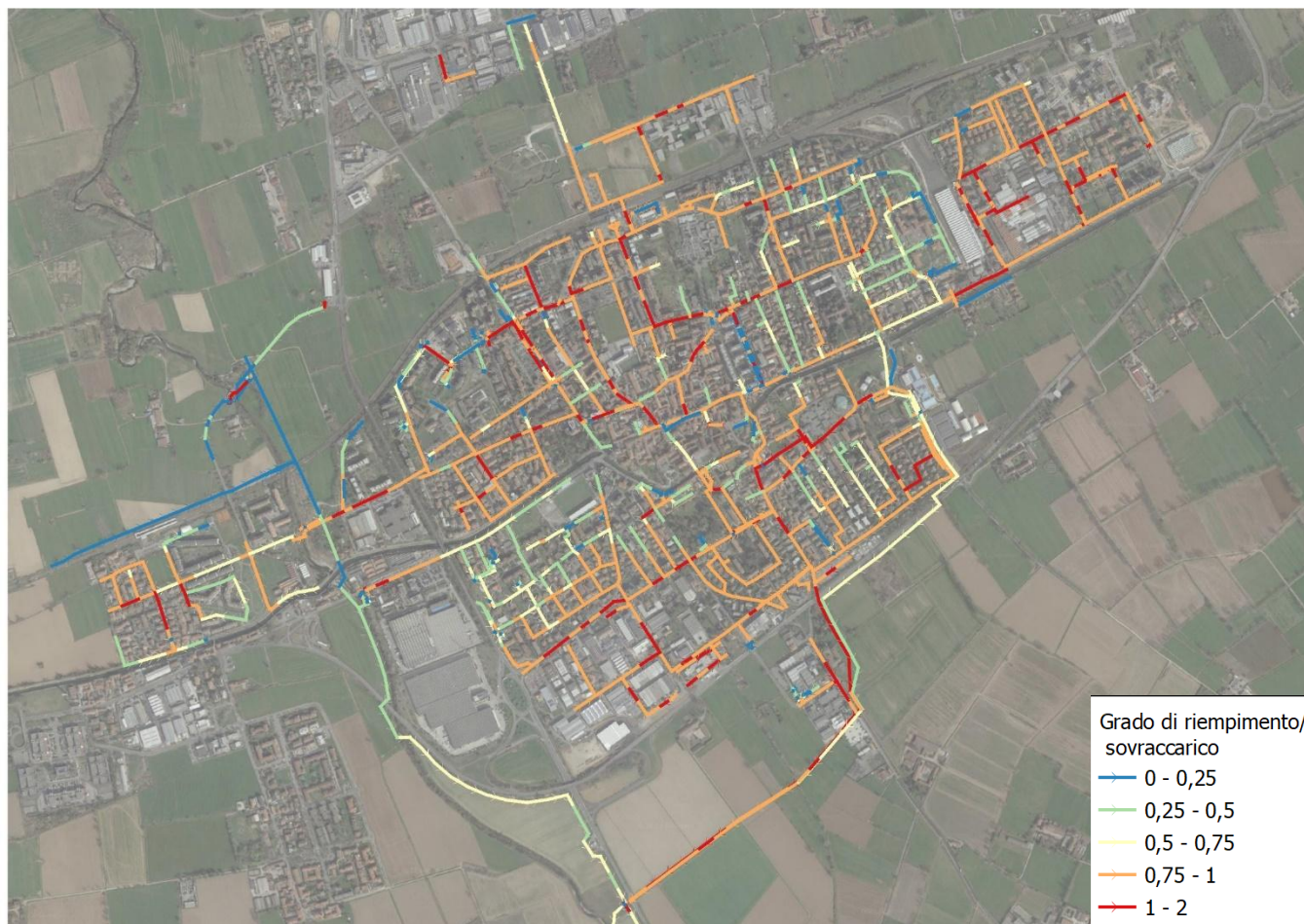


REGIONE LOMBARDIA  
Provincia di Milano – Comune di Gorgonzola

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**

**SRIA**  
s.r.l.  
**STUDIO ROSSO**  
INGEGNERI ASSOCIATI



**Figura 38 – Risultati dello stato di fatto – Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr2 anni**



REGIONE LOMBARDIA  
Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**

**SRIA**  
s.r.l.  
**STUDIO ROSSO**  
INGEGNERI ASSOCIATI



**Figura 39 – Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr2 anni**



**Figura 40 - Risultati dello stato di fatto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr10 anni**

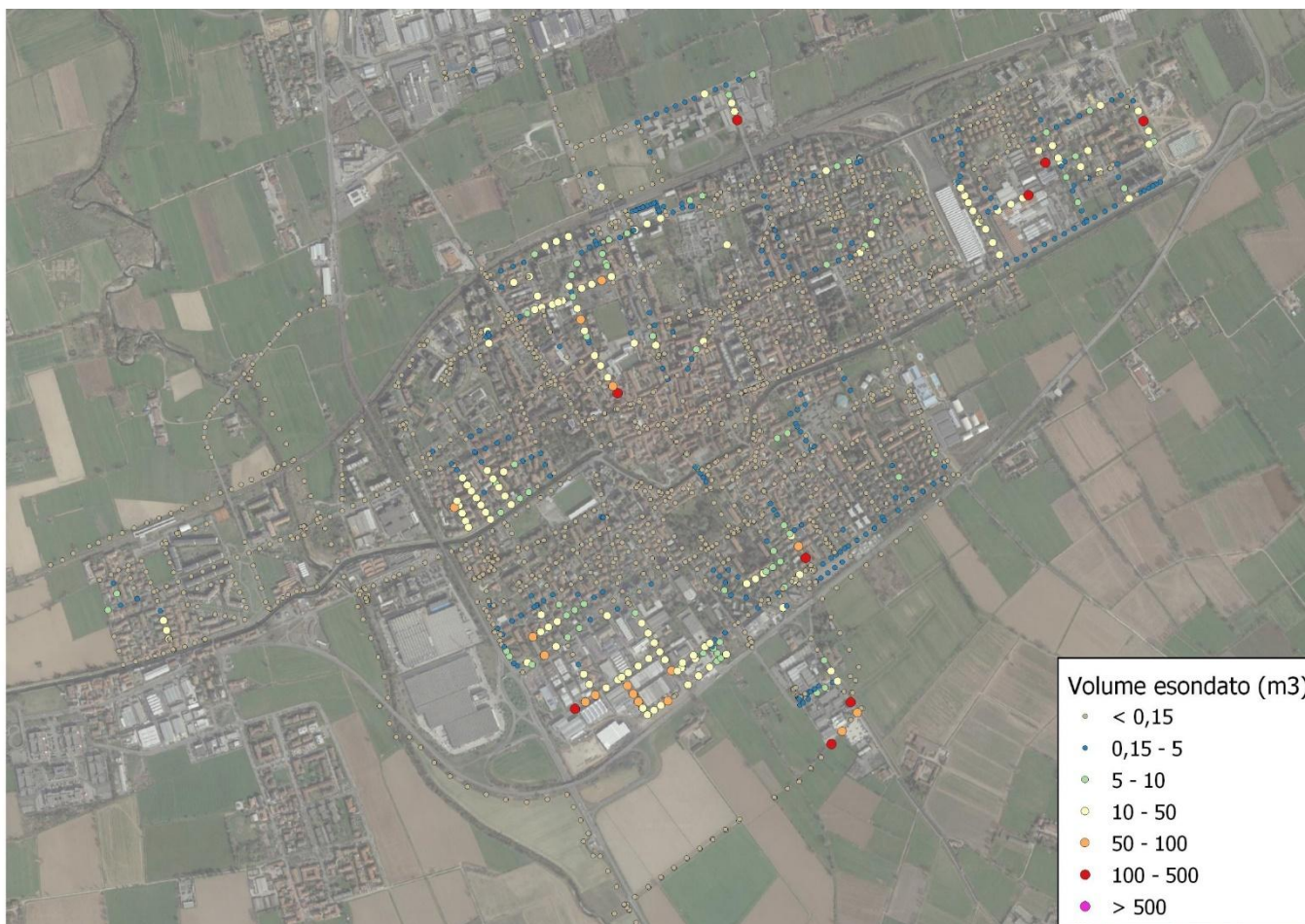


REGIONE LOMBARDIA  
Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

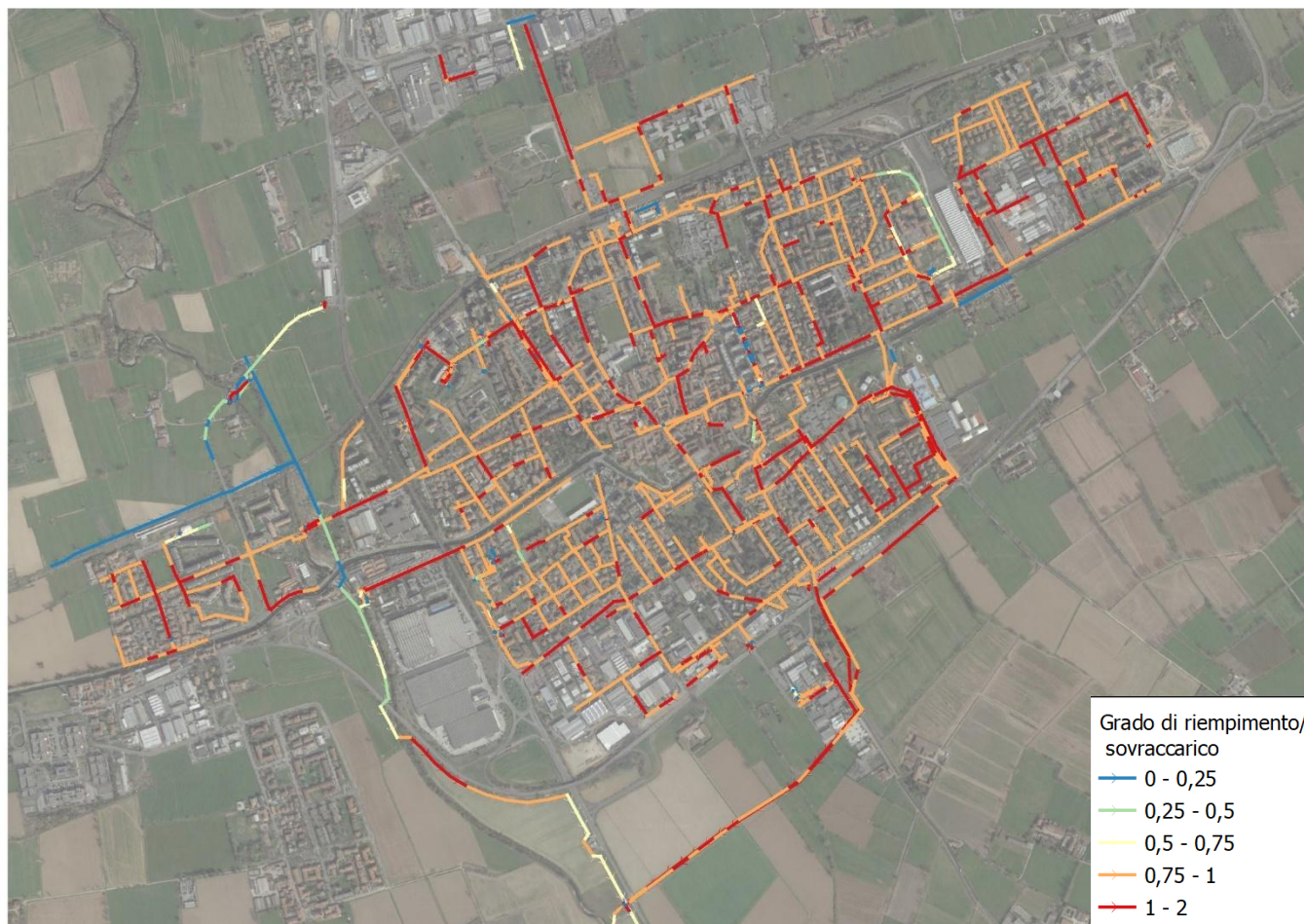
*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**

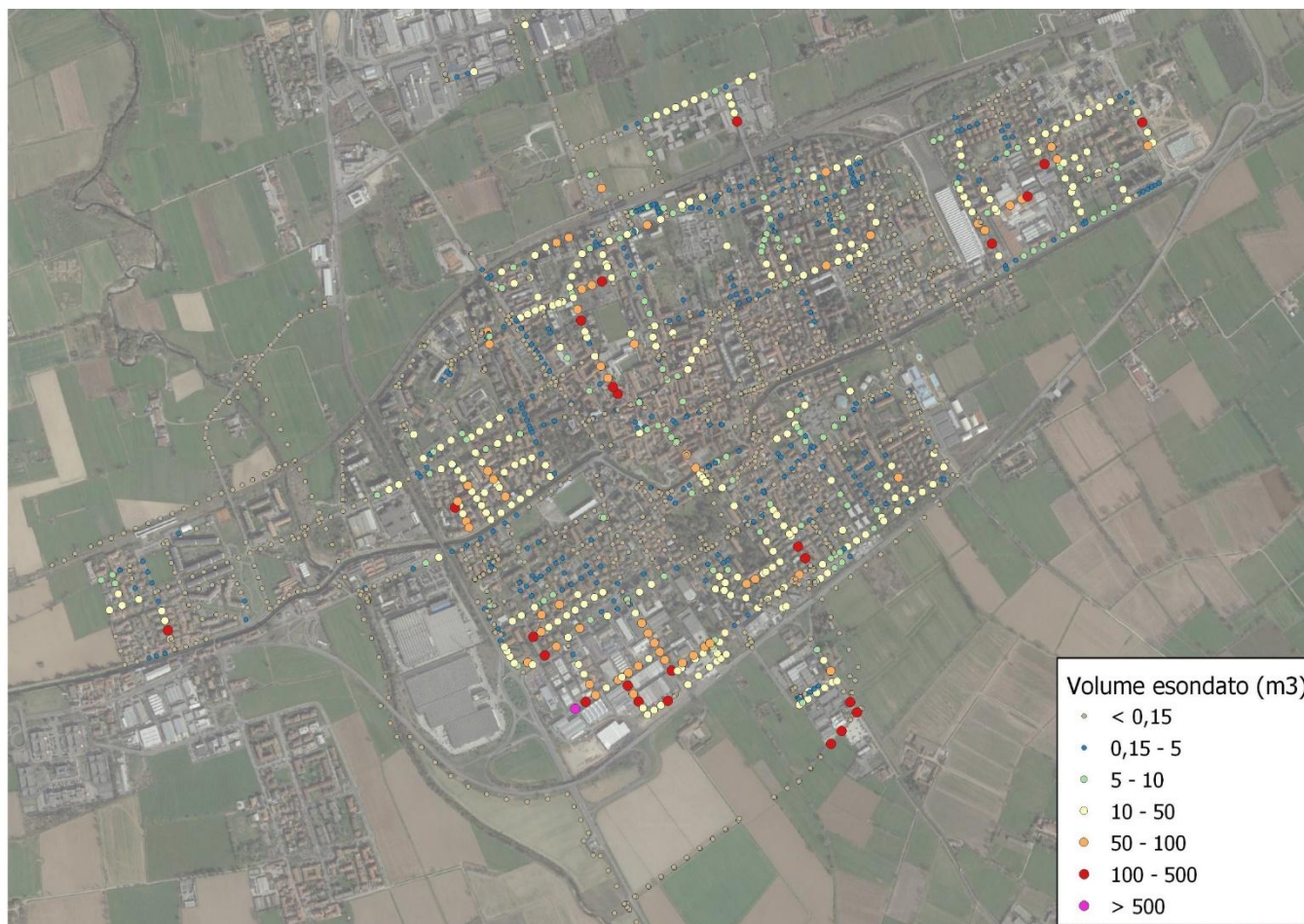
**SRIA**  
s.r.l.  
**STUDIO ROSSO**  
INGEGNERI ASSOCIATI



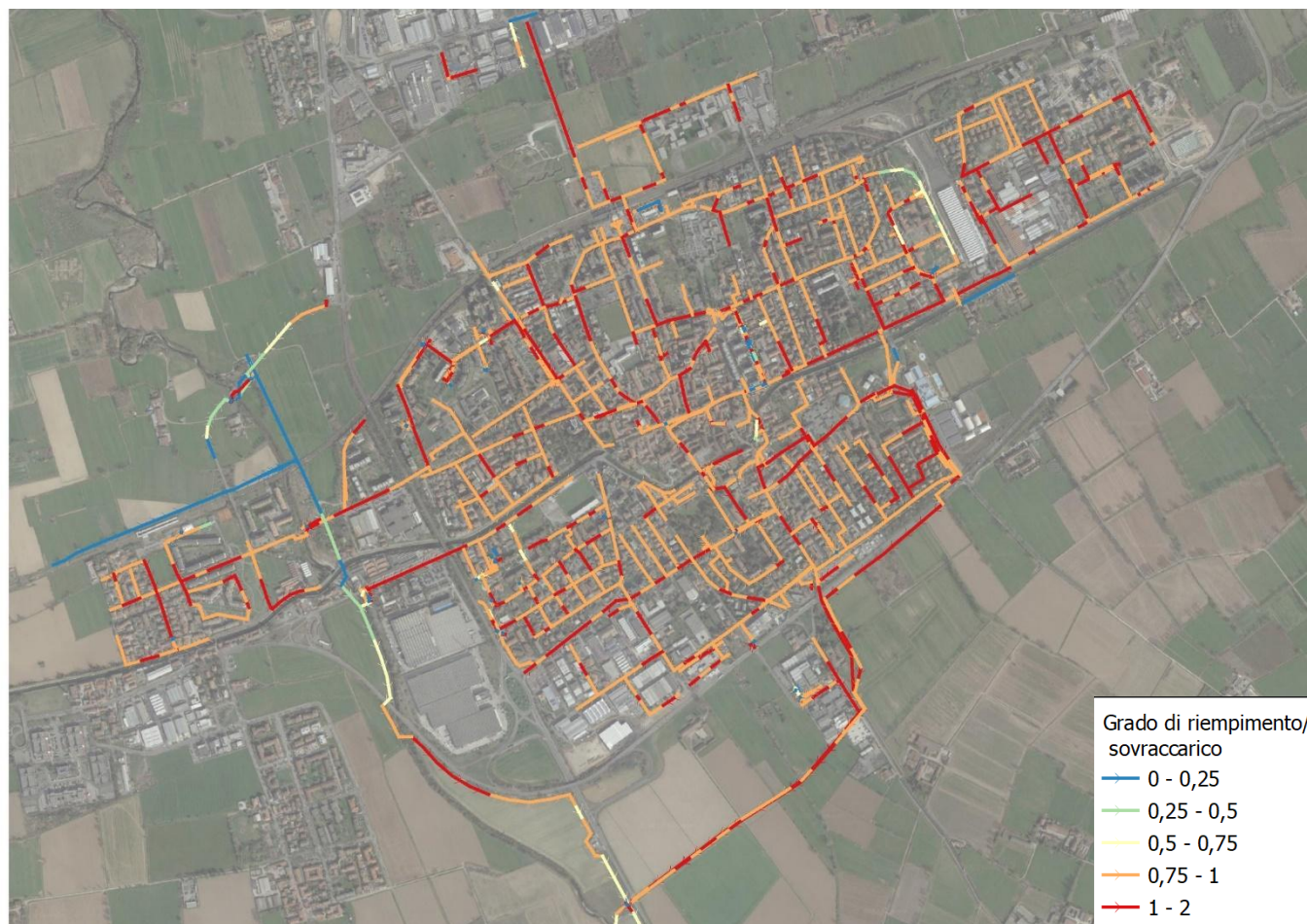
**Figura 41 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr10 anni**



**Figura 42 - Risultati dello stato di fatto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr50 anni**



**Figura 43 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr50 anni**



**Figura 44 - Risultati dello stato di fatto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr100 anni**



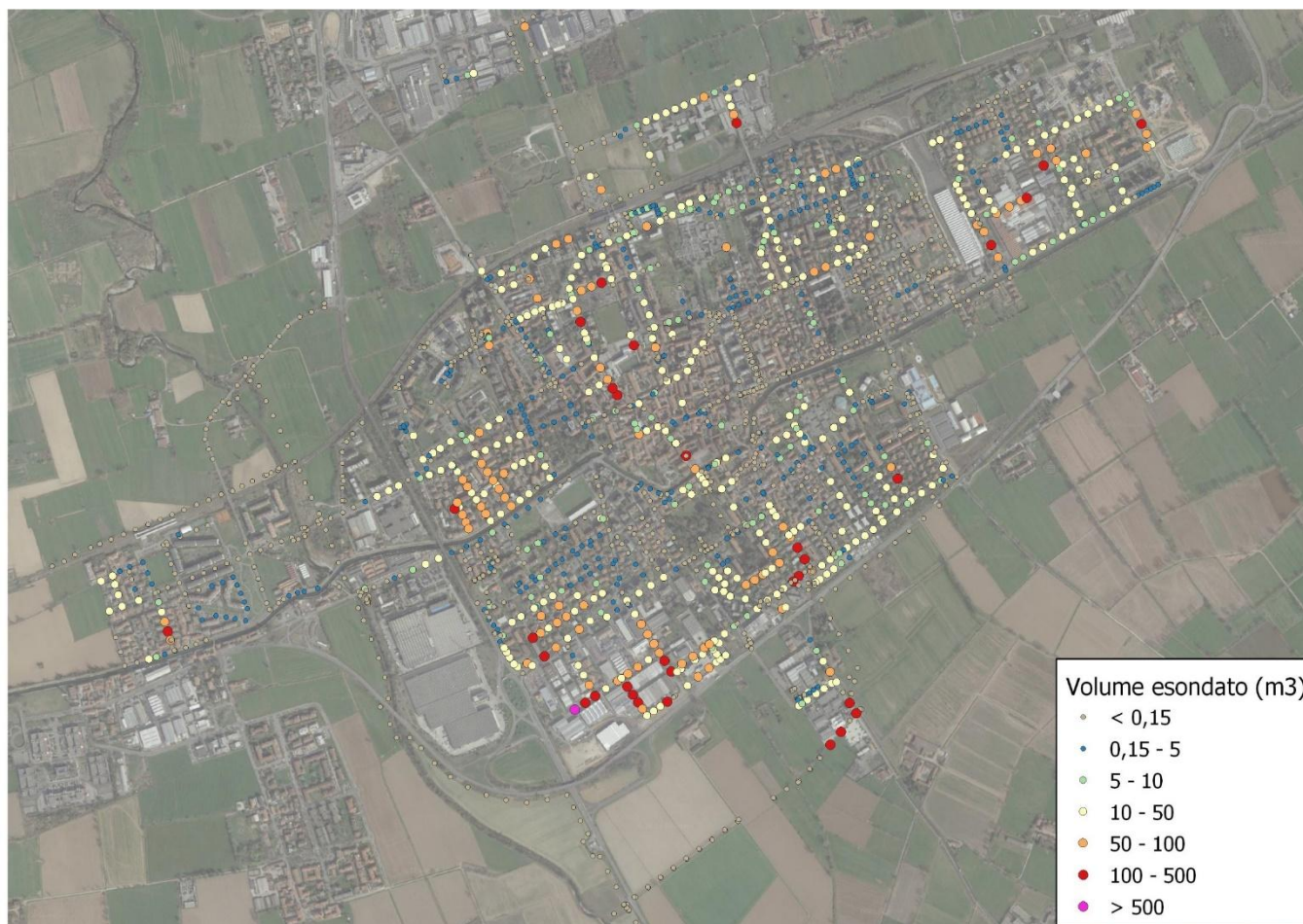
REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – Comune di Gorgonzola

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**

**SRIA**  
s.r.l.  
**STUDIO ROSSO**  
INGEGNERI ASSOCIATI



**Figura 45 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr100 anni**



Le principali criticità riscontrate dalla modellazione idraulica risultano localizzate:

- Nella zona di via Porta, via Cattaneo e via Cascina Rafredo, criticità confermata anche dai tecnici comunali, causata dalla presenza di alcuni tratti in contropendenza e da una generale insufficienza della rete fognaria;
- Nell’area tra via Trieste, Strada Cascina Antonietta e via Piacenza, criticità confermata anche dai tecnici comunali, causata dalla presenza di alcuni tratti in contropendenza e da una generale insufficienza della rete fognaria;
- via Giacomo Matteotti, criticità derivante dal modello idraulico, ma non confermata dai tecnici comunali, causata da tratti in contropendenza e restringimenti del diametro della condotta;
- Area industriale di via Parini in prossimità del Parco Agricolo Sud, criticità derivante dal modello idraulico, ma non confermato dai tecnici comunali, causata principalmente dal rigurgito della portata in funzione del livello idrico nel Molgora.

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

**Tabella 7 – Sintesi delle criticità emerse dal modello**

OBJ_ID	INDIRIZZO	FONTE	Livello di criticità	DESCRIZIONE
Ln05	Via Giacomo Matteotti	Modello	Criticità BASSA	Rete: Restringimento collettore fognario
Ln06	Via Parini c/o Area industriale	Modello	Criticità BASSA	Rete: Insufficienza rete fognaria e rigurgito scarico nel Molgora
Po04	Area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta	Comune/Modello	Criticità BASSA	Rete: Insufficienza della rete e tratti di contropendenza della rete
Po05	Area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina Rafredo	Comune/Modello	Criticità BASSA	Rete: Insufficienza della rete e tratti di contropendenza della rete

Il sovraccarico diffuso della rete, in particolare nel caso di verifiche con tempo di ritorno maggiore o uguale a 10 anni, è un risultato prevedibile considerando che le buone pratiche di dimensionamento del sistema fognario in Lombardia considerano generalmente tempi di ritorno inferiori a 10 anni.

Alle criticità emerse dalla modellazione idraulica sul territorio comunale si aggiungono quelle derivanti dal reticolo idrografico principale (T. Molgora) o attribuibili ad altri fattori, come ad esempio all’attività di manutenzione.

### 6.1.2 Ruscamento superficiale

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

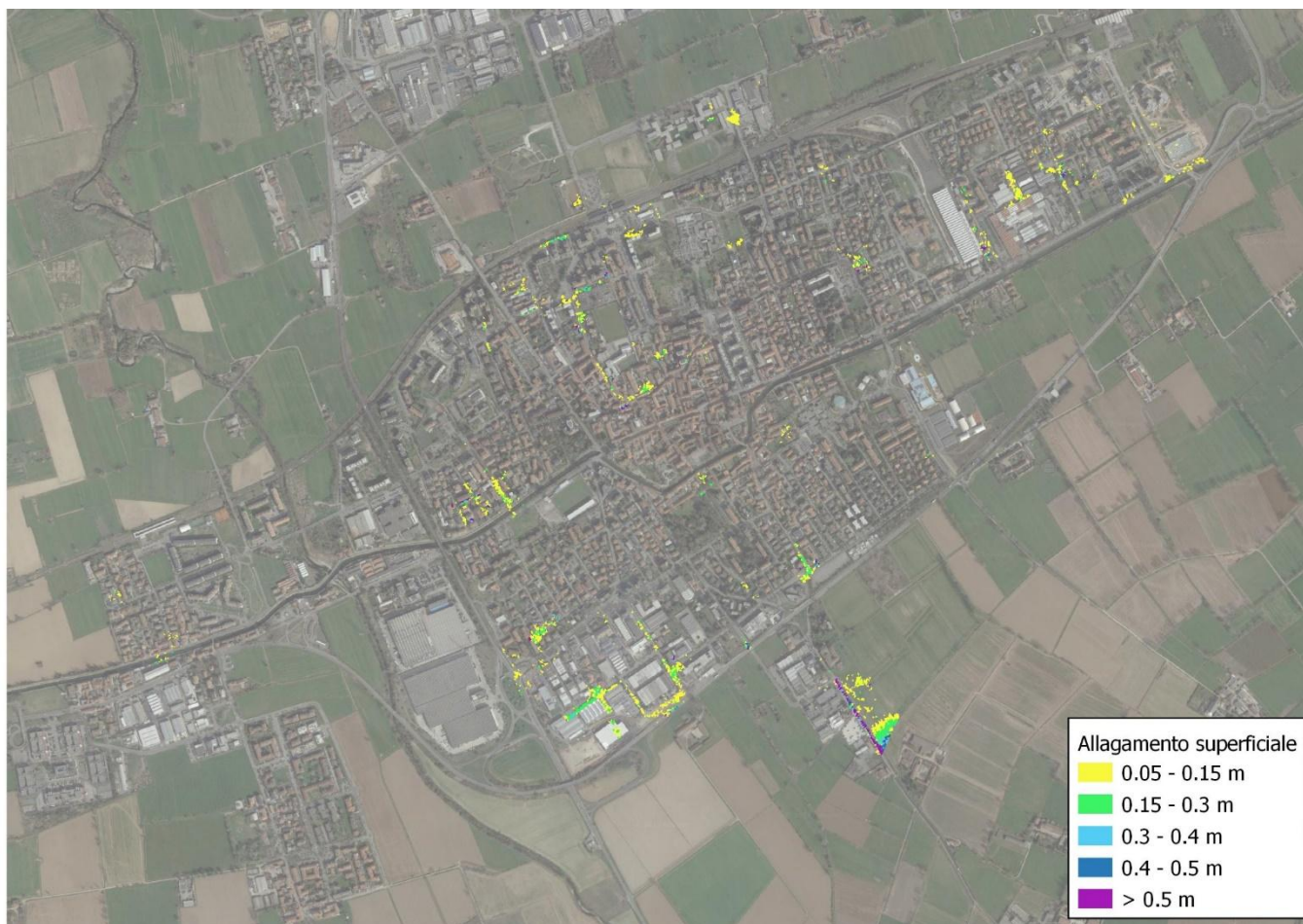


REGIONE LOMBARDIA  
Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”.*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**

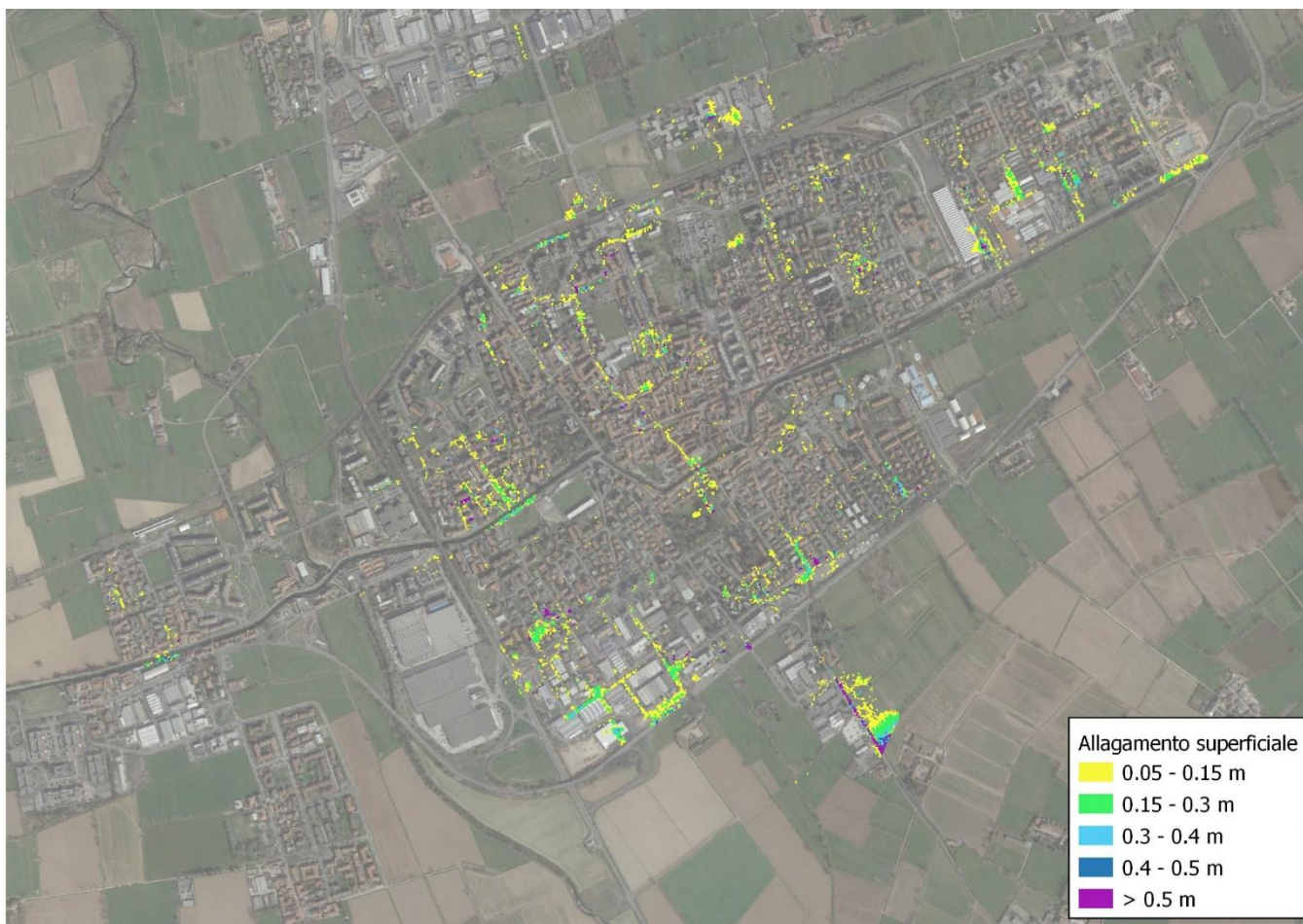
**SRIA**  
s.r.l.  
**STUDIO ROSSO**  
INGEGNERI ASSOCIATI



**Figura 46 – Allagamento allo stato di fatto con TR 10 anni**



**Figura 47 - Allagamento allo stato di fatto con TR 50 anni**



**Figura 48 - Allagamento allo stato di fatto con TR 100 anni**



### 6.1.3 Analisi delle criticità evidenziate dal modello

#### 6.1.3.1 Po04 - Area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta

L’area è caratterizzata da un generale sovraccarico della rete a causa anche della difficoltà di deflusso nella dorsale di via Trieste, nella quale confluiscono i collettori posti nell’area in oggetto, che comporta quindi il rigurgito verso monte della portata e in alcuni casi fenomeni di allagamento. La difficoltà di deflusso nella condotta di via Trieste è determinata da pendenze molto basse e talvolta da tratti in contropendenza. Il sovraccarico della rete è stato rilevato anche sul ramo di testa di via Piacenza, che in minima parte risente del rigurgito provocato dalla difficile immissione in via Trieste, ma comunque è caratterizzata di per sé da una generale insufficienza della rete caratterizzata da lievi pendenze. In particolare i tecnici comunali segnalano il verificarsi di allagamenti in corrispondenza di un parcheggio di via Piacenza (di fronte al civico n. 3), del quale si riportano di seguito due immagini. Si evidenzia che l’area è servita da una serie di caditoie poste in asse al parcheggio (Figura 51) e posizionate al di sotto degli accumuli d’acqua mostrati nelle seguenti figure.



**Figura 49 – Immagine del parcheggio di via Piacenza successivamente ad un evento piovoso**



*Figura 50 - Immagine del parcheggio di via Piacenza successivamente ad un evento piovoso*



*Figura 51 - Immagine del parcheggio di via Piacenza dove è evidente la serie di caditoie*

Inoltre si evidenzia che l’area in oggetto risulta essere limitrofa al comparto C6, interessato dal Piano attuativo, dove inizialmente erano presenti ampie aree libere che attualmente si stanno edificando per lotti successivi. In



Figura 52 si riporta un inquadramento circa l'ubicazione dell'area di trasformazione C6, suddivisa in 2 lottizzazioni principali (si evidenzia che l'immagine satellitare di base non è aggiornata al 2022).



**Figura 52 – Inquadramento del Comparto C6 suddiviso in due lottizzazioni: a nord di Strada Cascina Antonietta (sopra) e ad est di via Piacenza (sotto). NB: base ortofoto non aggiornata**

In tale area si prevede quindi un'edificazione importante di tipo residenziale, ma anche di servizi, comprese le opere di urbanizzazione che andranno ad integrarsi con i sottoservizi esistenti. In Figura 53 si riporta la planimetria generale degli interventi che si intende attuare, evidenziando che però allo stato attuale solo alcune opere risultano realizzate, mentre altre sono in fase di cantiere o ferme ancora ad una fase precedente, come mostra lo stato di avanzamento in Figura 54, aggiornato al 2022.



Figura 53 – Estratto della planimetria dell'intervento previsto per il C6



**Figura 54 – Stato di avanzamento dell’edificazione prevista per il C6 (aggiornamento settembre 2022)**

Per completezza è stata visionata la documentazione disponibile relativa al progetto delle opere di drenaggio del comparto C6 dalla quale è emerso che, in linea con i principi di invarianza idraulica, le nuove edificazioni saranno provviste di un proprio sistema di collettamento e smaltimento delle acque meteoriche (tramite recapito al suolo) e che quindi non vi sarà un ulteriore carico dell’esistente rete fognaria mista. Fanno eccezione chiaramente i reflui civili che invece saranno convogliati tramite nuove tubazioni in progetto, nelle condotte esistenti di strada Cascina Antonietta e via Trieste.

Per quanto riguarda le opere di urbanizzazione, si prevede anche in questo caso di recapitare al suolo, tramite pozzi perdenti, il maggiore afflusso idrico derivante dall’impermeabilizzazione delle nuove superfici dedicate ai parcheggi e strade (vedi Figura 55).

Come esposto in precedenza, nonostante siano applicati i principi dell’invarianza idraulica alla nuova edificazione del comparto C6 e non si prevede un ulteriore carico meteorico per la rete fognaria mista esistente di via Piacenza e strada Cascina Antonietta, la rete esistente, alla quale afferisce il comparto urbano non oggetto di trasformazione, presenta comunque delle criticità ed un funzionamento in pressione anche per bassi tempi di ritorno, come evidente dalla Figura 56.

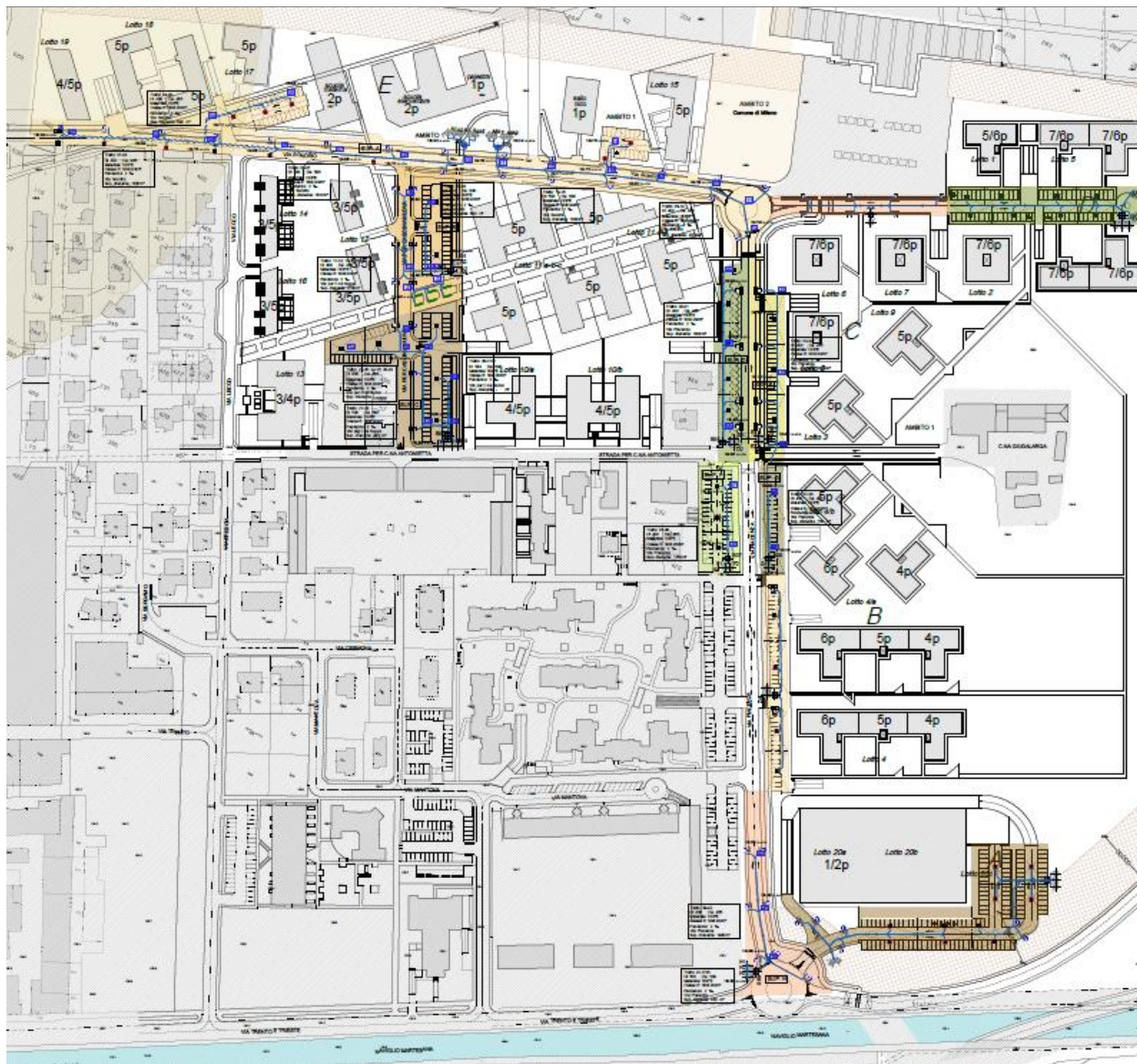
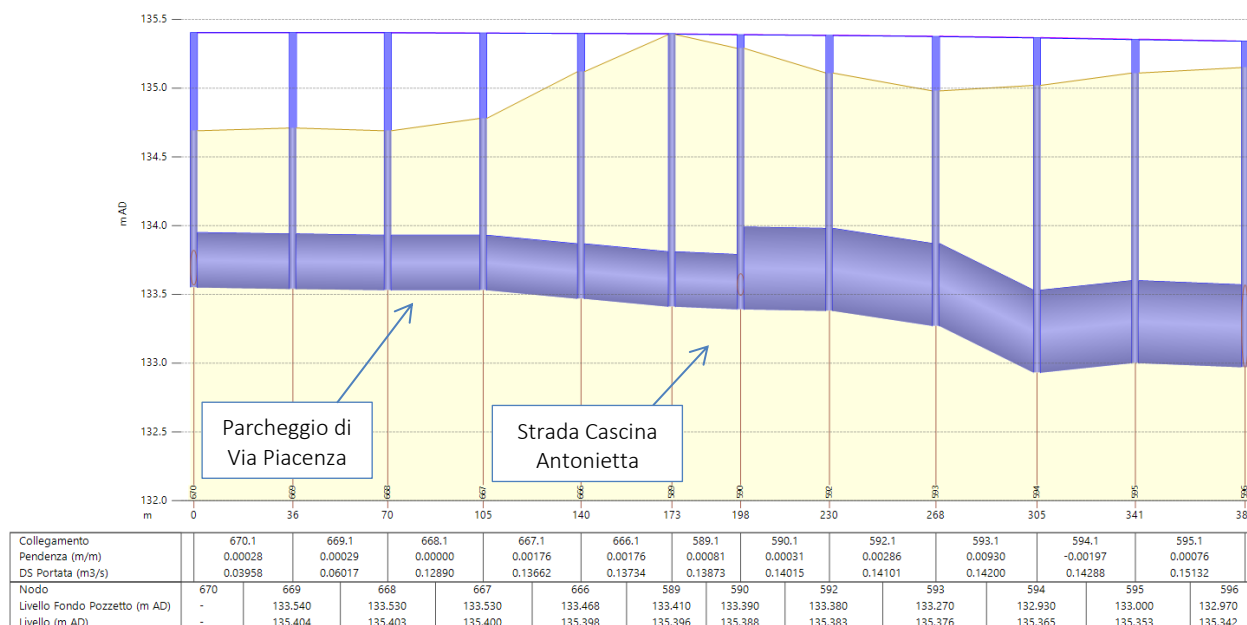


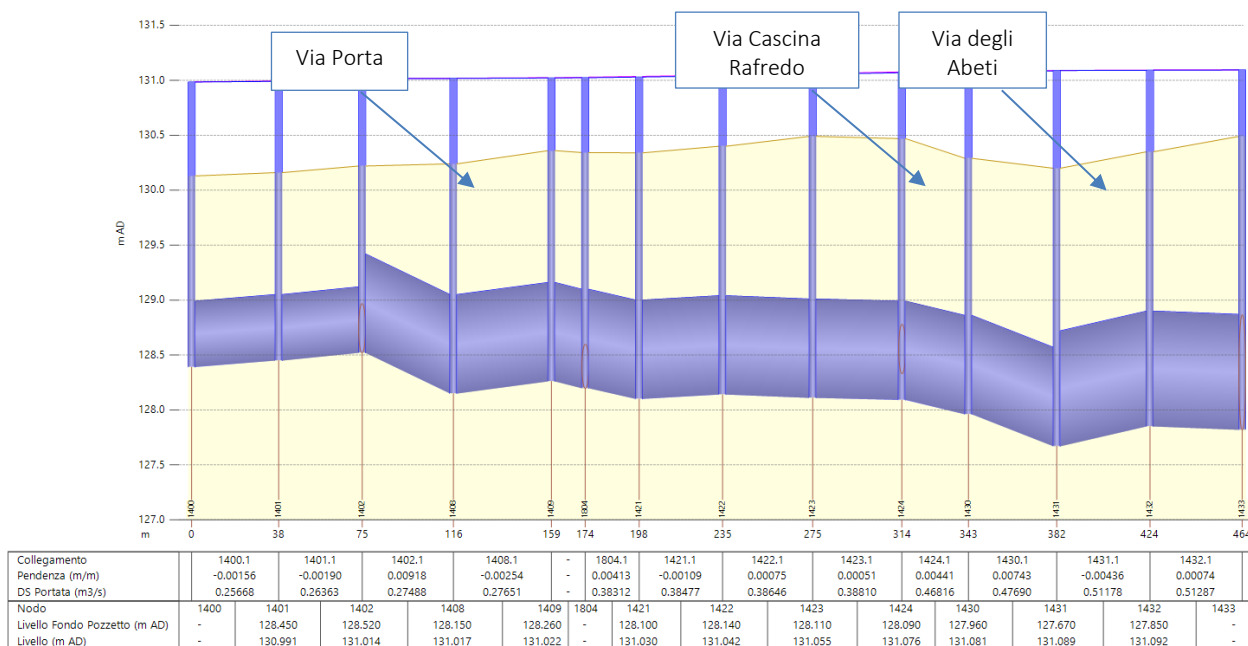
Figura 55 – Estratto della tavola “ESE M04 – Planimetria con tracciato rete di raccolta acque meteoriche” inerente alle opere di urbanizzazione previste per il comparto C6 (da variante 2018)



**Figura 56 – Profilo idraulico della condotta di via Piacenza e strada Cascina Antonietta per un tempo di ritorno di 10 anni**

**6.1.3.2 Po05 - Area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina  
Rafredo**

L'area è caratterizzata da un generale sovraccarico della rete a causa anche della difficoltà di deflusso nella dorsale di via Cascina Rafredo, nella quale confluisce la condotta ubicata in via Porta, che comporta quindi il rigurgito verso monte della portata e in alcuni casi fenomeni di allagamento. La condotta di via Porta è caratterizzata inoltre da alcuni tratti in contropendenza che ostacolano ulteriormente il deflusso della portata. La presenza di ulteriori contropendenze si riscontra anche a valle, lungo la rete di via degli Abeti e successivamente attraverso il Parco Agricolo Sud fino all'immissione nel collettore intercomunale. Di seguito il profilo della condotta di via Porta fino a via degli Abeti che mostra il funzionamento in pressione della condotta per un tempo di ritorno pari a 10 anni.



**Figura 57 – Profilo idraulico della condotta di via Porta fino a via degli Abeti per un tempo di ritorno di 10 anni**

Si evidenzia inoltre che fino alla sezione di via Porta si risente, sebbene in limitatamente, del rigurgito provocato dal livello idrico del Molgora allo scarico in corrispondenza della cam. 1132, che permette il deflusso della portata meteorica in eccesso tramite lo sfioratore posto alla cam. 1126. Difatti, come evidenziato in precedenza (vedi § 4.7) il livello idrico considerato risulta essere maggiore del fondo scorrevole del manufatto, determinando un impedimento al libero deflusso della portata sfiorata. Di seguito si riporta il confronto, per un tempo di ritorno di 2 anni, dei livelli di carico idraulico nel profilo della condotta di via Porta dal quale risulta una differenza di alcuni cm sulla base della condizione di deflusso dello scarico nel Molgora.

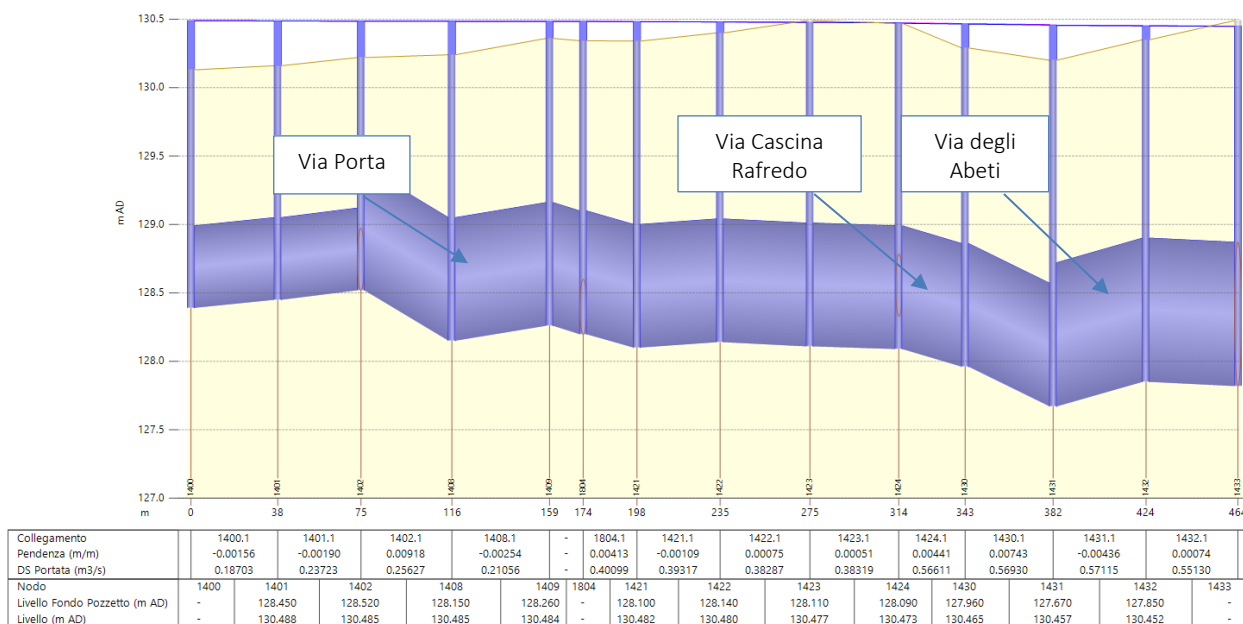


Figura 58 – Profilo idraulico della condotta di via Porta fino a via degli Abeti per un tempo di ritorno di 2 anni con deflusso rigurgitato allo scarico n. 1132

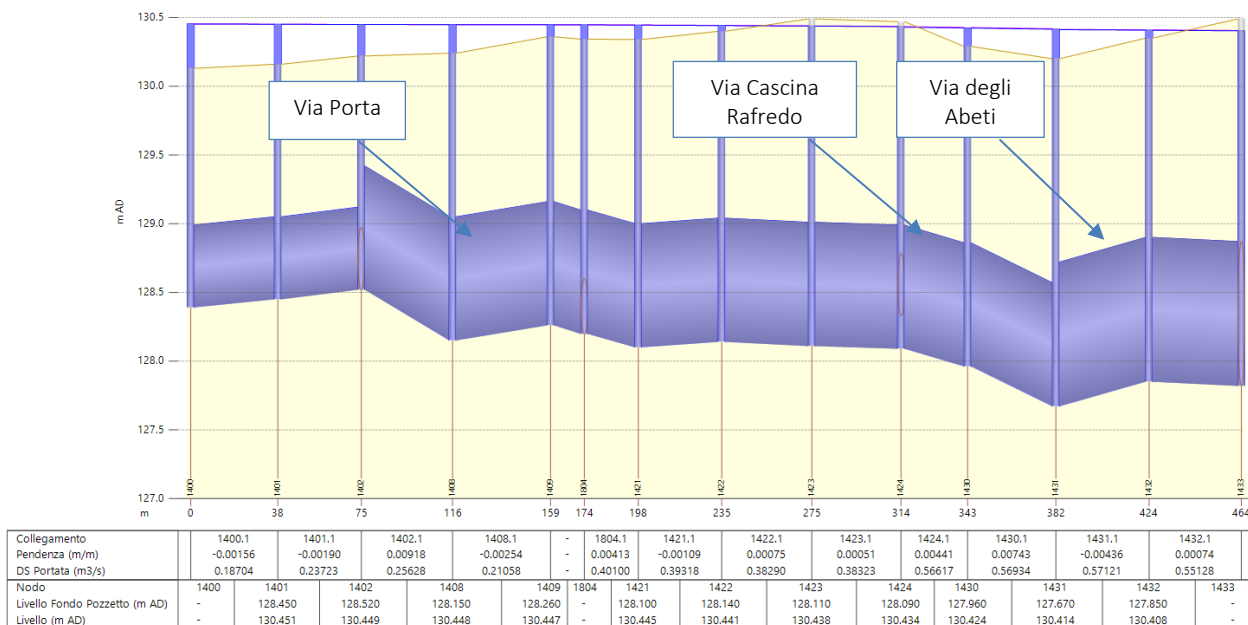
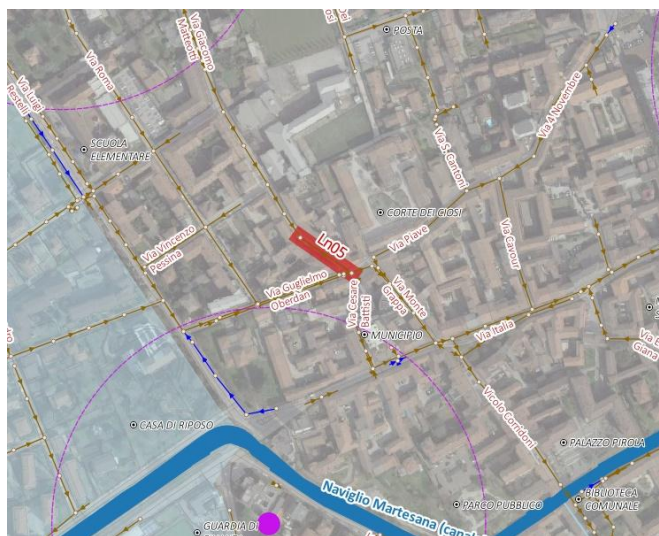


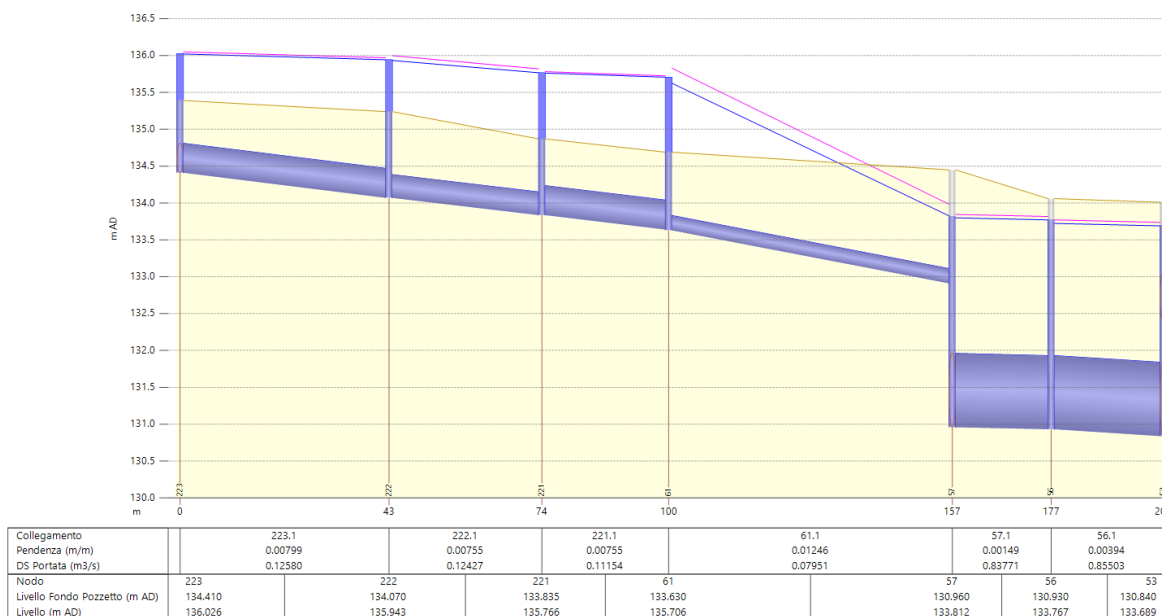
Figura 59 – Profilo idraulico della condotta di via Porta fino a via degli Abeti per un tempo di ritorno di 2 anni con libero deflusso allo scarico n. 1132

#### 6.1.3.3 Ln05 - Via Giacomo Matteotti

La dorsale di via Matteotti è caratterizzata da condotte di diverso diametro e materiale con un punto di spartiacque ubicato nel tratto tra via G. di Vittorio e via G. Mazzini, che distingue due rami con direzione di flusso opposte. In particolare in prossimità di piazza San Pietro è presente un restringimento del collettore circolare (diametro da 400 mm a 200 mm) che determina il rigurgito e quindi fenomeni di allagamento (Figura 61).



**Figura 60 – Inquadramento della criticità Ln05**



**Figura 61 – Profilo idraulico del tratto di via Matteotti per un tempo di ritorno di 10 anni**

Tuttavia la criticità evidenziata in questa zona non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e potrebbe essere di natura puramente modellistica e associata all'approccio statistico utilizzato.



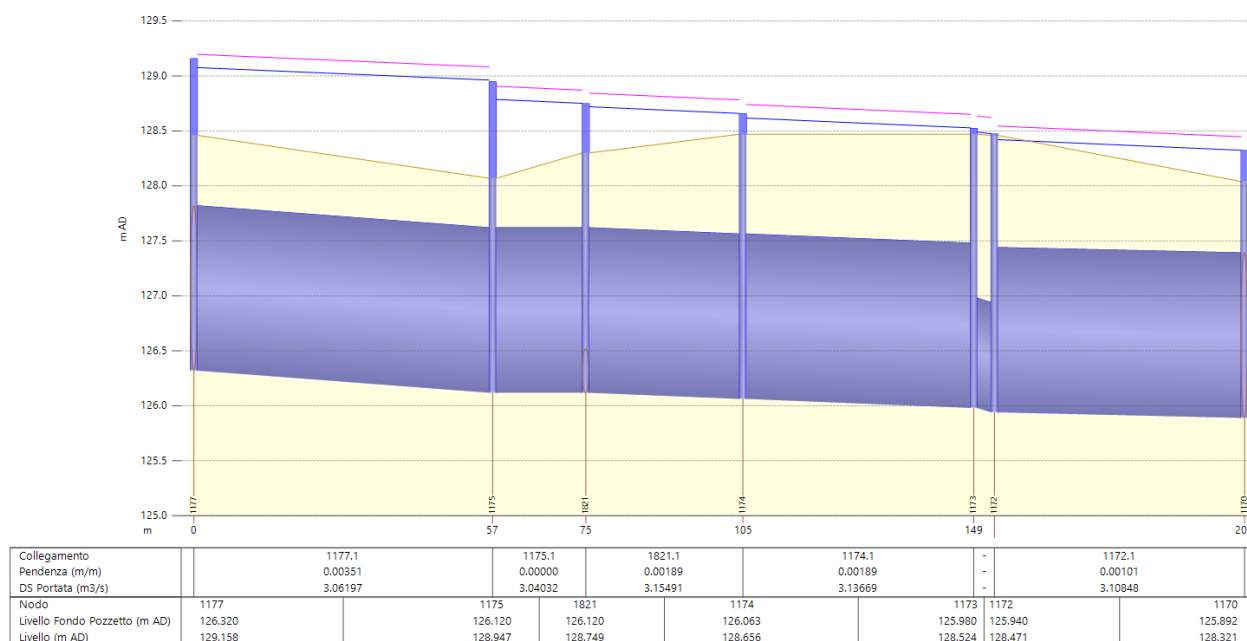
#### 6.1.3.4 Ln06 - Via Parini c/o Area industriale e Parco Agricolo Sud

L'area industriale di via Parini è servita da una condotta con diametro pari a 400 mm che si immette, nei pressi del limite con il Parco Agricolo Sud, nel collettore principale (con diametro pari a 1500 mm) che consente il deflusso dei reflui di buona parte del territorio comunale nel collettore intercomunale, mentre la portata meteorica in eccesso è scaricata nel T. Molgora tramite lo sfioratore posto alla cam. 1126.

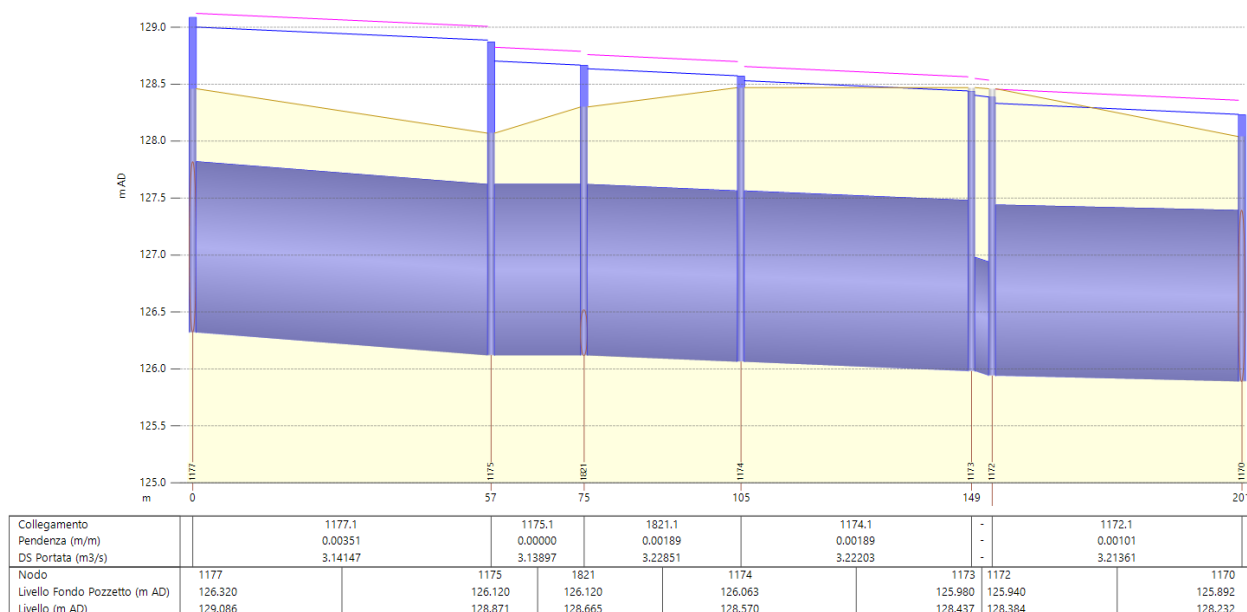
Il modello evidenzia un deflusso in pressione e allagamenti per bassi tempi di ritorno, anche influenzato dal rigurgito causato dal livello idrico del Molgora che ostacola lo scarico delle acque sfiorate. In Figura 63 e Figura 64 si riportano i massimi profili idraulici del tratto di via Parini nelle diverse condizioni di deflusso allo scarico, dalle quali risulta evidente il maggiore carico idraulico, circa 10 cm, nel caso in cui lo scarico nel Molgora sia rigurgitato dal livello del torrente.



**Figura 62 - Inquadramento della criticità Ln06**



**Figura 63 – Profilo idraulico della condotta di via Parini per un tempo di ritorno di 10 anni con deflusso rigurgitato allo scarico n. 1132**



**Figura 64 - Profilo idraulico della condotta di via Parini per un tempo di ritorno di 10 anni con libero deflusso allo scarico n. 1132**

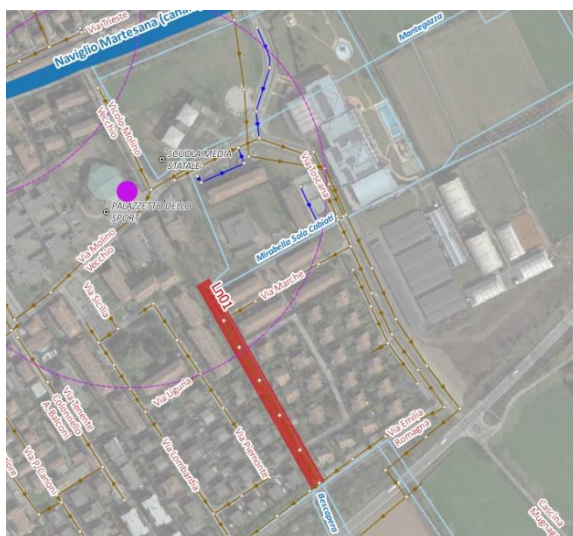
Tuttavia la criticità evidenziata in questa zona non è stata riscontrata nel corso di eventi reali e la motivazione potrebbe essere da una parte la presenza del Parco, che consente l'eventuale libero spargimento delle acque meteoriche e la successiva infiltrazione nel suolo senza comportare disagi alle attività antropiche reali oppure potrebbe essere di natura puramente modellistica e associata all'approccio statistico utilizzato.



## 6.1.4 Altre criticità non evidenziate dal modello

### 6.1.4.1 Ln01 – Roggia Bescapera c/o via Marche

La Roggia Bescapera deriva le proprie acque dal Naviglio Martesana e si dirige verso sud fino ad irrigare i terreni ubicati in Comune di Melzo. La Roggia è costituita da diverse ramificazioni e, in accordo con quanto riportato nei documenti comunali, risulta di proprietà privata, ma le concessioni di derivazione sono in capo al Consorzio Est Ticino-Villoresi. La Roggia si presenta a cielo aperto e vegetata lungo le sponde, risulta sezionata da manufatti di regolazione della portata e in corrispondenza di attraversamenti stradali è tombinata.



**Figura 65 - Inquadramento della criticità Ln01**

Nel corso di eventi meteorici importanti il Consorzio di gestione della Martesana apre le paratie per consentire l’abbassamento dei livelli nel Naviglio e la portata in eccesso defluisce anche nella Roggia Bescapera fino al raggiungimento della sua massima capacità di deflusso, raggiunta la quale la Protezione Civile provvede alla chiusura della paratia; ciononostante si sono verificati casi di allagamento dei piani seminterrati delle abitazioni poste lungo via Marche.

### 6.1.4.1 Ln04 - Rete via Val d’Ossola

Via Val d’Ossola è ubicata al margine ovest dell’area urbanizzata di Gorgonzola in una zona residenziale. In tale area i tecnici di CAP hanno riportato la segnalazione relativa ad eventi di allagamento della strada in occasione di eventi meteorici rilevanti. La strada è servita da una condotta fognaria di tipo misto in cls con un diametro di 300 mm a partire dal nodo 984 e successivamente 400 mm fino al nodo 983. L’analisi dei profili della rete mista esistente non ha mostrato tratti in contropendenza ed il modello non evidenzia particolari criticità strutturali della rete in oggetto, tuttavia è possibile supporre, sulla base delle immagini reperite in corrispondenza dei pozzetti d’ispezione, che nelle condotte via sia una rilevante quantità di materiale depositato (Figura 66) che, in aggiunta ad un diametro ridotto della condotta (30 cm) può originare delle ostruzioni della sezione di flusso.



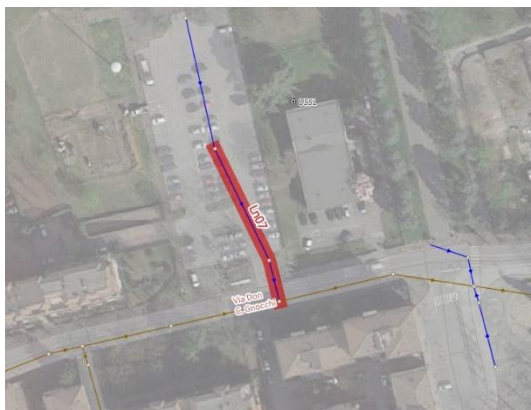
**Figura 66 - Immagini riprese dai pozzetti d’ispezione in corrispondenza dei nodi 983 (a sinistra) e 982 (a destra)**



**Figura 67 - Inquadramento della criticità Ln04**

#### **6.1.4.2 Ln07 - Via Don gnocchi**

I tecnici comunali hanno segnalato la presenza di alcuni allagamenti causati dall’intasamento della condotta ubicata in corrispondenza del parcheggio presso l’ASL e che si immette nella rete fognaria di via Don Gnocchi. La tubazione in questione è di diametro ridotto, 300-315 mm, ma comunque dotata di una discreta pendenza e colletta le acque meteoriche afferenti al parcheggio.



**Figura 68 - Inquadramento della criticità Ln07**

Il modello non mostra particolari criticità strutturali della rete in oggetto, fatto salvo, come già evidenziato in precedenza, un’insufficienza generalizzata del reticolo di drenaggio urbano.

#### **6.1.4.3 Ln08 - Via Cazzaniga**

I tecnici comunali hanno segnalato la presenza di ristagni d’acqua tra il dosso pedonale di via Cazzaniga fino all’incrocio con via Argentia. Lungo via Cazzaniga è ubicata una condotta di grande diametro (1000 mm) caratterizzata da una discreta pendenza.



**Figura 69 - Inquadramento della criticità Ln08**

Il modello non mostra particolari criticità strutturali della rete in oggetto, fatto salvo, come già evidenziato in precedenza, un’insufficienza generalizzata del reticolo di drenaggio urbano.

Tale fenomeno potrebbe essere da attribuirsi alla non corretta pendenza della sede stradale che tende a convogliare le acque meteoriche da via Argentia verso via Cazzaniga (quindi direzione nord ovest-nord est) dove tuttavia il rialzo pedonale ne impedisce il deflusso. Inoltre tale tratto risulta privo di caditoie posizionate invece a valle del dosso.



#### 6.1.4.4 Ln09 - Via Mattei c/o parcheggio Thales

I tecnici comunali hanno segnalato la presenza di allagamenti nel tratto di via Mattei in prossimità del parcheggio antistante la Società Thales Italia Spa. Lungo via Mattei è ubicata una condotta appartenente alla fognatura mista con diametro pari a 500 mm ed una discreta pendenza.



**Figura 70 - Inquadramento della criticità Ln09**

Il modello non mostra particolari criticità strutturali della rete in oggetto, fatto salvo, come già evidenziato in precedenza, un'insufficienza generalizzata del reticolo di drenaggio urbano. Il fenomeno può essere causato da criticità derivanti dalla rete privata di raccolta delle acque meteoriche nel parcheggio, oppure da pendenze non corrette della sede stradale (si evidenzia la presenza di una caditoia proprio in corrispondenza dell'ingresso del parcheggio) o a problematiche di tipo manutentivo.

#### 6.1.4.5 Ln10 - Via Mazzini, fronte scuola L. Da Vinci

I tecnici comunali hanno segnalato la presenza di allagamenti lungo via Mazzini di fronte alla scuola Media Leonardo Da Vinci. Lungo via Mazzini è ubicata una condotta in c.a. di testa con diametro iniziale pari a 500 mm fino a 700 mm.



**Figura 71 - Inquadramento della criticità Ln10**

Il modello non mostra particolari criticità strutturali della rete in oggetto, fatto salvo, come già evidenziato in precedenza, un'insufficienza generalizzata del reticolo di drenaggio urbano. Il fenomeno potrebbe essere causato dall'ostruzione delle caditoie a bocca di lupo presenti lungo la strada e quindi riconducibile a problematiche di tipo manutentivo.



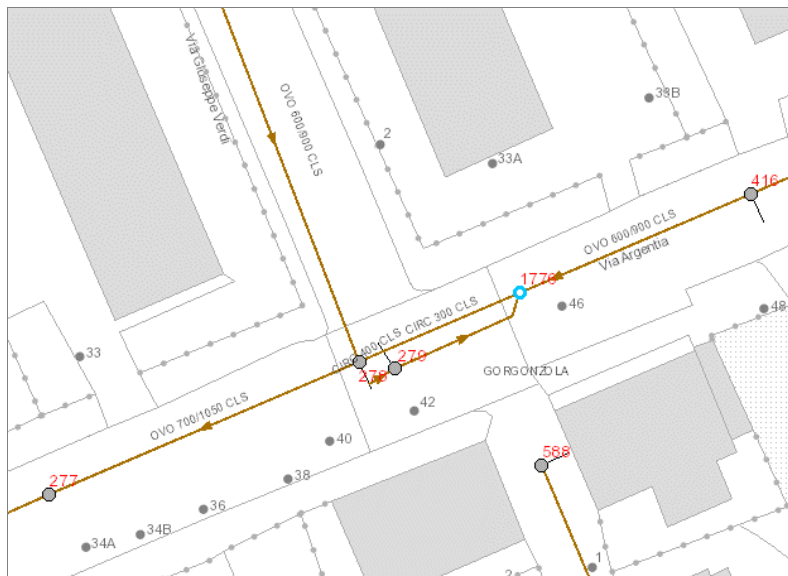
**Figura 72 – Vista delle caditoie a bocca di lupo su via Mazzini di fronte alla scuola**

#### **6.1.4.6 Ln11 – Via G. Verdi**

I tecnici comunali hanno segnalato una criticità presso l'incrocio tra Via Verdi e Via Argentin, della quale non si conosce la possibile causa. Lungo Via G. Verdi è presente una condotta ovoidale mista (600x900 mm) che si



immette nella dorsale di Via Argentia (ovoidale 700x1050 mm). In corrispondenza dell'incrocio è presente un breve ramo misto, parallelo alla condotta di Via Argentia e che si immette nella medesima, di diametro pari a 300 mm (Figura 73). Dall'analisi svolta è emerso che tale tratto risulta praticamente intasato dalla presenza di materiale depositato che impedisce il deflusso dei reflui (Figura 74), anche se non è chiaro se tale condotta è il recapito delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale in quell'area.



**Figura 73 – Inquadramento dell'area da Webgis di CAP**



**Figura 74 – Vista del pozzetto e condotta del breve tratto di condotta mista che si immette nella dorsale di Via Argentia c/o l'incrocio con Via G. Verdi**



#### **6.1.4.7 Po01; Po02; Po03; Pt01; Pt02; Pt03; Pt04 – Aree di esondazione del T. Molgora ed attraversamenti**

Il rischio idraulico del T. Molgora è stato indagato nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua della pianura Lambro-Olona*” redatto dall’AdbPo (2004). Lo Studio divide il percorso del T. Molgora in tre tratti omogenei (fino a Carnate-USmate, da Carnate ad Omate, da Omate a Cavaione).

Il territorio di Gorgonzola è dunque compreso nel 3° tratto omogeneo caratterizzato da un alveo poco inciso (profondità compresa tra 1,5 e 4,5 metri) e aree di allagamento pianeggianti nelle quali defluisce in parte la piena. Le aree di esondazione individuate in questo tratto non costituiscono zone di accumulo dei volumi esondati, in quanto sono direttamente interagenti con l’alveo principale.

Il modello realizzato evidenzia, per tutto il 3° tratto (da Omate a Cavaione), l’insufficienza generale dell’alveo e il ruolo importante delle aree golenali e di esondazione in genere nella laminazione delle piene. A partire dalla sezione MO44 (ponte sulla SP120 tra Bussero e Pessano, a monte di Gorgonzola cfr. Figura 75) l’onda di piena presenta un colmo appiattito e una forma allungata.

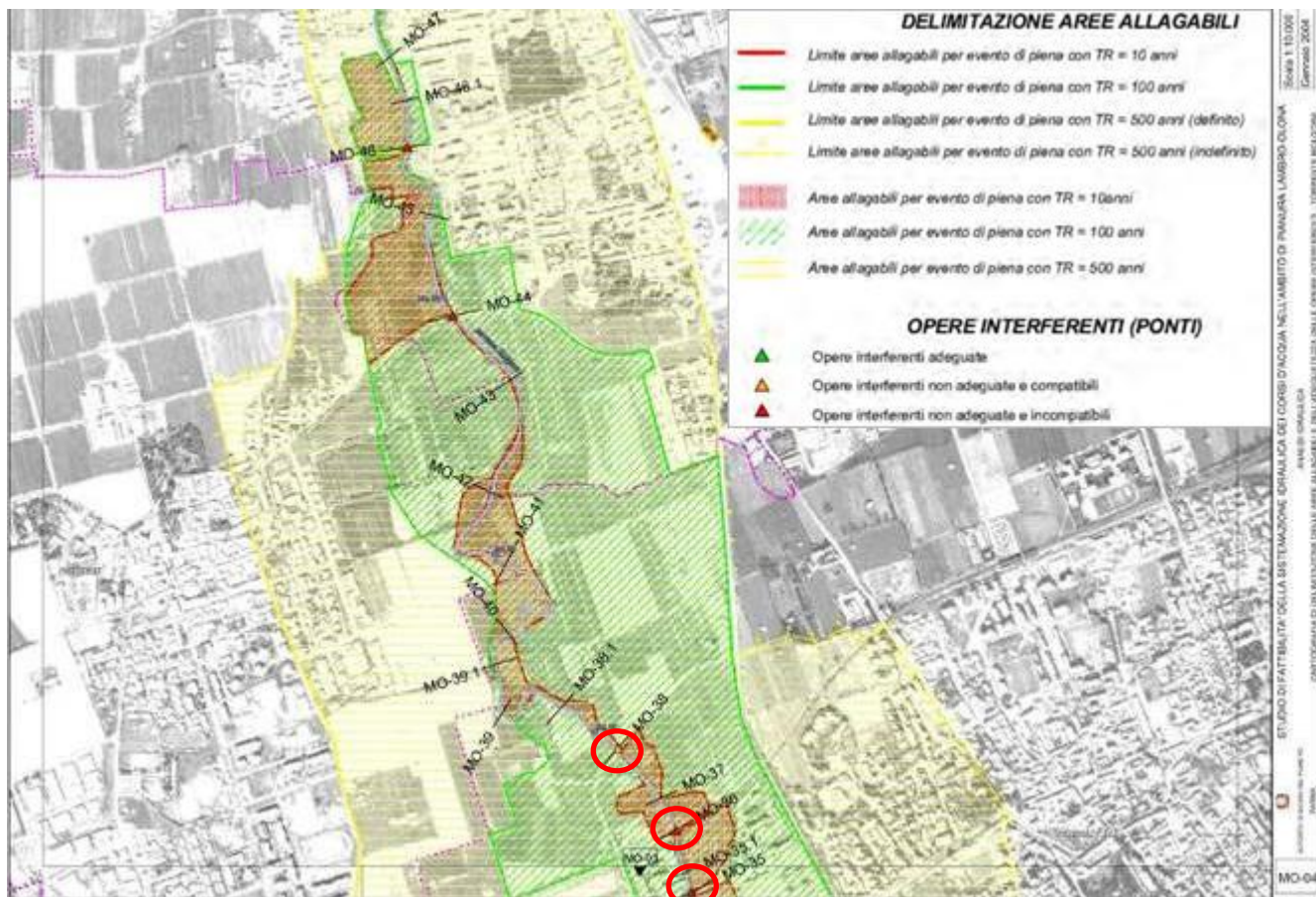
In particolare lo Studio evidenzia che l’attraversamento di Gorgonzola, Caponago, Pessano con Bornago e Melzo rappresenta la situazione di maggior criticità per eventi con Tr 100 anni. Il forte confinamento dell’alveo del corso d’acqua, dovuto all’insediamento delle sponde, rende deficitario tutto il sistema; tale deficit sembra non risolvibile con il solo adeguamento dei manufatti di attraversamento esistenti.

Nel dettaglio, nel tratto tra la zona urbanizzata di Pessano e quella di Gorgonzola (da sez MO44 a sez. MO31 di Figura 75 e Figura 76) viene segnalata una importante zona di allagamento che interessa in parte alcune aree produttive di Gorgonzola, di più recente edificazione.

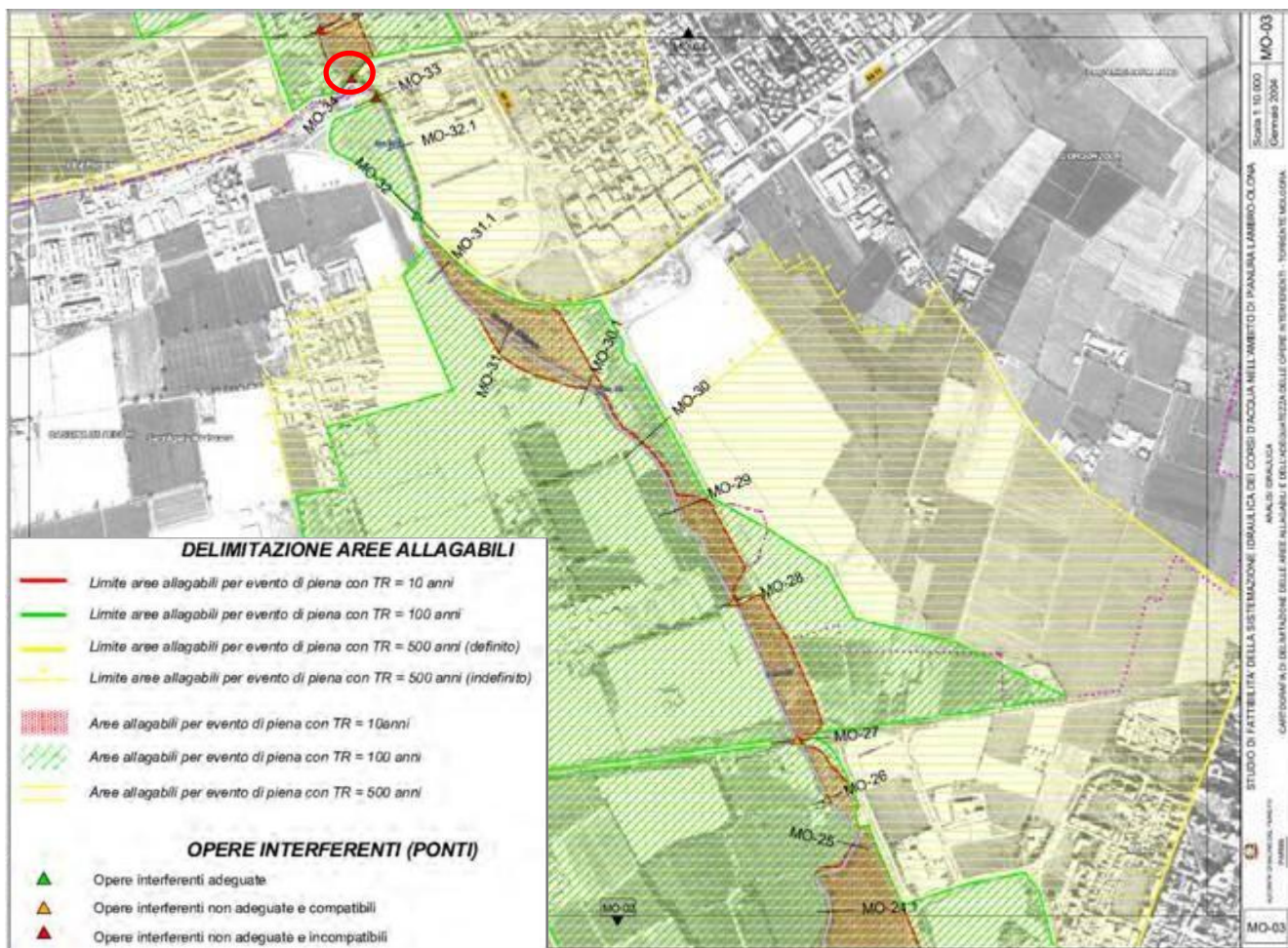
In questo tratto, l’alveo del Molgora è in grado di far defluire portate di circa 40-50 m<sup>3</sup>/s, mentre le portate calcolate per le piene con Tr 10 e 100 anni risultano essere rispettivamente di 60 e 120 m<sup>3</sup>/s.

A sud del Naviglio Martesana (sez MO31.1 di Figura 76) l’esondazione interessa aree agricole e si estende soprattutto in sponda destra idrografica (territorio di Cassina de’ Pecchi).

Le superfici interessate da allagamento per piene con Tr 100 anni risultano di 1'200'000 m<sup>2</sup> tra la SS14 e il Naviglio Martesana, e di 2'500'000 m<sup>2</sup> tra il Naviglio stesso e la sezione MO15, posta appena a valle dell’urbanizzato di Melzo.



*Figura 75 - Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua nell'ambito di pianura Lambro-Olona – ANALISI IDRAULICA - Cartografia di delimitazione delle aree allagabili e dell'adeguatezza delle opere interferenti. In rosso sono cerchiare le sezioni che ricadono nel territorio di Gorgonzola*



**Figura 76 - Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua nell'ambito di pianura Lambro-Olona – ANALISI IDRAULICA - Cartografia di delimitazione delle aree allagabili e dell'adeguatezza delle opere interferenti. In rosso sono cerchiate le sezioni che ricadono nel territorio di Gorgonzola**

Nel territorio di Gorgonzola sono presenti 4 opere interferenti non adeguate e incompatibili, tutte poste in corrispondenza del nucleo urbano (ponte MM, ponte via Mattei, ponte canale di sottopasso al Naviglio Martesana e ponte di via Milano).

Risulta invece non adeguato, ma compatibile il ponte di via Buoizzi a nord dell'abitato, mentre l'attraversamento della S.S. Padana Superiore è adeguato (Tabella 8).



**Tabella 8 - Compatibilità idraulica dei ponti. Quelli nel riquadro rosso ricadono  
nel territorio comunale di Gorgonzola**

Stato attuale per evento con T = 100 anni									
Sezione	Attraversamento	Livello idrico (m s.l.m.)	Franco idraulico (cm)	Altezza sormonto (cm)	Rigurgito (m)	Funzionamento idraulico	Valutazione compatibilità idraulica		
							Franco	Rigurgito e allagamento	
MO46	Ponte strada comunale di Pessano- Via C.Porta	147.2	42		0.8	pressione	non adeguato	non compatibile	
MO44	Ponte SP120 di Pessano con Bornago	145.9	288	134	3.3	tracimazione	non adeguato	non compatibile	
MO38	Ponte strada comunale – Via Buoizzi	136.9	213	68	0.5	tracimazione	non adeguato	compatibile	
MO36	Ponte MM Milano- Gessate	136,40	255	99	1,60	tracimazione	non adeguato	non compatibile	
MO35	Ponte strada comunale di Gorgonzola – via Mattei	134,70	112	30	0,80	tracimazione	non adeguato	non compatibile	
MO34	Ponte canale Naviglio Martesana	133,60	260		0,80	pressione	non adeguato	non compatibile	
MO33	Ponte - Cassina de Pecchi – via Milano	132,60	-22		1,50	pelo libero	non adeguato	non compatibile	
MO32	Ponte S.S.11 - Cassina de Pecchi	130,10	-186		0,40	pelo libero	adeguato		

### 6.1.5 Punti potenzialmente critici

Nel territorio di Gorgonzola sono localizzati 7 sfioratori e 3 sottopassi segnalati da CAP e dal Comune e classificati come criticità potenziali di tipo puntuale poiché non risultano segnalazioni di problematiche al riguardo:

- Pt05 – Sfioratore 903 in Via Enrico Mattei ;
- Pt06 – Sfioratore 1062 in Via Monza;
- Pt07 – Sfioratore 1085, fuori ambito stradale c/o Cascia Gerla;
- Pt08 – Sfioratore 1091, in Via Bruno Buoizzi;
- Pt09 – Sfioratore 1126, fuori ambito c/o SP13;
- Pt10 – Sfioratore 1673 in Via Milano;
- Pt11 – Sfioratore 1736 in Via Milano;
- Pt12 – Sottopasso della Linea Metropolitana c/o Cascina Antonietta;
- Pt13 – Sottopasso della SS11 c/o via Parini;
- Pt14 – Sottopasso della ex SS11 c/o via Trieste.



### 6.1.6 Sintesi delle criticità rilevate

La numerazione delle criticità non è in ordine di gravità, ma è esclusivamente funzionale alla descrizione successiva degli interventi di mitigazione del rischio. La tabella seguente riporta tutte le criticità idrauliche raccolte ed inserite negli allegati grafici. Le criticità sono state suddivise, per esigenze di rappresentazione, in problematiche puntuali, lineari e areali a seconda della geometria della zona interessata.

La numerazione è coerente con quella del Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DSRI). Alcune criticità lineari evidenziate nel DSRI sono state trasformate in criticità areali in seguito all'approfondimento modellistico, non sostituendo comunque il precedente codice identificativo della problematica in modo da mantenere la corrispondenza col DSRI.

**Tabella 9 – Sintesi delle criticità rilevate**

OBJ_ID	INDIRIZZO	FONTE	Livello di criticità	DESCRIZIONE
Pt01	Via Bruno Buozzi	AdBPo; PEC	Criticità BASSA	Attraversamento T. Molgora: Ponte via Buozzi - Sezione MO38
Pt02	Linea Metropolitana	AdBPo	Criticità BASSA	Attraversamento T. Molgora: Ponte Metropolitana - Sezione MO36
Pt03	Via Enrico Mattei	AdBPo; PEC	Criticità BASSA	Attraversamento T. Molgora: via Enrico Mattei – Sezione MO35
Pt04	Via Lazzaretto	AdBPo; PEC	Criticità MEDIA	Attraversamento T. Molgora: Ponte canale Naviglio Martesana - Sezione MO 34
Pt05	Via Enrico Mattei	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione periodica cam. 913
Pt06	Via Monza	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1062
Pt07	Fuori ambito stradale	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1085
Pt08	Via Bruno Buozzi	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1091
Pt09	Fuori ambito stradale	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1126
Pt10	Via Milano	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1673
Pt11	Via Milano	CAP	Criticità BASSA	Sfioratore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1736
Pt12	Linea Metropolitana	Comune	Criticità BASSA	Sottopasso della linea Metropolitana c/o Cascina Antonietta: criticità potenziale
Pt13	Via Parini	Comune	Criticità BASSA	Sottopasso della SS11: criticità potenziale
Pt14	Ex SS11	Comune	Criticità BASSA	Sottopasso pedonale della ex SS11: criticità potenziale
Ln01	via Marche	Comune	Criticità BASSA	Reticolo idrografico: Problemi di allagamento in occasione di eventi meteorici intensi per gestione portata della Roggia Bescapera
Ln04	Via Val d'Ossola	CAP	Criticità BASSA	Rete: Problemi di allagamento in occasione di eventi meteorici intensi a causa del materiale depositato tra le cam. 983 e cam. 979



OBJ_ID	INDIRIZZO	FONTE	Livello di criticità	DESCRIZIONE
Ln05	Via Giacomo Matteotti	Modello	Criticità BASSA	Rete: Restringimento collettore fognario
Ln06	Via Parini c/o Area industriale	Modello	Criticità BASSA	Rete: Insufficienza rete fognaria e rigurgito scarico nel Molgora
Ln07	Via Don Gnocchi	Comune	Criticità BASSA	Rete: Intasamento condotta c/o parcheggio ASL
Ln08	Via Cazzaniga	Comune	Criticità BASSA	Rete: Ristagni sulla sede stradale c/o dosso pedonale
Ln09	Via Mattei c/o parcheggio Thales	Comune	Criticità BASSA	Rete: Allagamenti sede stradale c/o parcheggio
Ln10	Via Mazzini	Comune	Criticità BASSA	Rete: Allagamenti sede stradale c/o scuola Media L. da Vinci
Ln11	Via G. Verdi/Via Argentia	Comune	Criticità BASSA	Rete: Allagamenti sede stradale c/o l'incrocio tra le vie Verdi e Argentia
Po01	T. Molgora	Direttiva alluvioni		T. Molgora - Pericolosità L: Area potenzialmente interessata da alluvioni rare
Po02	T. Molgora	Direttiva alluvioni		T. Molgora - Pericolosità M: Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti
Po03	T. Molgora	Direttiva alluvioni		T. Molgora - Pericolosità H: Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti
Po04	Area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta	Comune/Modello	Criticità BASSA	Rete: Insufficienza della rete e tratti di contropendenza della rete
Po05	Area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina Rafredo	Comune/Modello	Criticità BASSA	Rete: Insufficienza della rete e tratti di contropendenza della rete

## 6.2 SCARICHI NEI RICETTORI FINALI

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



Al fine di determinare gli scarichi massimi ammissibili, si è proceduto all'individuazione del bacino idrico afferente ad ogni scarico individuato sul settore di studio e la relativa superficie scolante impermeabile, ossia la quota parte della superficie scolante totale che contribuisce a generare i deflussi. Per la definizione delle superfici scolanti totali nel caso di sfioratori in serie, il bacino idrico contribuente è stato assunto pari all'inter-bacino compreso tra le due soglie sfioranti.

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

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

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

Il confronto con la portata scaricata è stato svolto per gli scarichi che sottendono un bacino ricadente interamente nel territorio comunale, poiché esula dal presente ambito d'indagine la simulazione della rete fognaria dei comuni limitrofi.

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

### 6.2.1 Capacità di laminazione delle portate

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

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

Dall'equazione scritta, noti i valori della portata al colmo, della portata di scarico massima consentita e del volume dell'onda di piena, è possibile determinare in prima approssimazione il volume invasabile.

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

ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	superficie scolante impermeabile ha	Q max consentita l/s	Q picco da modello l/s	Volume da modello m <sup>3</sup>	Volume invasabile m <sup>3</sup>
1091	1050	Via Bruno Buozzi	0.48	19	Gli sfioratori non si attivano per TR10 e quindi non vi è portata di scarico		
1047	1049	Via Bruno Buozzi	0.71	28			
913	915	via Enrico Mattei	9.33	373	1'500	3'100	2'300
1673	1675	Via Milano in linea con sfioratore n. 1736	2.25	90	180	100	50
1126	1132	Fuori ambito stradale	70.77	2'831	3'700	21'000	4'900
1062	1194	Fuori ambito stradale	22.84	914	Lo sfioratore sottende parte del territorio di Pessano con Bornago		
1085	1089	Fuori ambito stradale	17.69	708	Lo sfioratore sottende parte del territorio di Bussero		



## 7. SCENARI DI INTERVENTO

Lo scenario di progetto è definito con l’obiettivo di diminuire sensibilmente e ove possibile eliminare gli allagamenti per il tempo di ritorno di 10 anni. Il territorio comunale è caratterizzato da un tessuto urbano consolidato e urbanizzato e pertanto gli interventi proposti mirano principalmente ad una generale riduzione degli apporti meteorici nella rete fognaria, in coerenza con i principi di invarianza idraulica.

Difatti la rete presenta una diffusa insufficienza dovuta alle scarse pendenze che difficilmente è risolvibile con interventi localizzati, anche se di riprofilatura del fondo scorrevole delle condotte, poiché spesso tale tipologica d’intervento comporta la traslazione verso valle della problematica e non la sua risoluzione. Si è quindi generalmente evitato di ricorrere ad interventi volti al solo aumento della capacità idraulica delle condotte, privilegiando l’utilizzo di strutture di laminazione e sistemi di drenaggio urbano sostenibile.

### 7.1 INTERVENTI STRUTTURALI

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

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

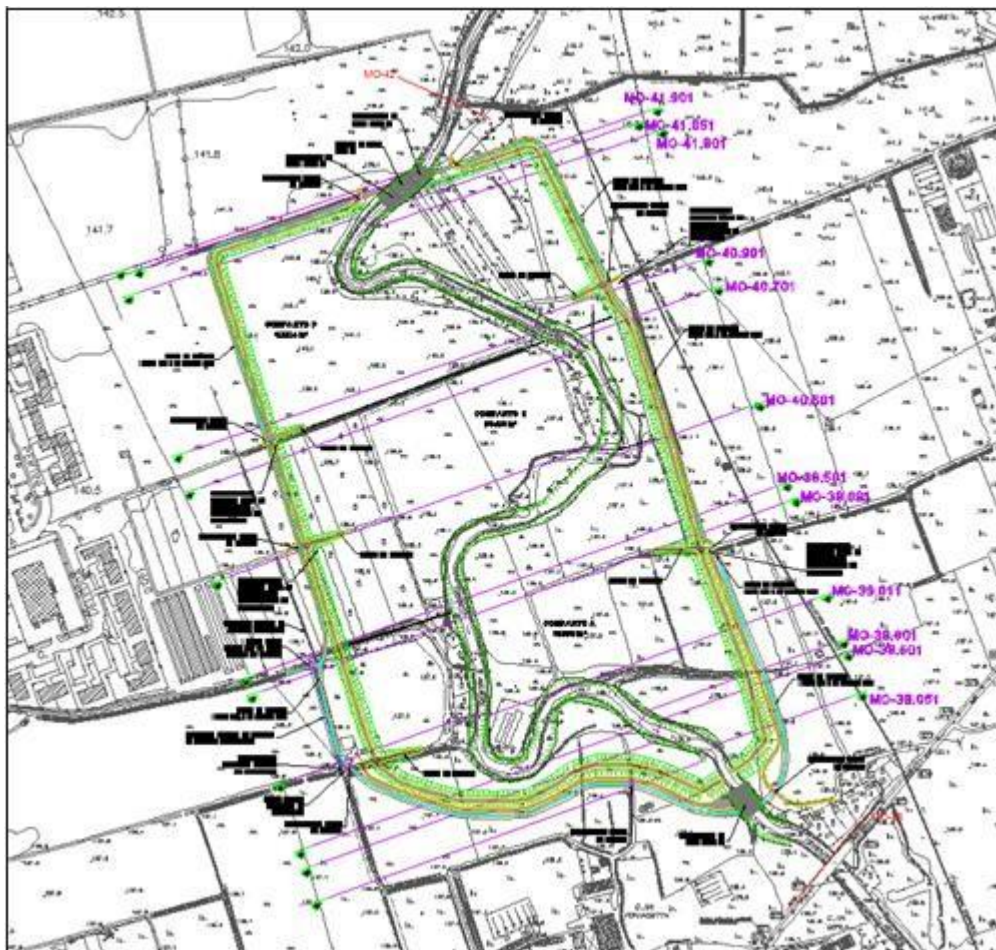
##### 7.1.1.1 IS01 - Vasca di laminazione sul Torrente Molgora

La vasca, “in linea” al corso d’acqua, occupa un’area compresa tra i comuni di Gorgonzola, Bussero e Pessano con Bornago di circa 36 ha, normalmente interessata da allagamenti al passaggio della piena relativa all’evento di riferimento ( $T=100$  anni); l’area risulta destinata prevalentemente a verde.

L’opera faceva già parte degli interventi del Progetto della Regione del 1995 (*“Progetto esecutivo dei lavori di sistemazione idraulica del Torrente Molgora”* redatto nel 1995 per conto della Regione Lombardia dello Studio Paoletti Ingegneri Associati), nel quale era prevista di un volume di laminazione di circa  $600.000 \text{ m}^3$ , con un abbattimento del picco dell’onda di piena da  $82,0$  a  $65,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . La vasca prevista nello Studio di fattibilità AdbPo 2014 è sostanzialmente analoga a quella prevista nel progetto del 1995, non solo come localizzazione dell’opera, ma anche in termini di volume ( $650.000 \text{ m}^3$ ) mentre l’abbattimento della portata è previsto da  $70,0$  a  $45,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ; la sezione di chiusura sarà realizzata in corrispondenza della sezione MO38 e al suo interno sarà necessario realizzare degli scavi di profondità massime di circa 2 m. In fase di pianificazione sovra comunale è stata pertanto individuata un’area situata a cavallo tra i comuni di Bussero e Gorgonzola, interdetta all’edificazione al fine di procedere alla realizzazione di un nuovo invaso atto a contenere le acque di piena del Torrente Molgora, al fine di ridurre il rischio di esondazione nei tratti di alveo posti a valle della struttura stessa. Il nuovo manufatto in progetto, infatti, consentirà di ridurre la portata al colmo dell’onda di piena per mezzo del processo di laminazione. L’intervento proposto prevede anche un parziale rimodellamento spondale dell’alveo fluviale allo scopo di “addolcire” alcune anse ritenute tratti particolarmente critici in riferimento ad un regime delle acque di tipo torrentizio.

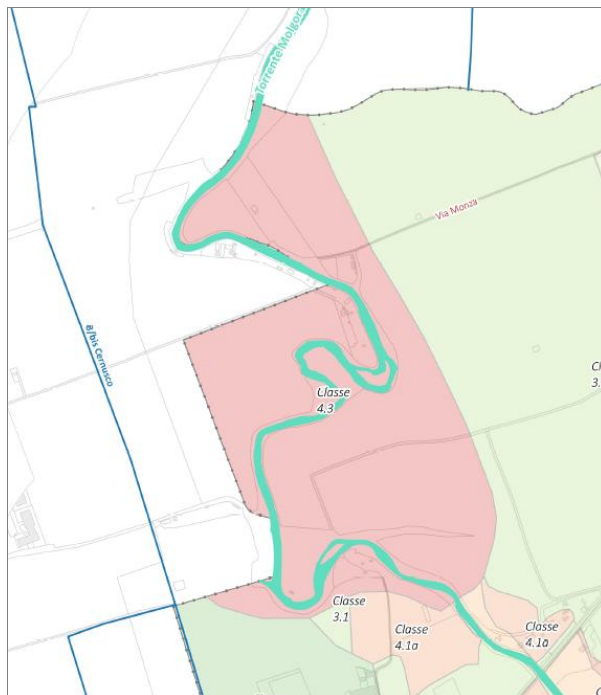


Si riporta di seguito un’immagine che illustra il dettaglio dell’intervento in progetto, modellizzato sulle sezioni idrauliche di cui allo “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro-Olona, 2004”.



**Figura 77 - Perimetrazione di dettaglio della vasca di laminazione - progetto preliminare:**  
**“Realizzazione di una vasca di laminazione sul torrente Molgora – 1° Lotto –**  
**codice intervento BU05” Tavola 4: Planimetria stato di progetto - settembre 2008**

Il PGT comunale ha recepito interamente il progetto preliminare di cui sopra individuando una specifica classe di fattibilità geologica, interdetta all’edificazione, per l’intero areale di progetto ricadente all’interno dell’ambito amministrativo di competenza comunale. Sull’orma di tale area definita per i comuni di Bussero e Gorgonzola è stata disegnata la traccia della vasca in progetto (Figura 78).



**Figura 78 – Classe di fattibilità geologica 4.3 – Area dedicata alla vasca di laminazione**

#### 7.1.1 Interventi a piano investimenti Amiacque

Il Piano investimenti Amiacque non prevede interventi, si riportano per completezza gli interventi realizzati e inclusi nell’ultimo Piano (Tabella 11).

La Tavola allegata 2.4 – *Carta degli interventi strutturali e non strutturali*, riporta una rappresentazione grafica di tali interventi indicati con etichetta IS03 (l’intervento in via Buoizzi) e IS04 (l’intervento in via Argentina)

**Tabella 11 – Quadro riassuntivo dell’ultimo piano investimenti Amiacque**

Descrizione Intervento	Stato	Anno di riferimento	Comuni interessati	Criticità
Chiusura uscita verso scarico diretto (Via Buoizzi)	Eseguito	2017	Gorgonzola	
Rifacimento caditoie (Via Argentina)	Eseguito	2019	Gorgonzola	



## 7.1.2 Interventi a piano investimenti CAP Holding

### 7.1.2.1 IS05 – Intervento finalizzato alla riduzione delle acque parassite

Il progetto, identificato con codice CAP 6949\_28-2, è nato a valle di una campagna di indagini sulla rete fognaria e prevede una serie di interventi finalizzati al risanamento di alcuni tratti fognari all'interno del comune di Gorgonzola soggetti a particolari condizioni di esercizio che nel corso degli anni hanno generato ingenti ingressi di acque parassite. Le vie interessate dai lavori sono:

- Vicoli Corridoni;
- Via del Parco;
- Via SS Protaso e Gervaso e P.zza della Chiesa;
- Attraversamento sotto Naviglio Martesana (P.zza della Chiesa).



**Figura 79 – Area interessata dai lavori**

La scelta delle modalità di intervento e delle tecnologie da utilizzare è stata effettuata analizzando un ampio ventaglio di possibilità esecutive. La definizione delle scelte adottate è stata effettuata mirando alla minimizzazione dell'impatto sul tessuto urbano.

**Tabella 12 – Modalità d'intervento**



Area di intervento	Scelta progettuale	Alternativa progettuale	Criticità alternativa progettuale
Vicolo Corridoni	L'intervento previsto per ovviare alle carenze di natura strutturale e idraulica della fognatura esistente di via Corridoni prevede il relining con tecnologia CIPP e catalisi mediante vapore	Scavo a cielo aperto e sostituzione della rete fognaria	Fognatura posata su strada di dimensioni ridotte con presenza di numerosi edifici storici. Per cui possibile necessità di opere di sostegno speciali. Presenza di numerosi sottoservizi.
P.zza della Chiesa	Relining con tecnologia CIPP e catalisi mediante vapore	Scavo a cielo aperto e sostituzione della rete fognaria	Vicinanza a chiesa di SS. Gervasio e Protasio, presenza di alberi lungo l'attuale linea esistente.
Attraversamento Naviglio Martesana via SS. Gervasio e Protasio	Risanamento manuale, sigillatura dei punti di infiltrazione e installazione di anelli di tenuta.	Relining con tecnologia CIPP	Presenza di due curve in attraversamento, tubazione di grandi dimensioni di difficile catalizzazione mediante acqua/vapore.
Via del Parco	Risanamento manuale mediante l'applicazione di malte e resine specifiche.	Scavo a cielo aperto e sostituzione della rete fognaria	Presenza di roggia interferente, durata dei lavori più elevata.

### 7.1.3 Interventi proposti dallo Studio Comunale

#### 7.1.3.1 IS06 e IS07 - Area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta

La criticità riscontrata è stata attribuita ad una generale insufficienza della rete causata dalle scarse pendenze e talvolta da contropendenze. Dalle analisi svolte risulta che l'intervento con maggiore incidenza nel risolvere la criticità esistente è quello di alleggerire la rete mista riducendo l'afflusso meteorico tramite la realizzazione di nuovi collettori adibiti allo smaltimento delle acque di pioggia con recapito al suolo tramite trincee drenanti e/o pozzi drenanti. Si propone quindi di disconnettere dalla rete fognaria mista di via Piacenza gli afflussi derivanti dall'area del parcheggio soggetto ad allagamenti e gli eventuali allacci dei pluviali delle abitazioni prospicienti e prevedere un recapito delle acque meteoriche al suolo tramite la realizzazione di opere di infiltrazione. In Figura 80 si riporta la localizzazione dell'intervento IS06, mentre la Figura 81 e la Figura 82 mostrano il profilo idraulico della condotta fognaria mista esistente di via Piacenza e via Cascina Antonietta in condizioni di progetto sia per un tempo di ritorno 2 anni che 10 anni.

Si evidenzia che i due interventi descritti sostituiscono l'intervento IS02 definito nel DSRI difatti, nell'ambito degli approfondimenti effettuati nel presente Studio Comunale, si è rilevata la maggiore efficacia degli interventi proposti rispetto a quanto precedentemente ipotizzato.



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – Comune di Gorgonzola

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico



Figura 80 – Inquadramento degli interventi proposti

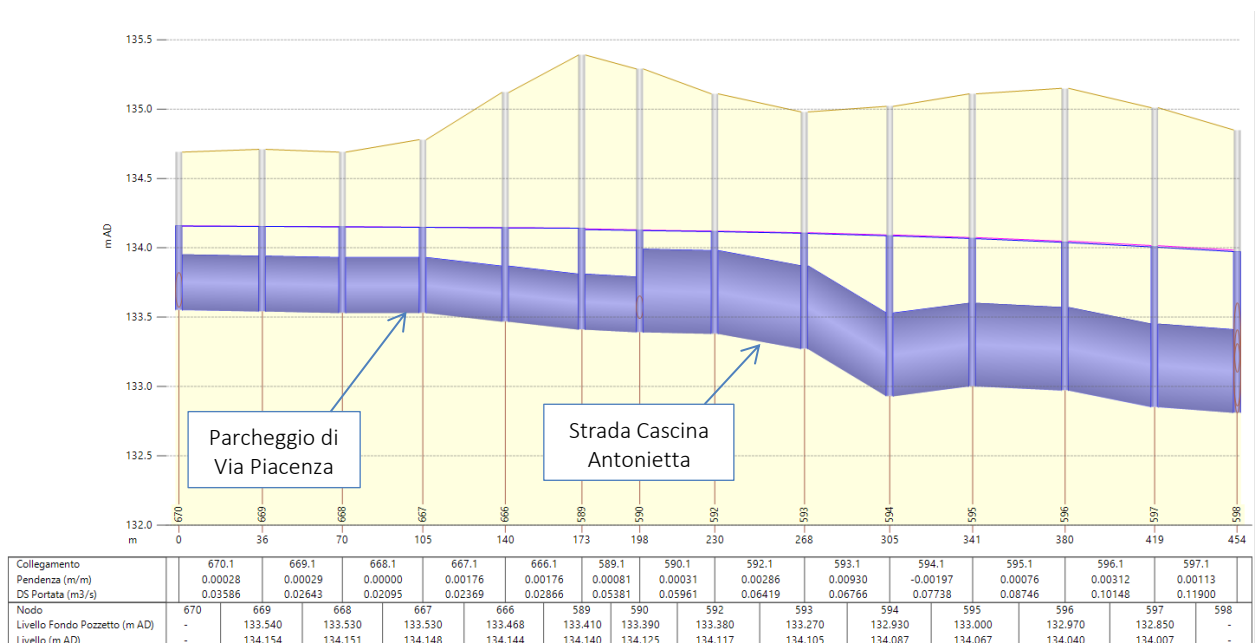
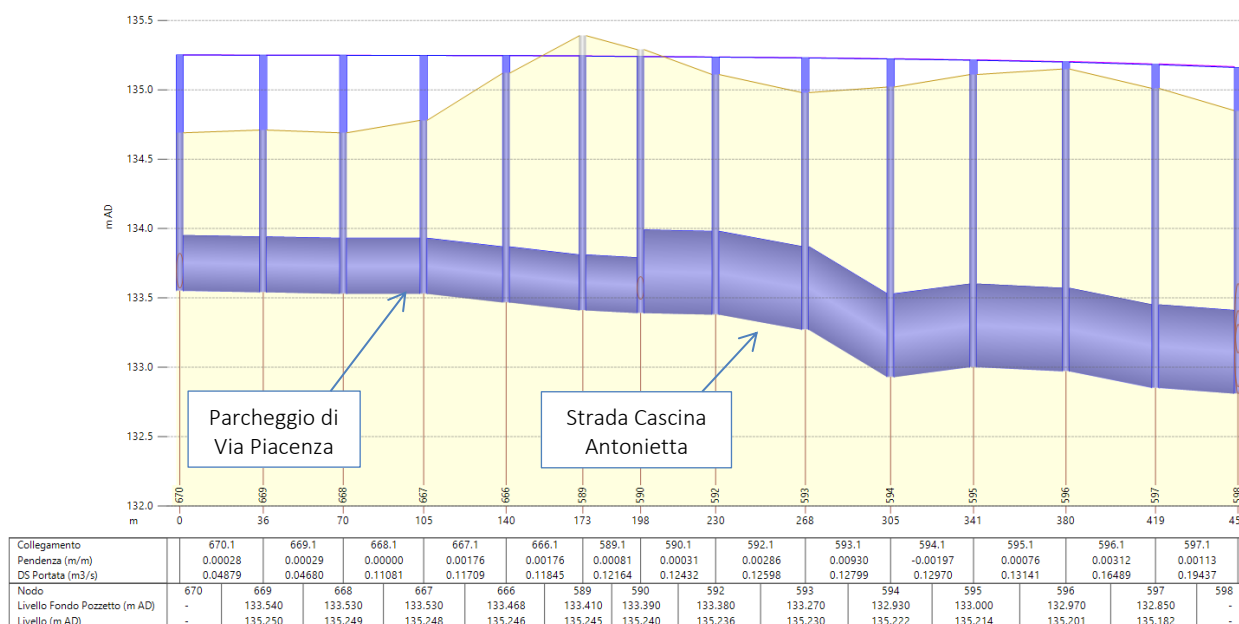


Figura 81 – Profilo idraulico della condotta esistente di via Piacenza e strada Cascina Antonietta per un tempo di ritorno di 2 anni nello stato di progetto



**Figura 82 - Profilo idraulico della condotta esistente di via Piacenza e strada Cascina Antonietta per un tempo di ritorno di 10 anni nello stato di progetto**

Nella medesima area si suggerisce un altro intervento di disconnessione dalla rete mista, tramite la realizzazione di un nuovo tratto di fognatura bianca in via Trento con recapito al suolo in corrispondenza dell'area verde/parcheggio presente su via Trento all'angolo con via Trieste. In Figura 80 si riporta la localizzazione dell'intervento IS07, mentre le figure successive mostrano il confronto tra lo stato di fatto (Figura 83) e quello di progetto del tratto di condotta esistente di via Trento e via Trieste per diversi tempi di ritorno: in Figura 84 è mostrato il profilo idraulico per TR 10 anni ed in Figura 85 è mostrato il profilo idraulico per TR 2 anni.

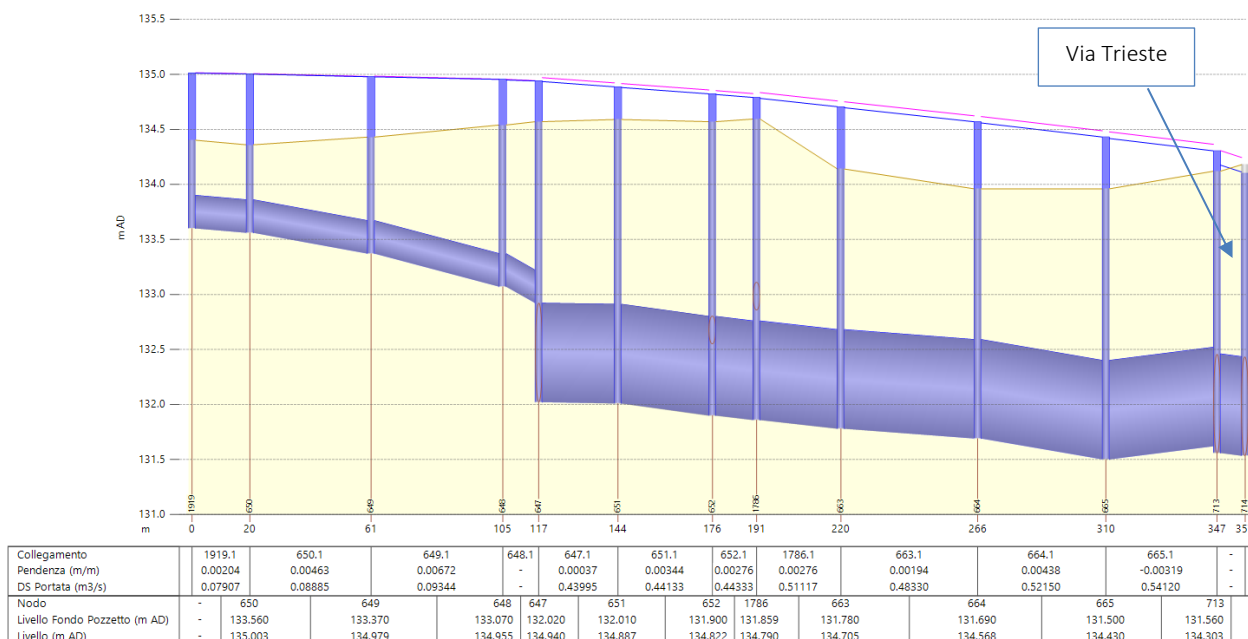


Figura 83 - Profilo idraulico della condotta esistente di via Trento e via Trieste per un tempo di ritorno di 10 anni nello stato di fatto

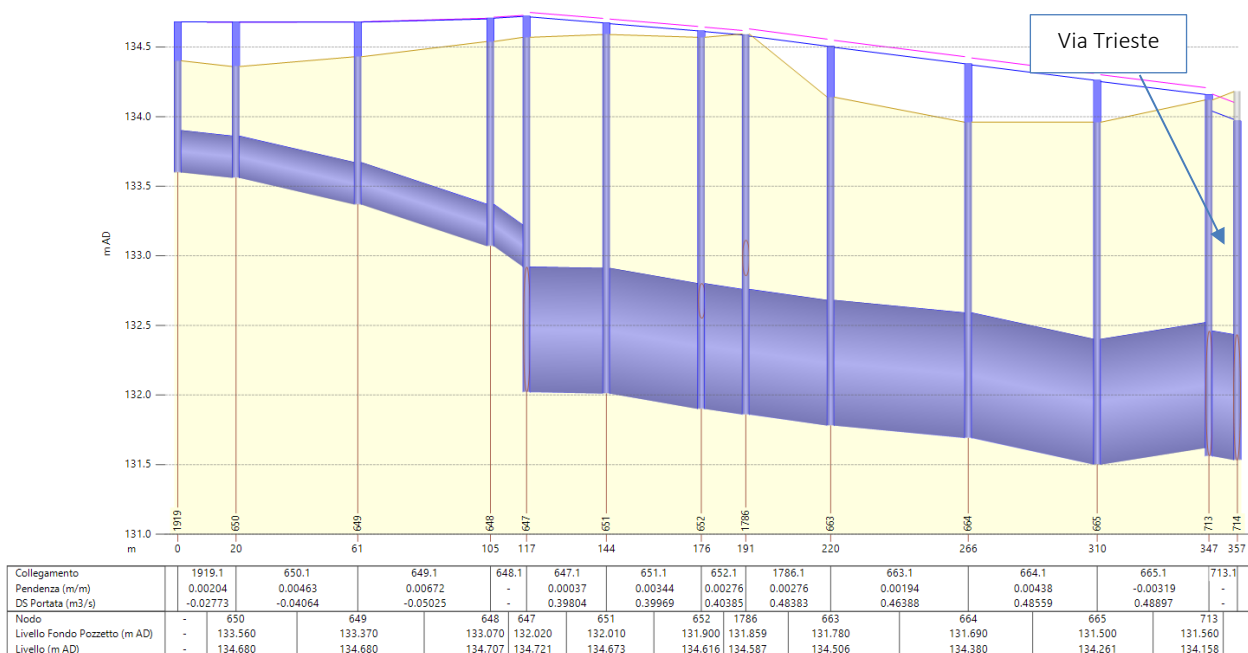
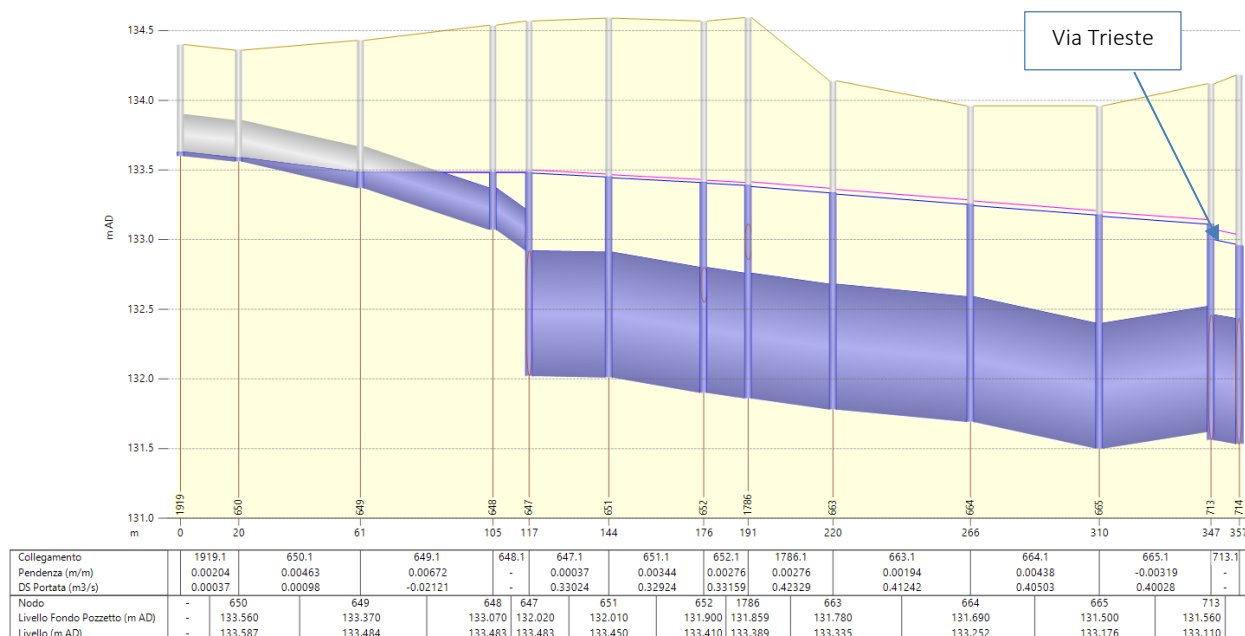


Figura 84 - Profilo idraulico della condotta esistente di via Trento e via Trieste per un tempo di ritorno di 10 anni nello stato di progetto



**Figura 85 - Profilo idraulico della condotta esistente di via Trento e via Trieste per un tempo di ritorno di 2 anni nello stato di progetto**

La proposta di intervento mira ad alleggerire il collettamento di acque meteoriche nella rete mista in corrispondenza del tratto di testa di via Trento, ma si evidenzia comunque che nonostante questo permane ancora un sovraccarico idraulico in via Trieste determinato dall'afflusso derivante dalla dorsale di via Cascina Antonietta, ma anche dall'insufficienza della rete di valle.

### 7.1.3.2 IS08 - Area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina Rafredo

La criticità riscontrata è stata attribuita ad una generale insufficienza della rete causata dalle scarse pendenze e talvolta da contropendenze. Dalle analisi svolte risulta che l'intervento con maggiore incidenza nel risolvere la criticità esistente è quello di alleggerire la rete mista riducendo l'afflusso meteorico tramite la realizzazione di nuovi collettori lungo via Porta e via Cattaneo per il collettamento delle acque di pioggia con recapito nella roggia Libera Serbelloni che scorre in prossimità dell'area d'intervento, sottopassa la SS11, fino allo scarico nel torrente Molgora.

In Figura 86 si riporta la localizzazione dell'intervento IS08, mentre in Figura 87 e Figura 88 si riporta il profilo idraulico di via Porta nella condizione di progetto per diversi tempi di ritorno. Si evidenzia in questo caso che, nonostante l'alleggerimento effettuato sulla rete di via Porta e via Cattaneo, permane comunque una condizione di sovraccarico determinata dal rigurgito causato dall'insufficienza della rete di valle (via degli Abeti e seguenti). Difatti, nel caso si manifesti in futuro la necessità di ridurre ulteriormente il collettamento delle acque meteoriche nella rete fognaria mista, è possibile ipotizzare la realizzazione di un pozzetto sfioratore in corrispondenza



dell'intersezione della dorsale di via Cascina Rafredo e via degli Abeti con scarico sempre nella roggia Libera Serbelloni. Tale soluzione permetterebbe un rilevante abbassamento dei livelli e apporterebbe dei benefici sia alla rete di via Porta, sia a quella di valle, come evidente in Figura 89.



Figura 86 – Inquadramento dell'intervento proposto

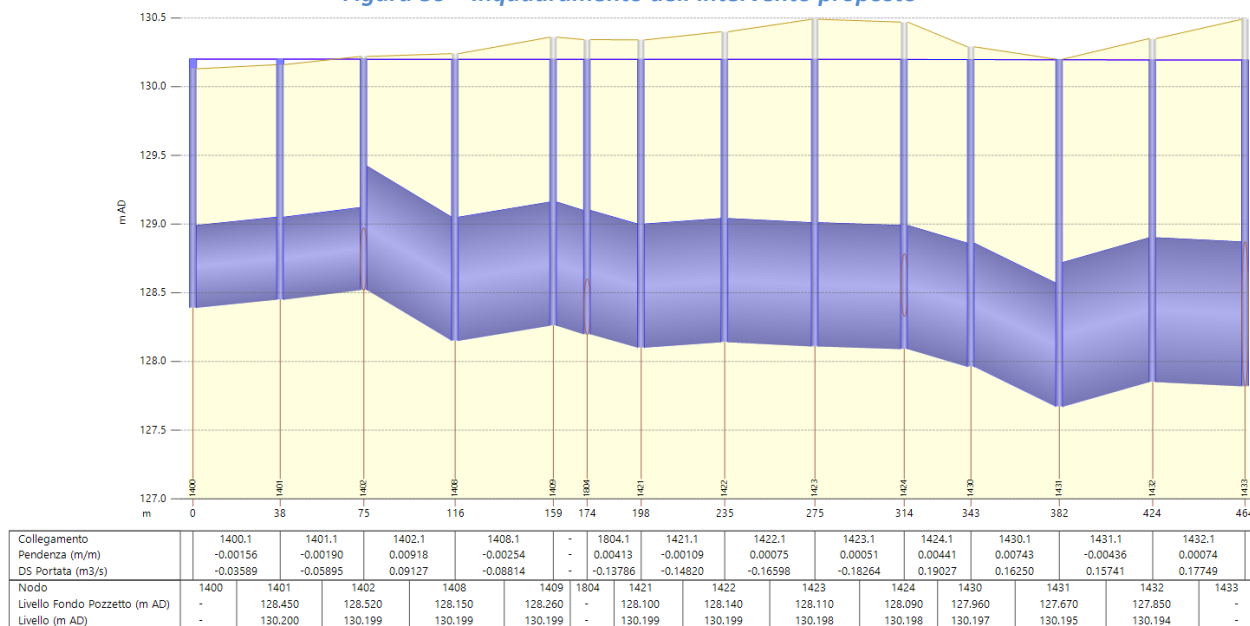


Figura 87 - Profilo idraulico della condotta di via Porta fino a via degli Abeti per un tempo di ritorno di 2 anni in condizione di progetto



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – Comune di Gorgonzola

R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".

Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico

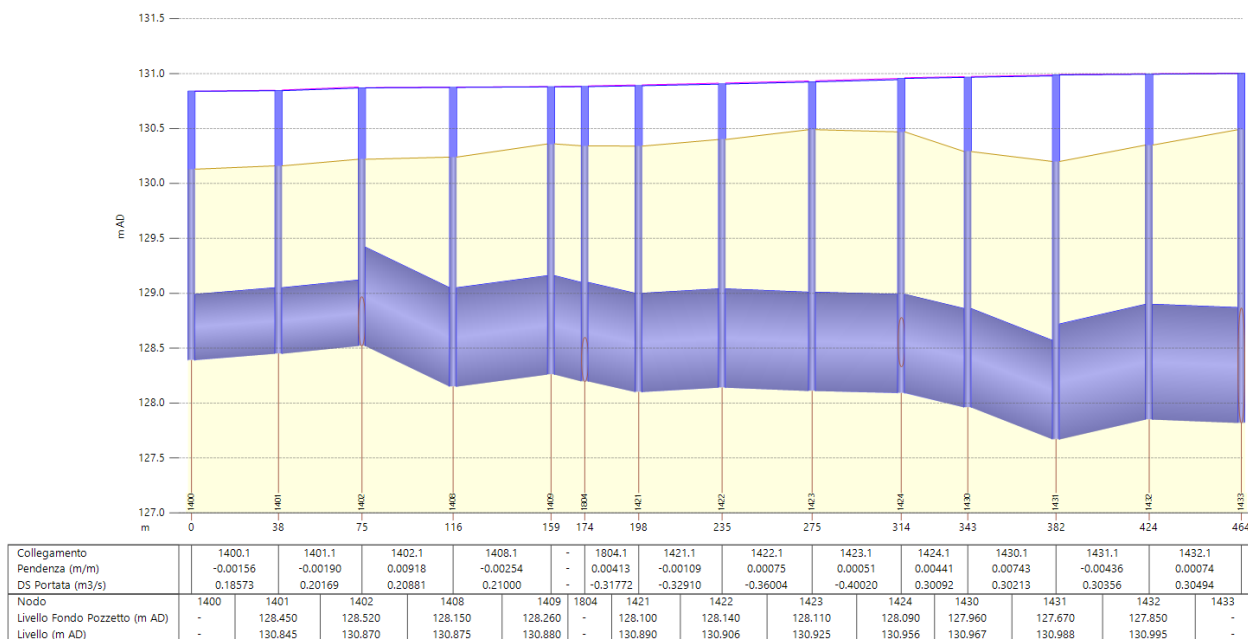


Figura 88 - Profilo idraulico della condotta di via Porta fino a via degli Abeti per un tempo di ritorno di 10 anni in condizione di progetto

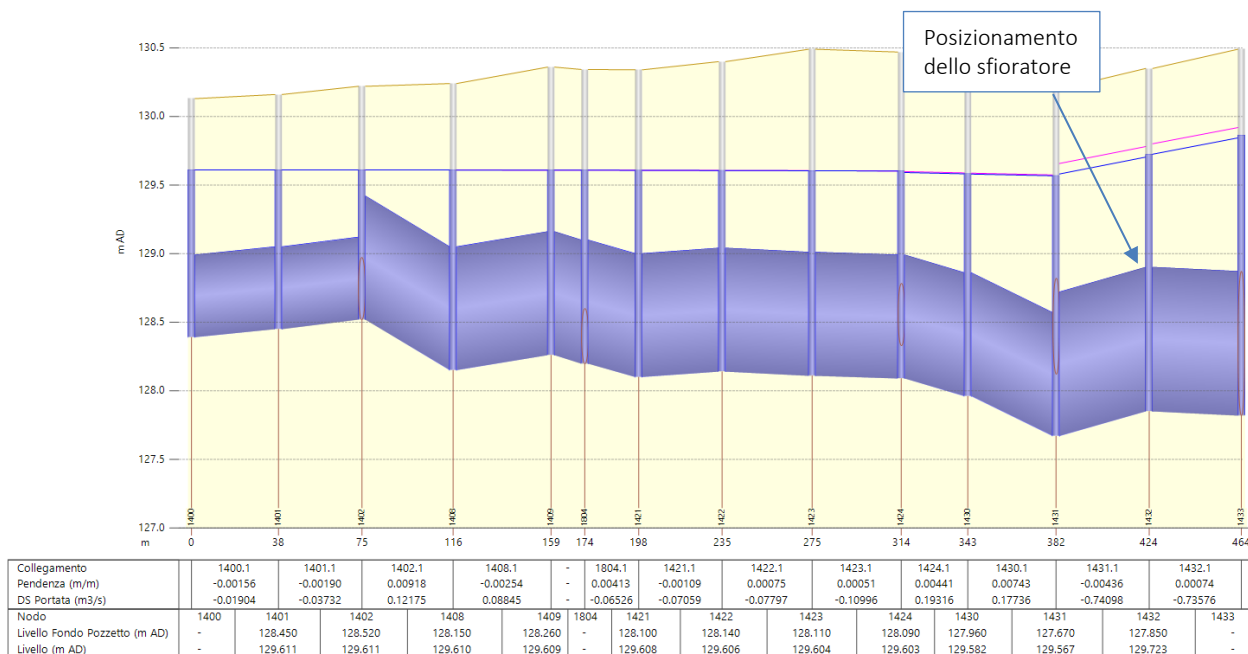


Figura 89 - Profilo idraulico della condotta di via Porta fino a via degli Abeti per un tempo di ritorno di 10 anni in condizione di progetto con eventuale sfioratore tra Cascina Rafredo e via degli Abeti



### 7.1.3.3 IS09 – Via Cazzaniga

In riferimento alla problematica riscontrata (Ln08) si propone di integrare il sistema di collettamento delle acque meteoriche con due caditoie da realizzare in via Cazzaniga, al piede del rialzo pedonale esistente, in prossimità dell'intersezione con via Argentina. Queste saranno quindi collegate alla fognatura mista di via Cazzaniga. In tale area è preferibile difatti non ipotizzare delle opere di dispersione in quanto ubicata all'interno della fascia di salvaguardia del pozzo di via Manzoni.



**Figura 90 - Inquadramento dell'intervento proposto**

### 7.1.4 Stato di avanzamento del Piano di Riassetto

Ai sensi del Regolamento Regionale n. 6 del 2019, CAP sta provvedendo alla redazione del programma di riassetto delle fognature e degli sfioratori, di cui all'articolo 14.

Il programma di riassetto è basato sulla ricognizione dello stato delle reti e dei manufatti di sfioro, da sviluppare come dettaglio della ricognizione delle infrastrutture prevista dall'articolo 149, comma 1, lettera a), del d.lgs. 152/2006, e sugli esiti delle relative modellazioni idrauliche. Tale programma contiene la valutazione degli effetti



ambientali delle scelte effettuate, definisce le tempistiche di attuazione ed è redatto tenendo conto di criteri di priorità nella scelta degli agglomerati, degli sfioratori e delle reti oggetto degli interventi.

La redazione del Piano di Riassetto è caratterizzata da 5 diverse fasi, descritte di seguito.

**Mappatura** - Le attività di mappatura, che consistono nel rilievo e nella rappresentazione in GIS delle reti fognarie, sono state completate per tutto il territorio gestito da CAP.

**Monitoraggio** - Le attività di monitoraggio avvengono attraverso l'installazione di pluviometri e di misuratori di portata/livello in punti strategici della rete fognaria, al fine di verificare il corretto funzionamento delle reti fognarie in tempo di secco e di pioggia, di individuare e quantificare la presenza di infiltrazioni di portate parassite e la loro distribuzione nei tratti dei collettori fognari, di verificare il corretto funzionamento idraulico degli sfioratori e delle vasche volano facenti parte del sistema di collettamento della rete fognaria, di verificare le portate e i carichi afferenti agli impianti di depurazione e di tarare modelli matematici delle reti fognarie

Le attività di monitoraggio sono in fase di esecuzione in maniera sistemica su tutta l'infrastruttura gestita.

**Modellazione** – La modellazione in CAP si inserisce nell'ottica di approfondire le conoscenze del funzionamento delle complesse e articolate reti di distribuzione idrica e di collettamento delle acque reflue, per l'ottimizzazione della gestione delle portate convogliate ed il miglioramento dell'efficienza dei sistemi, finalizzati al contenimento dei costi gestionali, al rispetto delle normative ed alla salvaguardia ambientale.

La crescente necessità di ottimizzazione fa sì che i modelli costituiscano un valido strumento tecnico-scientifico di supporto alle decisioni di investimento e gestione operativa per il Servizio Idrico Integrato, al fine di migliorare il servizio offerto. Essi permettono un approccio sistemico e scientifico, sono flessibili, sicuri e simulano scenari ipotetici senza incorrere nei potenziali rischi della sperimentazione in campo.

I modelli matematici simulano la trasformazione degli afflussi meteorici nei deflussi superficiali al fine di verificare lo stato delle reti fognarie esistenti e di simulare scenari di progetto. I modelli, una volta implementati, necessitano di taratura sulla base dei dati osservati nel corso delle campagne di monitoraggio.

L'implementazione dei modelli matematici delle reti fognarie di tutti i Comuni gestiti si doveva ultimare entro marzo 2021.

**Analisi sfioratori** - Consiste nella verifica di conformità di ciascuno sfioratore al RR 06/2019 sulla base del relativo bacino sotteso; a seguito di tale analisi vengono fornite indicazioni sulla necessità o meno di adeguare la soglia di sfioro e/o realizzare vasche di prima pioggia/laminazione.

**Masterplan PdR** - Consiste nell'indicazione e descrizione sintetica degli interventi previsti allo scopo di ottimizzare le reti e i manufatti esistenti, con stima economica basata su valutazioni parametriche, indicazione delle priorità e valutazione degli effetti ambientali. L'Agglomerato di Truccazzano è costituito dall'insieme dei Comuni di Bellinzago Lombardo, Bussero, Cambiagio, Gessate, Gorgonzola, Liscate, Melzo, Pessano con Bornago, Pozzuolo Martesana, Truccazzano e Vignate appartenenti alla Città metropolitana di Milano, Agrate Brianza, Bellusco, Caponago, Cavenago Brianza, Mezzago e Ornago in Provincia di Monza e Brianza. Le reti fognarie sono principalmente di tipo misto e sono collettate al depuratore di Truccazzano mediante quattro dorsali principali, di cui due maggiori con andamento prevalente da nord verso sud e due minori con direzione grosso modo est-



ovest. Le due maggiori comprendono i collettori intercomunali rami di Agrate Brianza-Caponago-Pessano con Bornago-Gorgonzola-Melzo-Truccazzano e di Mezzago-Ornago-Cavenago di Brianza-Cambiago-Gessate-Bellinzago Lombardo-Pozzuolo Martesana-Truccazzano. Quelle minori sono rappresentate dal collettore intercomunale ramo di Liscate-Truccazzano (che raccoglie anche Vignate) e dal collettore principale di Truccazzano; quest'ultimo si immette nel ramo di Mezzago. I tre rami si ricongiungono immediatamente a monte del depuratore di Truccazzano. Per la parte inerente la Città metropolitana di Milano sono stati finora verificati n. 70 sfioratori, di cui 5 di emergenza abbinati ad altrettante stazioni di sollevamento, diversi dei quali sono a presidio delle confluenze nei collettori principali. Si riporta di seguito l'avanzamento delle diverse fasi che contemplano la redazione del Piano di Riassetto per l'agglomerato di Truccazzano.

DENOMINAZIONE AGGLOMERATO	CODICE IDENTIFICATIVO AGGLOMERATO	Mappatura	Monitoraggio	Modellazione	Analisi sfioratori	Masterplan PR
TRUCCAZZANO	AG01522401	100%	100%	100%	100%	100%

#### 7.1.5 Sintesi degli interventi previsti o eseguiti

In aggiunta agli interventi proposti nell'ambito dello Studio in oggetto, si riassumono in Tabella 13 anche gli interventi di competenza di Amiacque e CAP Holding già realizzati o con iter di progettazione in corso. Si ricorda che l'intervento codificato come IS02 non è presente al fine di mantenere la numerazione coerente con quanto indicato nel DSRI, dove rappresentava un intervento in via Trieste, ma successivamente, nell'ambito degli approfondimenti effettuati nel presente Studio Comunale, si è rilevata la maggiore efficacia degli interventi proposti rispetto a quanto precedentemente ipotizzato, come esposto al § 7.1.3.1.

**Tabella 13 – Sintesi degli interventi strutturali**

OBJ_ID	INDIRIZZO	ID_PROBLEMATICHE	DESCRIZIONE
IS01	Torrente Molgora	Pt01;Pt02;Pt03;Pt04;Po01;Po02;Po03	Realizzazione di una vasca di laminazione per il contenimento della portata di piena del T. Molgora
IS03	Via Buozzi	/	Chiusura uscita verso scarico diretto
IS04	Via Argentia	/	Rifacimento caditoie
IS05	Vicolo Corridoni/via del Parco/P.za della Chiesa SS Protaso e Gervaso	Pt09	Interventi finalizzati alla riduzione delle acque parassite
IS06	Via Piacenza c/o parcheggio	Po04	Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito al suolo
IS07	Via Trento	Po04	Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito al suolo
IS08	Via Porta/via Cattaneo/via Cascina Rafredo	Po05	Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito in roggia
IS09	Via Cazzaniga	Ln08	Realizzazione di due caditoie



REGIONE LOMBARDIA

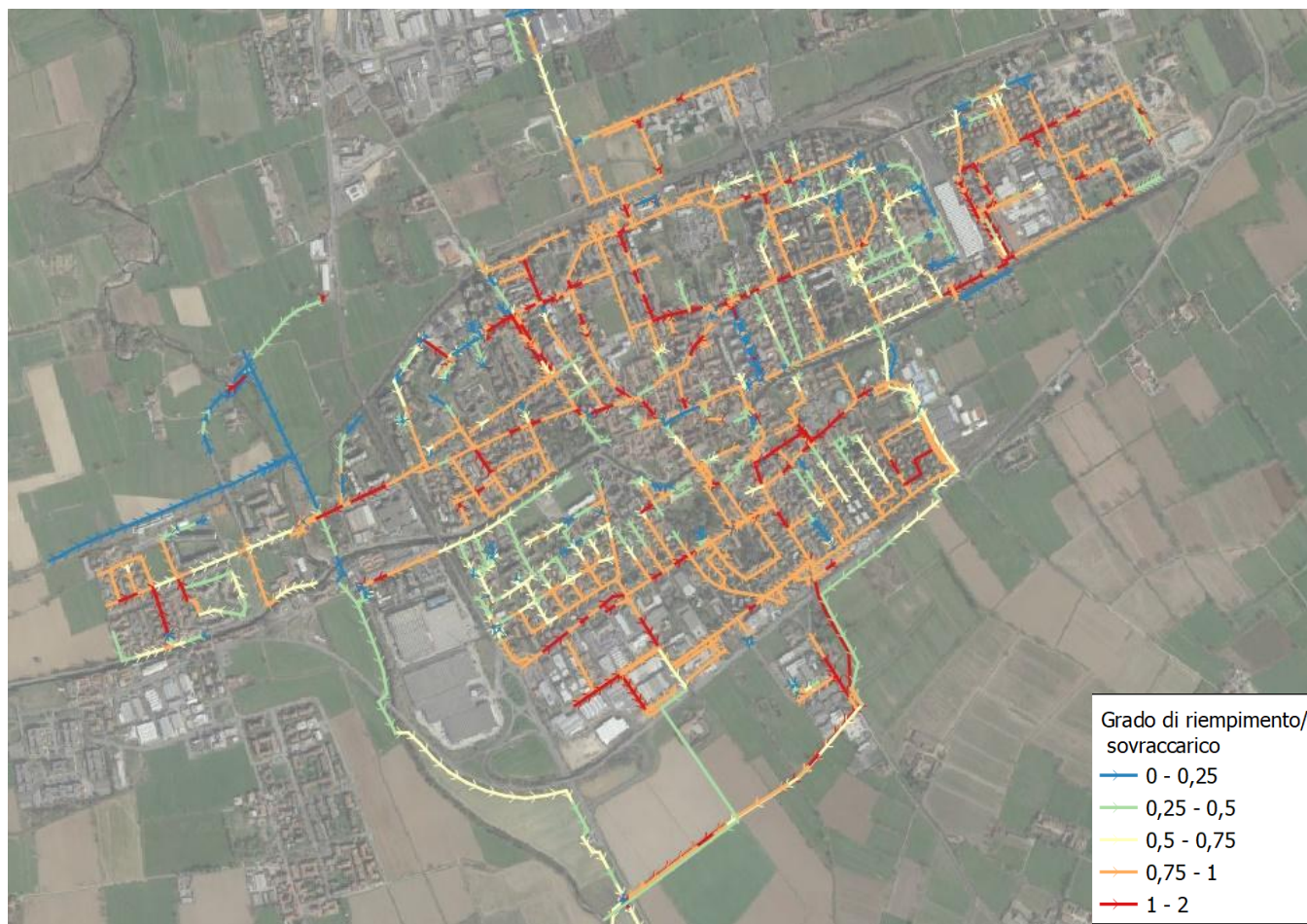
Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”.*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



Gli interventi IS03 e IS04 sono stati realizzati rispettivamente nel 2017 e 2019, mentre sono in corso gli interventi finalizzati alla riduzione delle acque parassite (IS05). Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti il grado di riempimento delle condotte e i volumi esondati dai nodi per i tempi di ritorno considerati di 2, 10, 50 e 100 anni. Successivamente sono riportate le aree allagate sul territorio comunale generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 anni.



**Figura 91 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr2 anni**



REGIONE LOMBARDIA  
Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

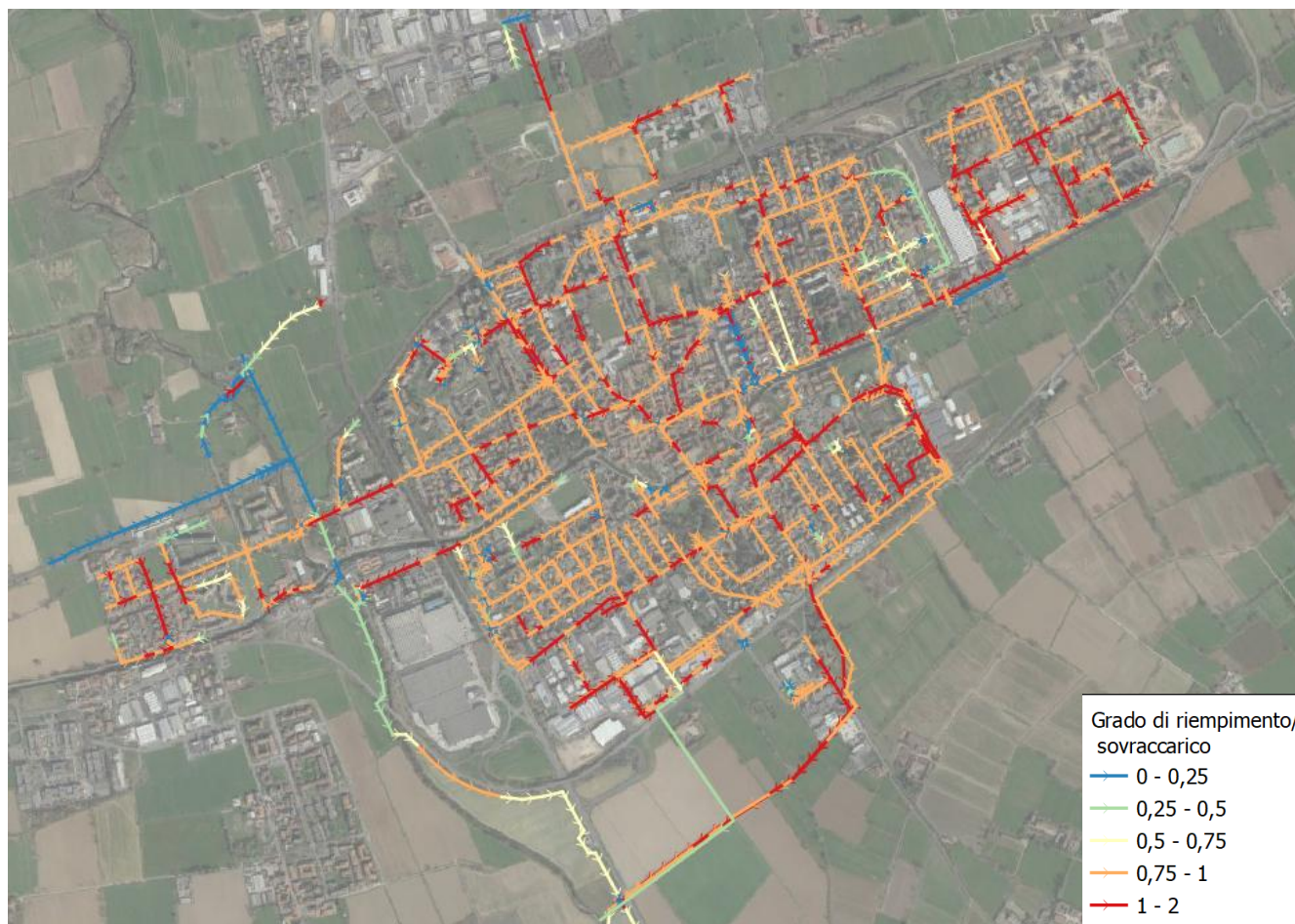
R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”.

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**

**SRIA**  
s.r.l.  
**STUDIO ROSSO**  
INGEGNERI ASSOCIATI



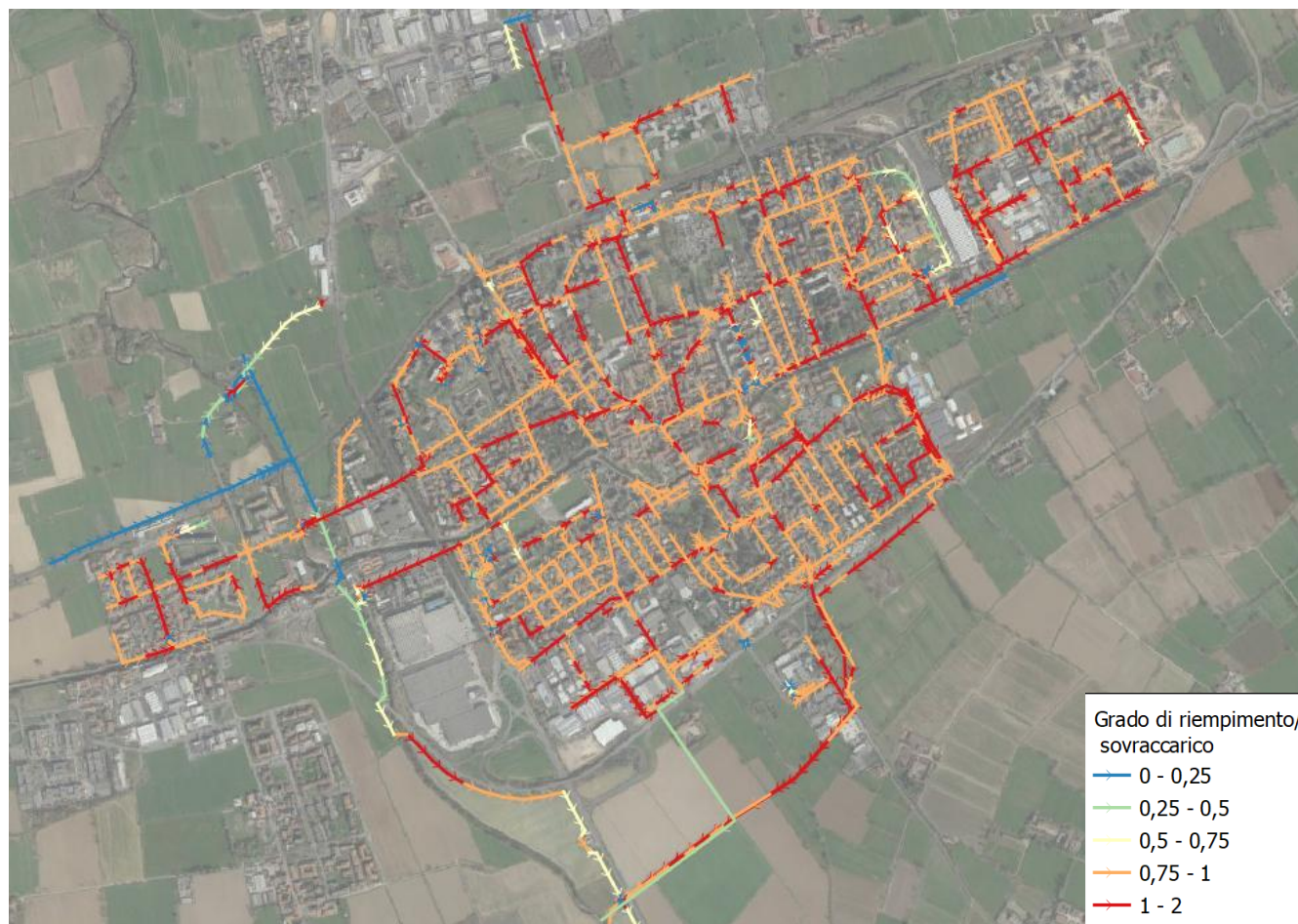
**Figura 92 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr2 anni**



**Figura 93 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr10 anni**



**Figura 94 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr10 anni**



**Figura 95 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr50 anni**

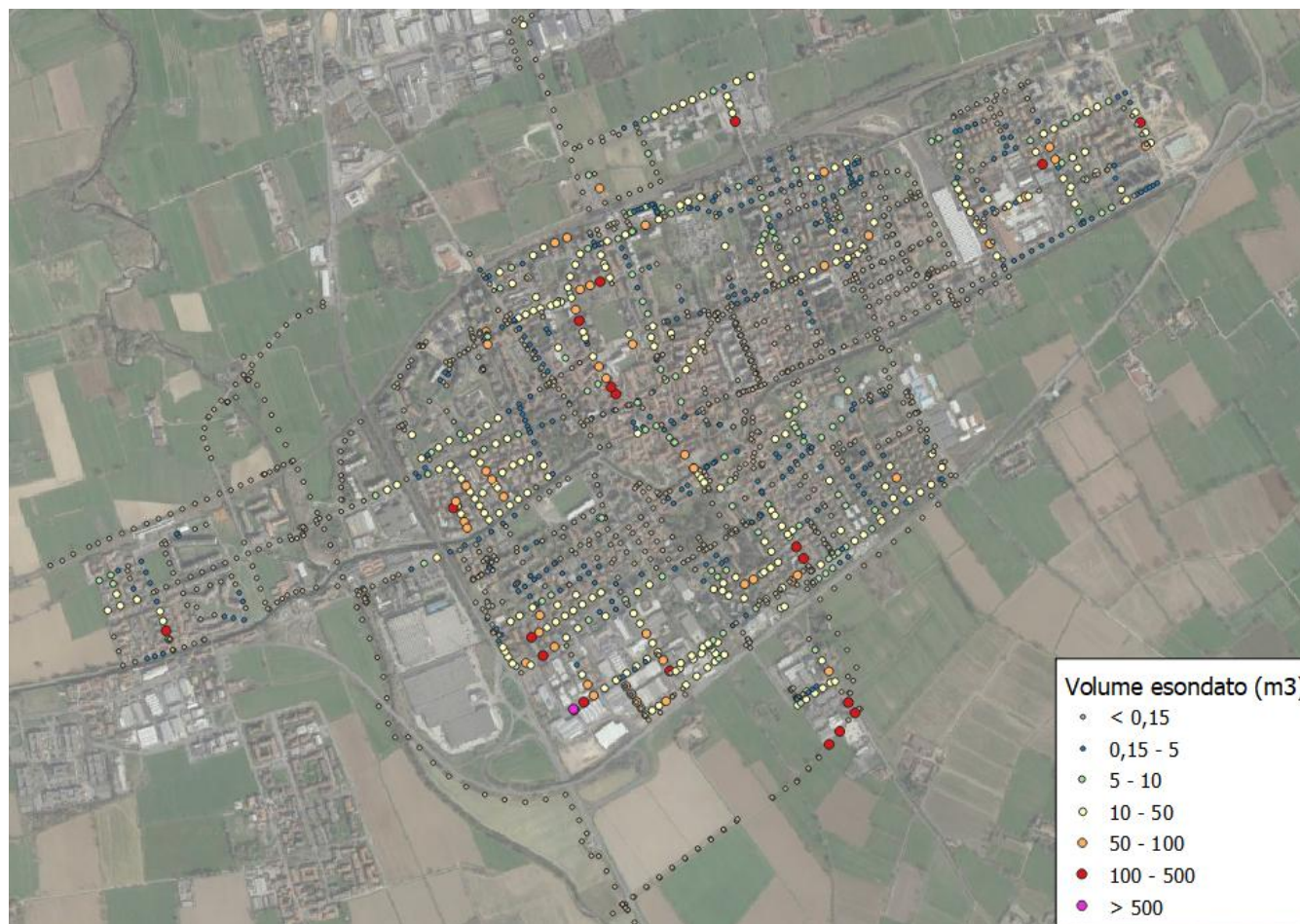


REGIONE LOMBARDIA  
Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

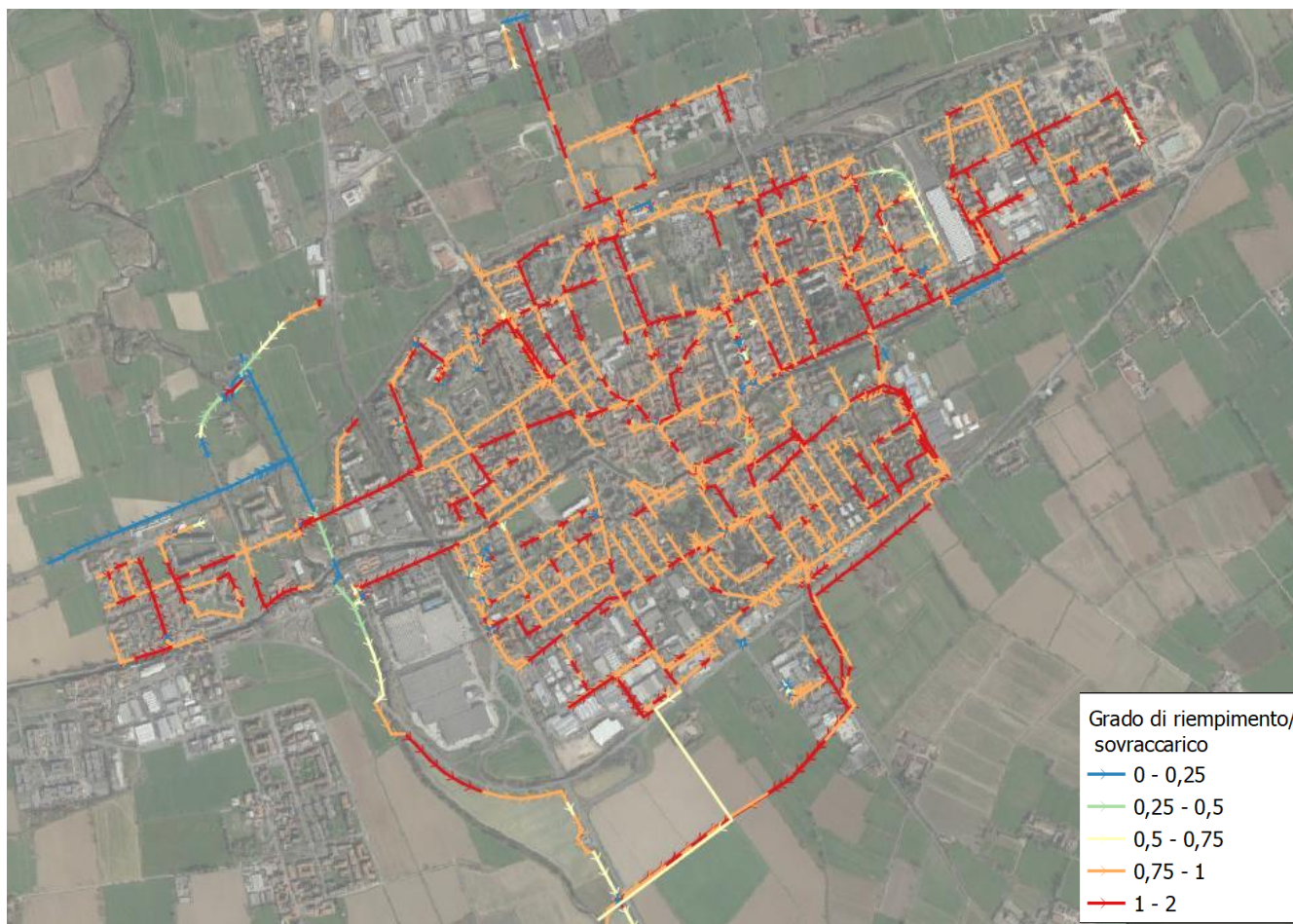
R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”.

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**

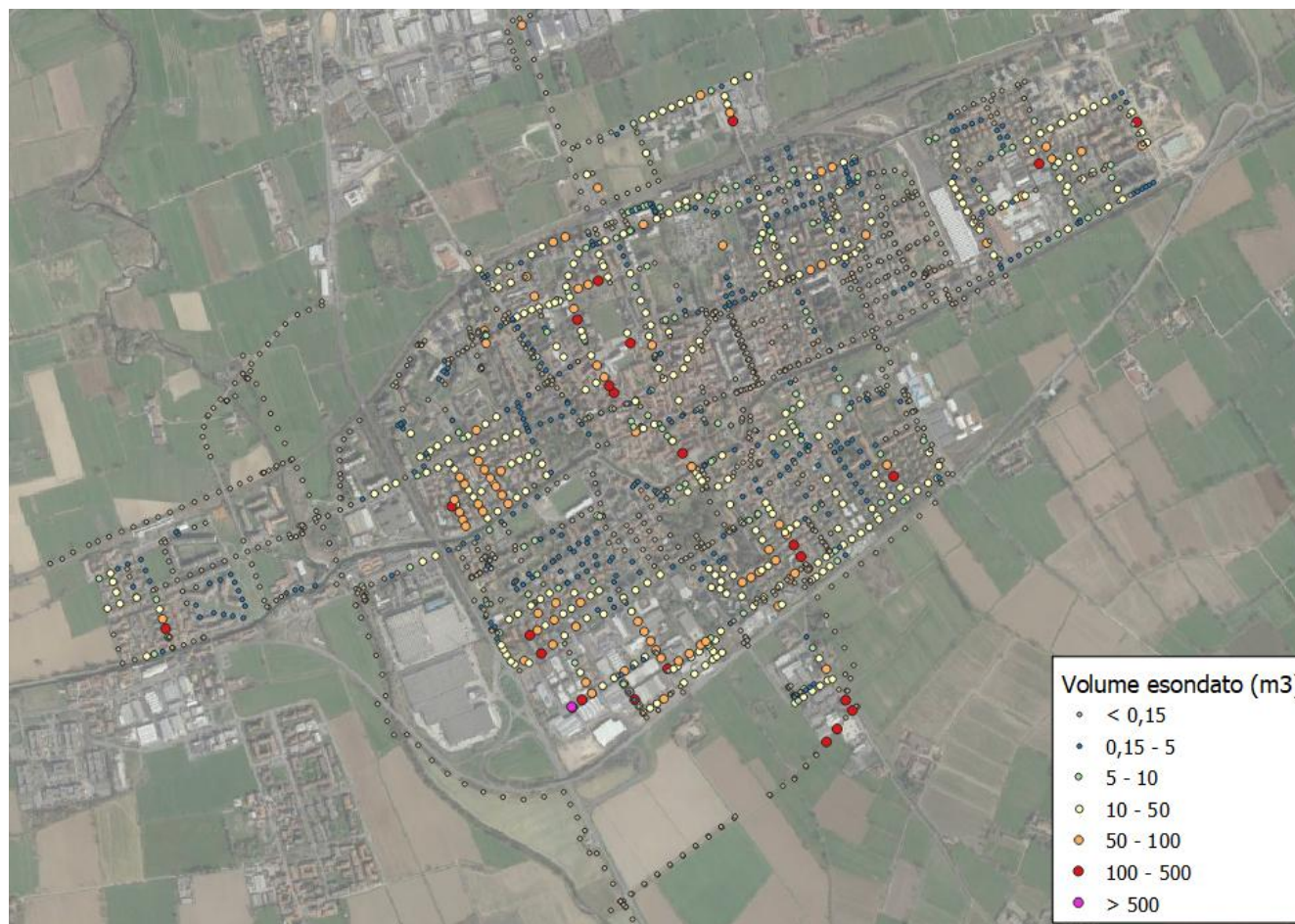
**SRIA**  
s.r.l.  
**STUDIO ROSSO**  
INGEGNERI ASSOCIATI



**Figura 96 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr50 anni**



**Figura 97 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr100 anni**



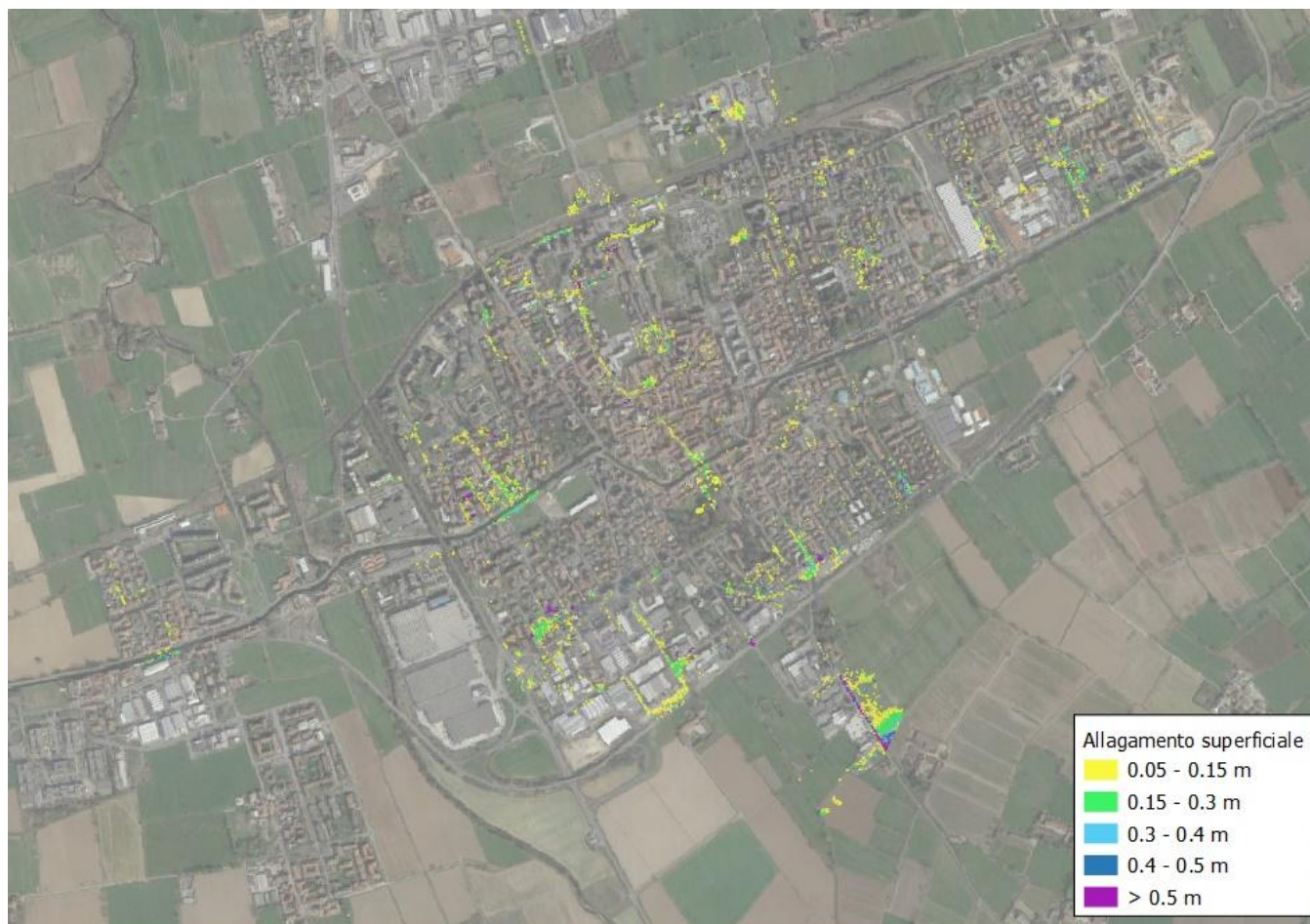
**Figura 98 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr100 anni**



**Figura 99 - Allagamento allo stato di progetto con TR 10 anni**



**Figura 100 - Allagamento allo stato di progetto con TR 50 anni**



**Figura 101 - Allagamento allo stato di progetto con TR 100 anni**



Gli interventi ipotizzati migliorano la condizione di sovraccarico della rete fognaria per tempi di ritorno di fino a 10 anni, essendo questo il riferimento utilizzato per il dimensionamento della rete di drenaggio urbana, mentre per tempi di ritorno maggiori non è possibile apprezzare dei benefici rilevanti.

La modellazione mostra alcuni allagamento residui in particolare presso l'area industriale di via Parini (Ln06) e nell'area di via Cascina Rafredo, per le motivazioni esposte in precedenza (vedi § 6.1.3.4 e 7.1.3.2). Invece per le aree non segnalate come critiche, ma comunque interessate da criticità derivanti dal modello è auspicabile un approfondimento del rilievo con campagne di misurazione e monitoraggio mirate al fine di consentire l'affinamento della modellazione.

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

## 7.2 SCARICHI NEI RICETTORI FINALI

Il calcolo dei volumi di invaso per il rispetto dei limiti allo scarico importi dal R.R. 7/2017, nella condizione di progetto, sono calcolati analogamente a quanto riportato nel paragrafo 6.1.5. Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti.

**Tabella 14 – Scarichi massimi ammissibili RR 7/2017 e volumi da invasare**

ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	superficie scolante impermeabile ha	Q max consentita l/s	Q picco da modello l/s	Volume da modello m <sup>3</sup>	Volume invasabile m <sup>3</sup>
1091	1050	Via Bruno Buozzi	0.48	19	Gli sfioratori non si attivano per TR10 e quindi non vi è portata di scarico		
1047	1049	Via Bruno Buozzi	0.71	28			
913	915	Via Enrico Mattei	9.33	373	1'500	3'100	2'300
1673	1675	Via Milano in linea con sfioratore n. 1736	2.25	90	180	100	50
1126	1132	Fuori ambito stradale	70.77	2'831	3'600	19'000	4'000
1062	1194	Fuori ambito stradale	22.84	914	Lo sfioratore sottende parte del territorio di Pessano con Bornago		
1085	1089	Fuori ambito stradale	17.69	708	Lo sfioratore sottende parte del territorio di Bussero		

I benefici degli interventi proposti sono rilevabili solamente in corrispondenza dello scarico nel Molgora n. 1132 posto al limite meridionale del territorio comunale. Il decremento del volume invasabile necessario è il frutto del minore carico meteorico nella rete fognaria mista.

## 7.3 INTERVENTI NON STRUTTURALI

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



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

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

### 7.3.1 Principali tipologie di interventi non strutturali

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

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

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

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

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

#### 7.3.1.2 *Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative Citizen Science*

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

Per coinvolgere i cittadini possono essere implementati progetti di *Citizen Science* applicati agli ambiti di interesse: riqualificazione fluviale, biodiversità, qualità delle acque e rischio idraulico. Il termine *Citizen Science* (letteralmente, scienza dei cittadini) indica quel complesso di attività collegati ad una ricerca scientifica a cui partecipano semplici cittadini. È un modo per coinvolgere le comunità locali in attività che comportano una presa di coscienza ed un aumento della conoscenza e della competenza dei cittadini che vi partecipano ed al contempo consente a ricercatori ed istituzioni di ampliare i dati raccolti sulle variabili ambientali, da utilizzare per progetti di ricerca, ma anche per la pianificazione, progettazione e gestione delle emergenze.



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

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

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

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

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

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

### 7.3.1.3 Sistemi di monitoraggio

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

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

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



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

#### **7.3.1.4 Piani e studi di approfondimento**

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

#### **7.3.1.5 Difese temporanee**

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

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

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

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

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

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

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



### 7.3.2 Misure non strutturali individuate

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

#### **INS01/INS02 – Sottopassi**

Tali interventi non strutturali intendono prevenire episodi di allagamento dei sottopassi e il conseguente rischio per il passaggio di persone e mezzi. Innanzitutto occorre mantenere sempre pulite e funzionanti le caditoie presenti al fine di far defluire le acque meteoriche nella rete di raccolta esistente (INS01). Attualmente non si sono riscontrate criticità in corrispondenza dei sottopassi, tuttavia qualora se ne riscontrasse la necessità, si suggerisce di installare un sistema di monitoraggio del livello delle acque che permetta di segnalare attraverso un apparecchio semaforico l’accessibilità del sottopasso (INS02).

#### **INS03 – Attraversamenti T. Molgora e tratti coperti rogge (via Marche)**

Tale intervento non strutturale intende prevenire l’ostruzione della sezione di deflusso in corrispondenza degli attraversamenti del Torrente Molgora e del reticolo minore privato, in particolare modo i tratti coperti, che costituiscono una criticità riscontrata. Pertanto occorre mantenere l’alveo e i canali sgombri da materiale solido che può compromettere il deflusso delle acque, come depositi, rami, ecc.

Per quanto riguarda il T. Molgora si segnala che tale attività è anche stata suggerita nel PEC come “Attività di prevenzione delle esondazioni”. L’intervento non riguarda la rete consortile poiché già incluso nel Regolamento di gestione.

#### **INS04 – Sforatori e scarichi**

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme delle attività di verifica e manutenzione del corretto funzionamento degli sfioratori presenti sul territorio comunale e conseguente stima dei volumi di laminazione scaricati in CIS al fine di verificare la compatibilità rispetto a quanto previsto nel RR 7/2017 (art. 8, comma 5). Tale attività può essere svolta tramite il monitoraggio della rete ed eventualmente con l’ausilio di tecniche di telecontrollo.

#### **INS05 – Via Porta**

Tale intervento non strutturale è inteso ad evitare episodi di intasamento della rete fognaria mista a causa degli scarichi del caseificio che possono peggiorare il deflusso anche in occasione di eventi meteorici. In particolare per via Porta è stato riscontrato che in seguito alla pulizia e spurgo trimestrale programmato del primo tratto di testa non sono più state riscontrate criticità. Si ritiene che tale prassi debba essere mantenuta.

#### **INS06 – Criticità segnalate**

Tale intervento è inteso a comprendere quali siano le reali cause degli allagamenti riscontrati, poiché dall’analisi svolta, compreso lo studio modellistico della rete di drenaggio urbana, non risulta alcuna evidenza circa mancanze



di tipo strutturale e pertanto occorre approfondire gli aspetti manutentivi e monitorare gli eventi che comportano le criticità segnalate.

#### **INS07 – Torrente Molgora**

Tale intervento non strutturale è inteso a ridurre il rischio derivato da eventuali episodi di esondazione del torrente, difatti, come suggerito nel PEC con “Attivazione dell’emergenza” è possibile installare un sistema di monitoraggio al fine di diramare l’allarme tempestivo di esondazione, ma anche di chiusura degli attraversamenti.

#### **INS08 – Territorio comunale**

In relazione alle aree oggetto di criticità citate in precedenza, restano valide anche le attività di manutenzione ordinaria che CAP Holding e Amiacque annualmente programmano al fine di verificare lo stato delle caditoie, pozzetti e condotte. Tale intervento non strutturale è pertanto da intendersi valido per l’intero territorio comunale sia che siano o meno state segnalate delle problematiche di ogni genere.

#### **INS09 – Territorio comunale**

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

Le indicazioni in tal senso sono molteplici e si rimanda all’ALLEGATO 5 per un maggiore dettaglio circa le indicazioni tecniche costruttive e buone pratiche da adottare per la realizzazione di opere finalizzate alla gestione delle acque meteoriche. Si rammenta in ogni caso che:

- a) le opere di infiltrazione interrate (pozzi perdenti, ecc.) devono essere dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo e devono essere posizionate a distanza adeguata dalle fondamenta degli edifici (per i pozzi perdenti si indica almeno una distanza di 3m), è pertanto vietato realizzare opere di infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo al di sotto degli edifici;
- b) nel caso di realizzazione di rilevati, questi dovranno garantire la capacità di infiltrazione del terreno sottostante, ad esclusione dei rilevati aventi la specifica funzione di contenimento e/o barriera idraulica (es. argini, ecc.);
- c) è consigliabile la costituzione di un database comunale delle opere di invarianza idraulica realizzate, con l’indicazione di tutte le informazioni tecniche, dimensionali e geografiche;
- d) tra gli interventi relativi alla realizzazione e/o sistemazione di aiuole esistenti, è da prediligere la tipologia di aiuola drenate e ribassata rispetto al piano stradale.

#### **INS10 – Territorio comunale**

Tale intervento non strutturale è inteso come l’insieme di procedure e metodi che si applicano sull’intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio l’incentivazione dell’utilizzo di soluzioni di drenaggio sostenibile volti alla riduzione dell’afflusso meteorico tramite l’utilizzo di materiali e soluzioni progettuali che limitino l’impermeabilizzazione del territorio e/o che favoriscano il riutilizzo della risorsa idrica.



Occorre che anche l'Amministrazione comunale fornisca indicazioni tecniche costruttive specifiche, incentivi l'adozione di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche, in particolare modo in ambito urbano, e fornisca gli strumenti per la gestione degli eventi alluvionali che incidono sul territorio comunale, attraverso il recepimento del Piano di Emergenza Comunale e del Regolamento Regionale 7/2017.

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

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

Si rimanda tuttavia all'art. 6 e Allegato L del R.R. 7/2017 per maggiori dettagli in merito.

#### **INS12 – Criticità emerse dal modello**

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

#### **INS13 – Territorio comunale**

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

#### **INS14 – Territorio comunale**

Tale intervento non strutturale è inteso come l'insieme di procedure e metodi che si applicano sull'intero territorio comunale per la riduzione del rischio idraulico, come ad esempio l'incentivazione di interventi strutturali volti alla disconnessione dalla rete fognaria esistente degli apporti meteorici, prevedendo diversi recapiti e favorendo la laminazione e l'infiltrazione nel suolo delle acque.



Le indicazioni in tal senso sono molteplici e si rimanda all'ALLEGATO 5 per un maggiore dettaglio circa le indicazioni tecniche costruttive e buone pratiche da adottare per la realizzazione di opere finalizzate alla gestione delle acque meteoriche. Si rammenta in ogni caso che:

- le opere di infiltrazione interrate (pozzi perdenti, ecc.) devono essere dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo e devono essere posizionate a distanza adeguata dalle fondamenta degli edifici (per i pozzi perdenti si indica almeno una distanza di 3m);
- nel caso di realizzazione di rilevati, questi dovranno garantire la capacità di infiltrazione del terreno sottostante, ad esclusione dei rilevati aventi la specifica funzione di contenimento e/o barriera idraulica (es. argini, ecc.);
- è consigliabile la costituzione di un database comunale delle opere di invarianza idraulica realizzate, con l'indicazione di tutte le informazioni tecniche, dimensionali e geografiche;
- tra gli interventi relativi alla realizzazione e/o sistemazione di aiuole esistenti, è da prediligere la tipologia di aiuola drenate e ribassata rispetto al piano stradale.

In Tabella 15 si riporta un quadro riassuntivo degli Interventi non Strutturali proposti in relazione alle problematiche che si intende risolvere.

Si evidenzia che gli interventi INS08, INS09, INS10, INS12, INS13 e INS14 sono di carattere generale ed applicabili all'intero territorio comunale.

**Tabella 15 – Sintesi degli interventi non strutturali proposti**

OBJ_ID	INDIRIZZO	ID_ PROBLEMATICHE	DESCRIZIONE
INS01	Sottopassi	Pt12;Pt13;Pt14	Monitoraggio dei sottopassi
INS02	Sottopassi	Pt12;Pt13;Pt14	Pulizia e verifica funzionamento delle caditoie specifico nelle aree caratterizzate da sottopassi
INS03	Attraversamenti T. Molgora e Roggia via Marche	Pt01;Pt02;Pt03;Pt04; Ln01	Recepimento del Piano di Emergenza Comunale e pulizia di canali e alveo del reticolo idrografico in prossimità di attraversamenti e tratti tombinati
INS04	Sfioratori	Pt05;Pt06;Pt07; Pt08;Pt09;Pt10; Pt11	Verifica funzionamento degli sfioratori e stima di massima del calcolo dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate limite previste dall'art. 8 comma 5 del RR 7/2017
INS05	Via Porta	Po05	Pulizia trimestrale ed eventuale spurgo della rete fognaria
INS06	Via Val d'Ossola, via Don Gnocchi, via Mattei, via Mazzini e via Verdi/Argentia	Ln04; Ln07; Ln09; Ln10	Approfondimento dello stato della rete, delle condizioni manutentive nelle aree indicate e monitoraggio degli eventi che comportano le criticità segnalate, ma prive di riscontro dall'analisi effettuata
INS07	Attraversamenti T. Molgora	Pt01;Pt02;Pt03;Pt04	Recepimento del Piano di Emergenza Comunale ed installazione di un sistema di monitoraggio per allertamento



OBJ_ID	INDIRIZZO	ID_ PROBLEMATICHE	DESCRIZIONE
			eventi di piena del Torrente Molgora
INS08	Territorio comunale	/	Manutenzione ordinaria caditoie e procedure ordinarie di controllo della rete fognaria compresi i manufatti speciali (pozzi perdenti, vasche di laminazione, ecc.)
INS09	Territorio comunale	/	Indicazioni di massima delle misure di invarianza idraulica e idrologica da prevedere nei nuovi ambiti di trasformazione
INS10	Territorio comunale	/	Recepimento del R.R. 7/2017 nel Regolamento Edilizio Comunale con incentivazione all’applicazione delle misure di invarianza
INS12	Via Matteotti, Via Parini	Ln05; Ln06	Monitorare le aree risultate critiche dall’analisi numerica, ma prive di riscontro reale al fine di comprendere l’effettiva dinamica del flusso meteorico nella rete di drenaggio urbana
INS13	Territorio comunale	/	Promozione di campagne di comunicazione ed educazione al fine di sensibilizzare la comunità circa gli effetti positivi degli interventi volti alla diminuzione della vulnerabilità del territorio
INS14	Territorio comunale	/	Incentivare interventi strutturali volti alla disconnessione dalla rete fognaria degli apporti meteorici



## 9. PRIORITÀ DI INTERVENTO E DESCRIZIONE DEI RISULTATI CONSEGUITI

Lo studio condotto ha permesso di ipotizzare degli interventi strutturali al fine di determinare la mitigazione del grado di pericolosità definito dall'analisi dello stato di fatto della rete fognaria mista e del reticolo idrografico superficiale.

Come approccio generale per determinare gli interventi strutturali maggiormente efficaci si è deciso di dare priorità ad interventi volti alla disconnessione dalla rete fognaria mista degli apporti meteorici e realizzare quindi un sistema di collettamento separato per le acque bianche e i reflui. Tale tipologia di opera è stata preferita ad interventi di adeguamento della rete mista esistente, che comunque non rispondono all'esigenza, ormai consolidata anche dal legislatore, di riduzione degli apporti meteorici nella rete mista e, quindi, agli impianti di depurazione determinando maggiori dispendi energetici ed economici per la gestione del sistema fognario e il processamento dei reflui.

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

Per quanto riguarda gli interventi proposti, l'Amministrazione ritiene necessari in ordine di priorità, i seguenti interventi (non considerando l'intervento "IS01 – Vasca di laminazione sul Torrente Molgora" che, malgrado la sua estrema importanza, per importo dell'opera ed enti coinvolti è necessario trattare a parte):

- IS06 in corrispondenza del parcheggio di via Piacenza (IS06) in considerazione delle segnalazioni pervenute e del fatto che è ubicato al limite del comparto C6 attualmente in trasformazione e pertanto l'Amministrazione comunale ravvisa la necessità di approfondire in tempi brevi la reale fattibilità dell'intervento (priorità alta);
- INS08 - Manutenzione ordinaria caditoie e procedure ordinarie di controllo della rete fognaria compresi i manufatti speciali (pozzi perdenti, vasche di laminazione, ecc.) (priorità media);
- INS03 - Attraversamenti T. Molgora e Roggia via Marche: pulizia di canali e alveo del reticolo idrografico in prossimità di attraversamenti e tratti tombinati (priorità media);
- INS05 - Via Porta: Pulizia trimestrale ed eventuale spurgo della rete fognaria (priorità media);
- INS02 - Sottopassi: Pulizia e verifica funzionamento delle caditoie nelle aree caratterizzate dai sottopassi (priorità media);
- INS04 - Sforatori: Verifica funzionamento degli sfioratori e stima di massima del calcolo dei volumi di laminazione per il rispetto delle portate limite previste dall'art. 8 comma 5 del RR 7/2017 (priorità media);
- IS09 – Via Cazzaniga: Realizzazione di due caditoie (priorità media);
- IS07 – Via Trento: Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito al suolo (priorità media);
- IS08 – Via Porta: Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito in roggia (priorità media);



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



- INS06 – Approfondimento e monitoraggio degli eventi che comportano le criticità segnalate, ma prive di riscontro dall'analisi effettuata (priorità media).



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



**ALLEGATI**



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



## ALLEGATO 1

– Documenti di riferimento utilizzati



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”.*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



- Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7
- Regolamento regionale 19 aprile 2019, n. 8
- Piano di Governo del Territorio di Gorgonzola
- Documento Semplificato del Rischio Idraulico di Gorgonzola
- Geoportale della rete di competenza CAP Holding
- Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona, Autorità di Bacino del fiume Po, 2004
- Convenzione con Regione Lombardia per l’aggiornamento dello studio di fattibilità dell’autorità di bacino del Fiume Po sul bacino del Torrente Molgora, Regione Lombardia, 2016



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



## ALLEGATO 2

### - Bibliografia



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



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



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



## ALLEGATO 3

– Registro dati utilizzati



TIPOLOGIA DI DATO	DECRIZIONE DEL DATO	LIVELLO DI AFFIDABILITA'	CONTESTO DI UTILIZZO	FONTE	LINK
Linee segnalatrici possibilità pluviometrica	Parametri a ed n LSPP per tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni	3	Costruzione ietogrammi di progetto	Arpa Lombardia	<a href="http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml">http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml</a>
Modello idraulico rete fognaria	Geometria rete fognaria	3	Costruzione modello idraulico rete fognaria	CAP Holding	
Geometria rete fognaria	Informazioni su condotti, pozzetti, vasche di laminazione e prima pioggia, sfioratori, impianti di sollevamento, pozzi disperdenti, etc	3	Verifica rete fognaria per simulazioni	CAP Holding	<a href="https://sit.acquedilombardia.it/Html5Viewer/index.html?viewer=CAP_RETI_R2.WebGIS&amp;LOCALE IT&amp;layertheme=Mappa%20Fognatura#">https://sit.acquedilombardia.it/Html5Viewer/index.html?viewer=CAP_RETI_R2.WebGIS&amp;LOCALE IT&amp;layertheme=Mappa%20Fognatura#</a>
Modello digitale del terreno	DTM risoluzione 5x5 m	3	Simulazione propagazione degli allagamenti superficiali	Geoportale Regione Lombardia	<a href="http://www.geoportale.regione.lombardia.it/">http://www.geoportale.regione.lombardia.it/</a>
Input per modellazione rete fognaria	Convenzione con Regione Lombardia per l’aggiornamento dello studio di fattibilità dell’autorità di bacino del Fiume Po sul bacino del Torrente Molgora – Elaborati di progetto	3	Condizioni al contorno del modello idraulico	Regione Lombardia	
Definizione criticità	Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua della pianura Lambro-Olona	3	Descrizione delle criticità derivanti dal Molgora	Autorità di Bacino del fiume Po	



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12".*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



## **ALLEGATO 4**

**– Elenco punti di recapito della rete fognaria**



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”.*

**Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico**



ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	Coordinate (x; y)	Recapito	Gestore
1091	1050	Via Bruno Buozzi	530357; 5042081	Torrente Molgora	AIPO
1047	1049	Via Bruno Buozzi	530345.2; 5042076.6	Torrente Molgora	AIPO
913	915	via Enrico Mattei	530550.9; 5041678.6	Torrente Molgora	AIPO
1673	1675	Via Milano in linea con sfioratore n. 1736	530734.6; 5041473.7	Torrente Molgora	AIPO
1126	1132	Fuori ambito stradale	531516; 5040445	Torrente Molgora	AIPO
1062	1194	Fuori ambito stradale	530085; 5042612	Torrente Molgora	AIPO
1085	1089	Fuori ambitostradale	530490.5; 5041871.2	Torrente Molgora	AIPO



REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Milano – *Comune di Gorgonzola*

*R.R. 23 novembre 2017, n. 7: “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”.*

***Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico***



## **ALLEGATO 5**

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

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

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

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

**2. OPERE DI LAMINAZIONE****Generalità**

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

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

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

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

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

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

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

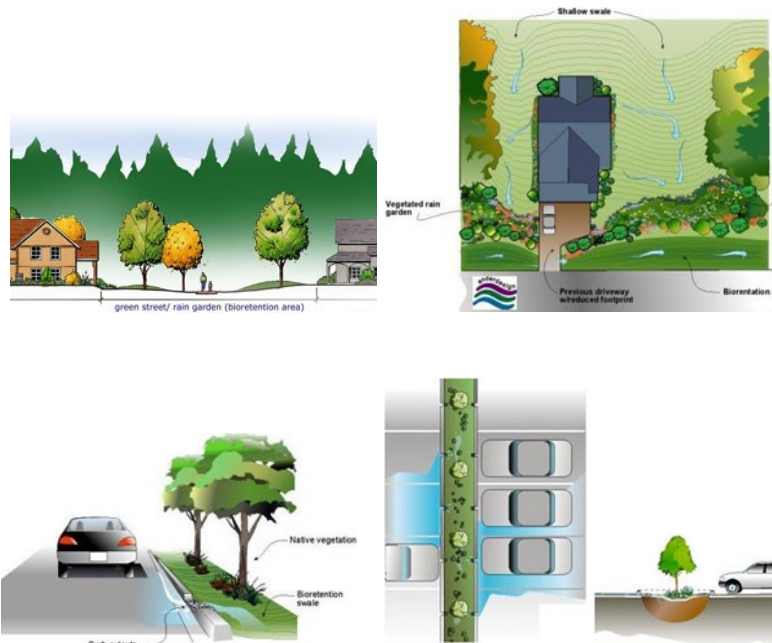
*Sotterraneo:* serbatoi chiusi costruiti in situ o prefabbricati, al di sotto del piano campagna e non visibili dall'esterno. La funzione da essi assolta è quella di laminazione (detenzione o ritenzione), a volte può essere previsto il trattamento delle acque.

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

**Strutture superficiali di laminazione**

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

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

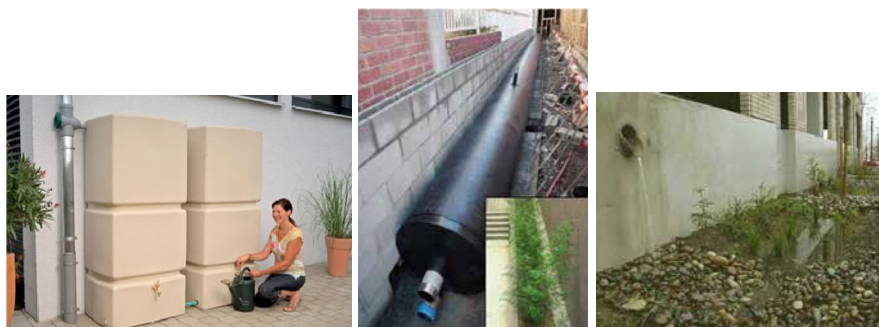


**Figura 19 –** Esempi di strutture superficiali di laminazione costituite da vasche e canali a cielo aperto





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



### **Strutture sotterranee di laminazione**

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

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

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

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

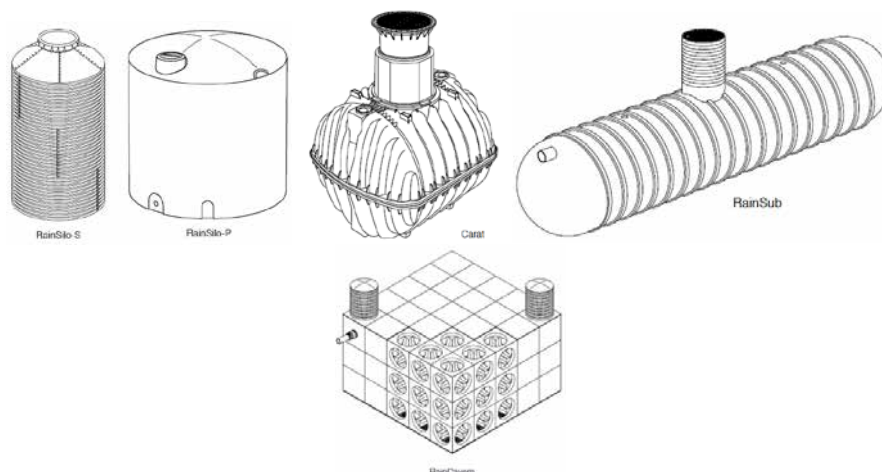
**Figura 21 – Esempio di vasca di laminazione sotterranea in c.a.**



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



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



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

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



### **Gestione e manutenzione delle opere di laminazione**

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

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

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

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

### **3. OPERE DI INFILTRAZIONE**

#### ***Generalità***

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

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

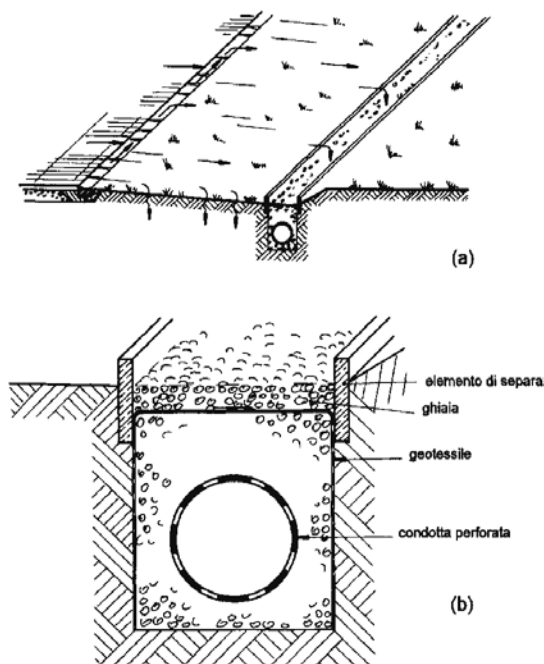
#### ***Trincee d'infiltrazione***

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

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

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

**Figura 25 – Trincea drenante**



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

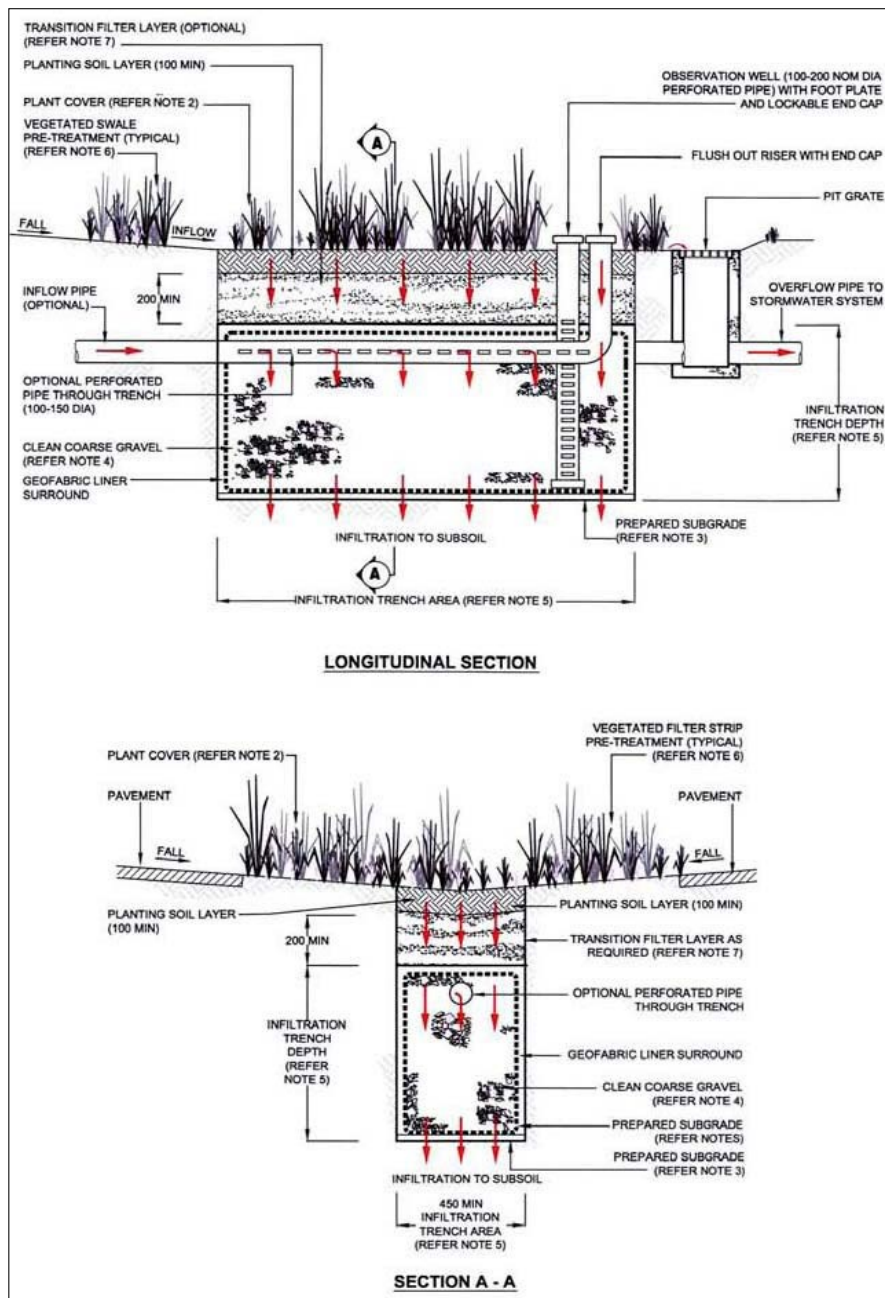


Figura 27 - Opere di infiltrazione [da: Urbonas e Stahre, 1993]

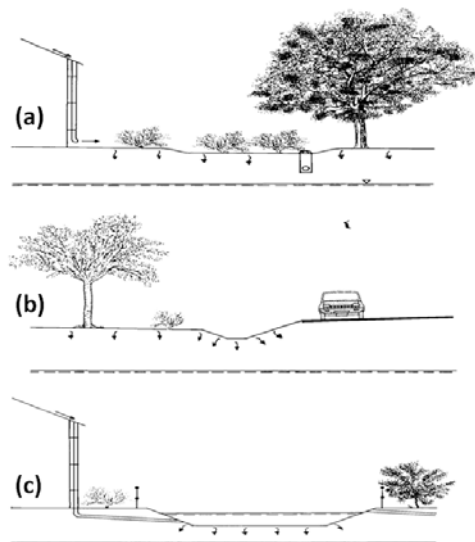


Figura 28 – Esempi di trincee d’infiltrazione



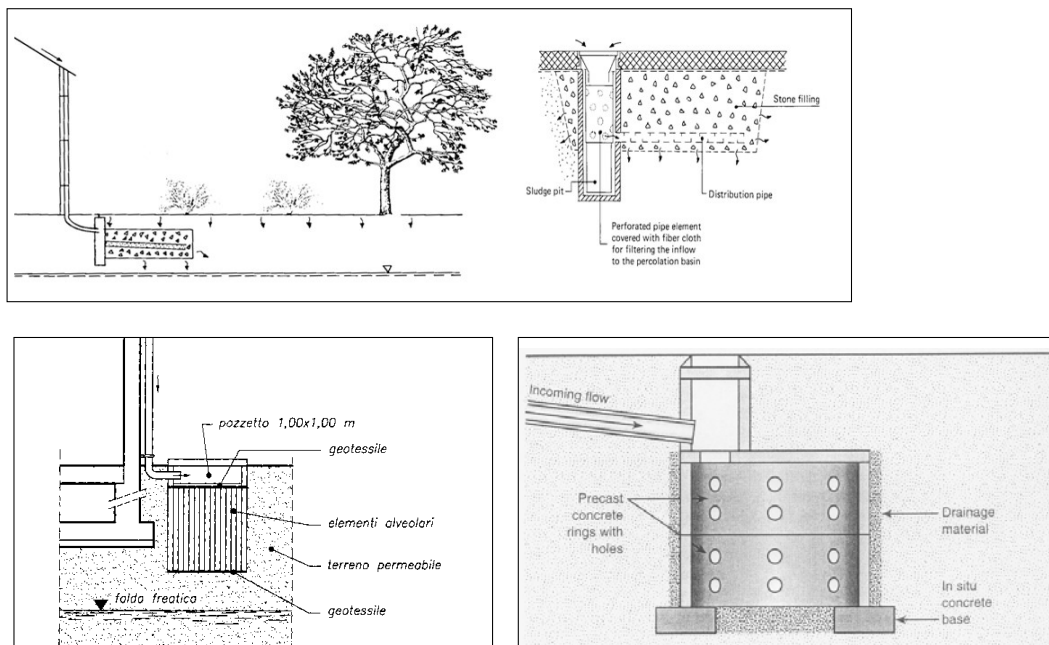
### Pozzi d’infiltrazione

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

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

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

**Figura 29 – Esempi di pozzi d'infiltrazione**



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

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

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



### **Bacini e vasche d'infiltrazione**

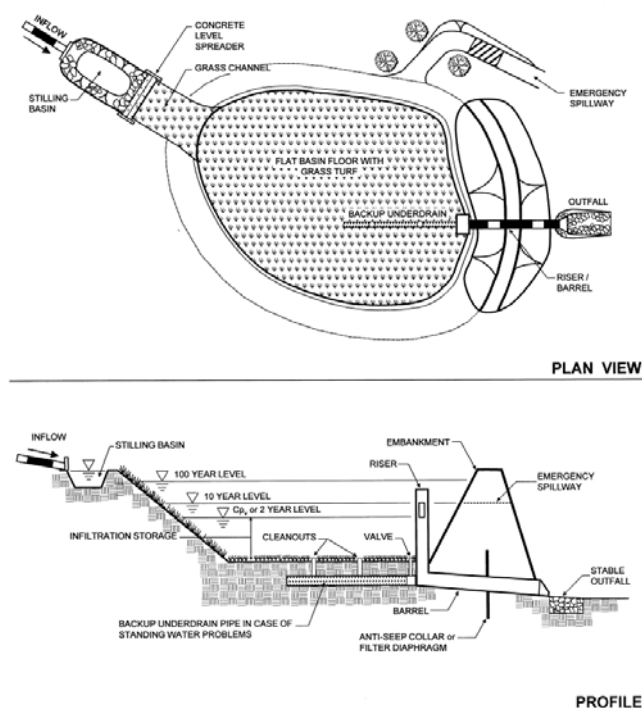
Le vasche e i bacini d'infiltrazione sono invasi a fondo permeabile.

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

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

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

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



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

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

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

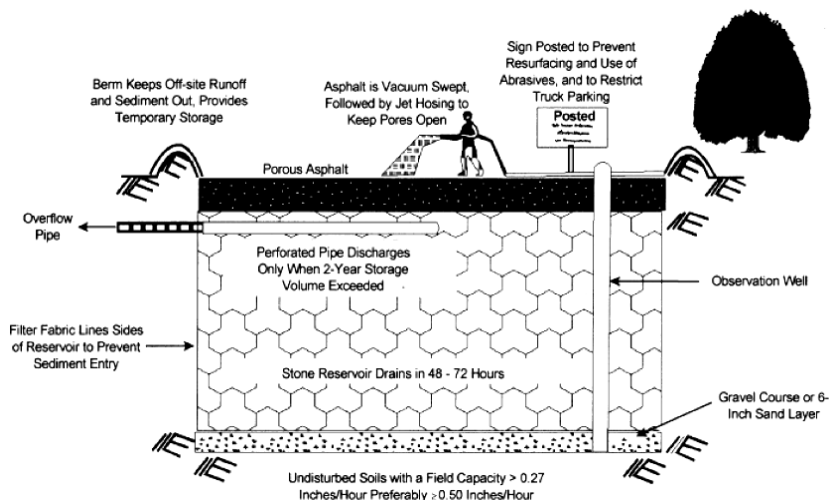
Tra i rischi di errato dimensionamento o mancanza di manutenzione di queste strutture, vi è la possibilità di mal funzionamento dovuto a terreno inadatto o ad intasamento, che possono portare a produzione di cattivi odori e al proliferare di insetti (zanzare, moscerini).

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

### **Pavimentazioni permeabili**

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

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



Esistono due tipi di pavimentazioni permeabili: continue e discontinue.

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

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

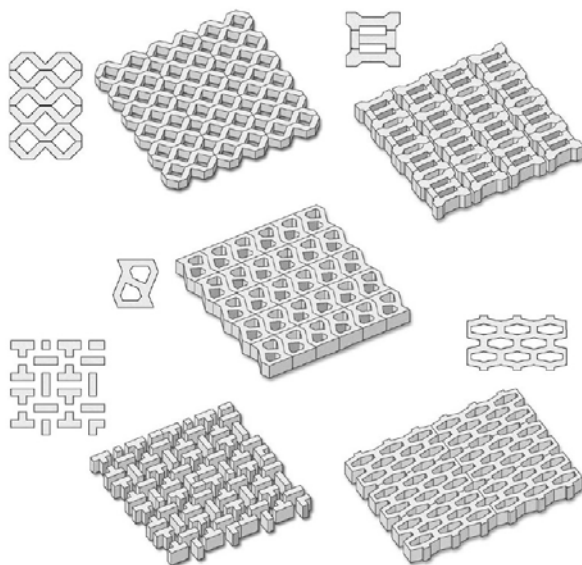
Il vantaggio che le pavimentazioni permeabili discontinue presentano rispetto alle continue è in fase di ricostruzione per perdita di funzionalità. I mattoni o moduli permeabili sono rimossi, puliti e riutilizzati,

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

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

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

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



**Figura 34 - Esempi di pavimentazioni permeabili**



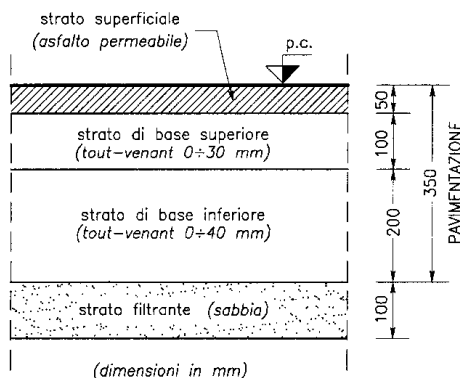
Nel progettare questo tipo di strutture è necessario considerare una serie di fattori come l'efficienza, l'impatto inquinante sul corpo ricettore e la localizzazione di siti adatti.

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

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

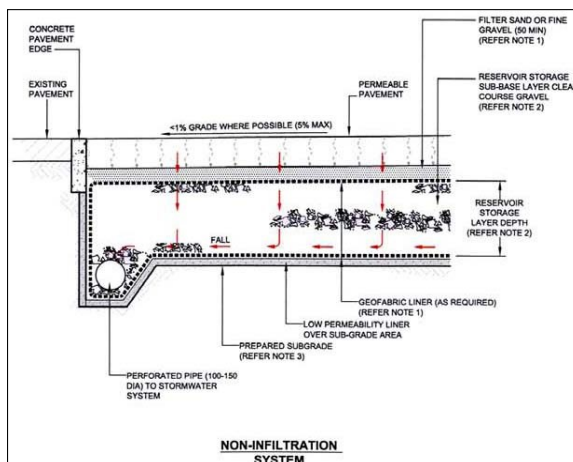
Nella seguente Figura 35, è riportato uno schema di pavimentazione permeabile continua: da essa si rileva chiaramente l'obiettivo di garantire una sufficiente permeabilità della pavimentazione stessa, grazie a due strati in ghiaia o pietrisco di pezzatura non superiore a 30÷40 mm, oltre che di proteggere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

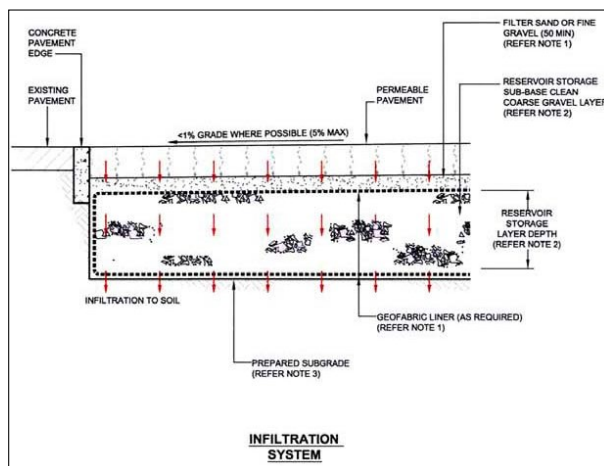
**Figura 35 – Esempio di pavimentazione porosa**



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

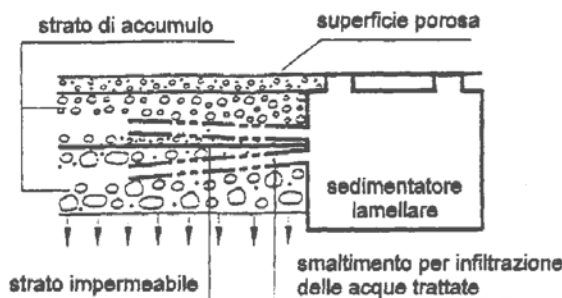
**Figura 36 – Schema di pavimentazioni drenanti con due diversi tipi di drenaggio (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)**





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

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



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

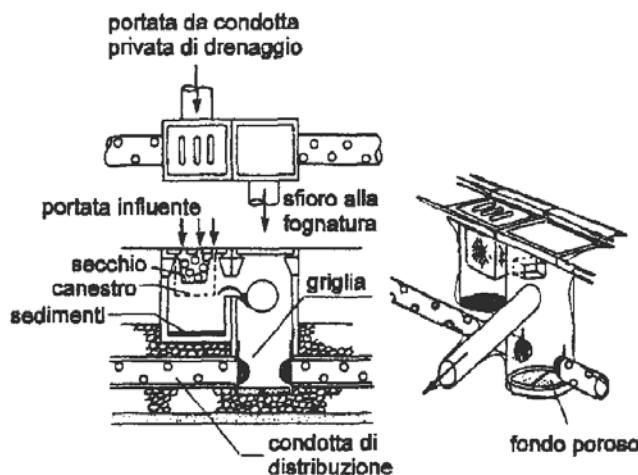
### **Caditoie filtranti**

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

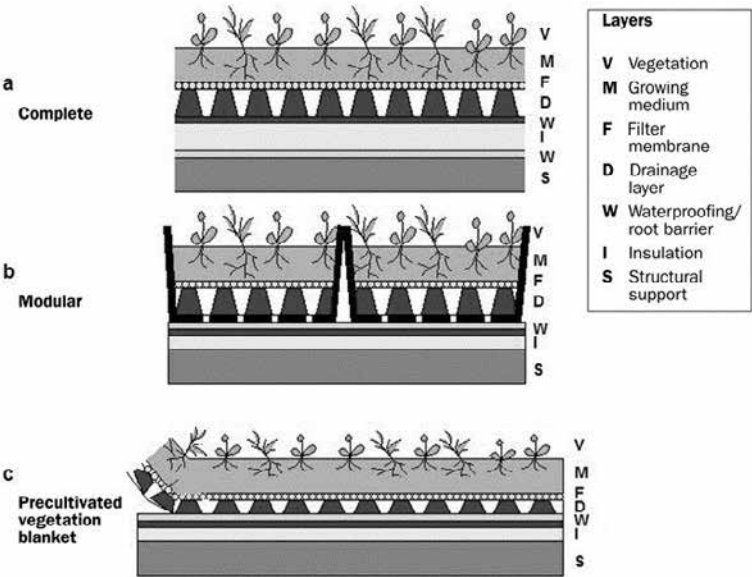
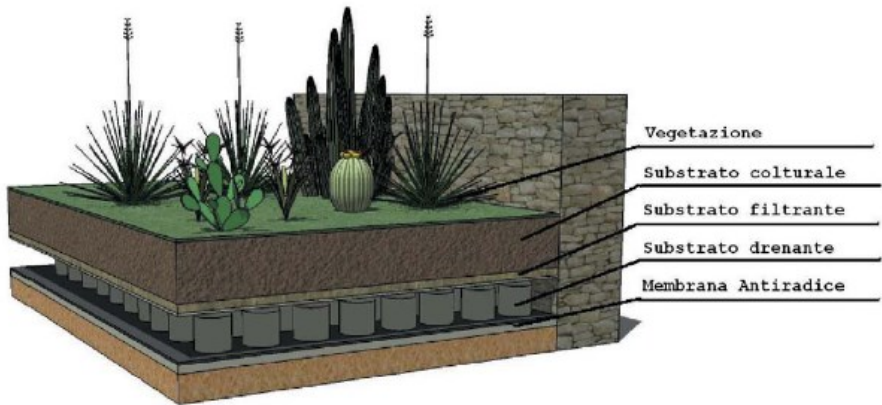


Figura 40 – Schema della composizione di un tetto verde (da Palla et al, Università di Genova, in atti del corso di aggiornamento Stadium tenuto dal Politecnico di Milano – Marzo 2012)



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



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

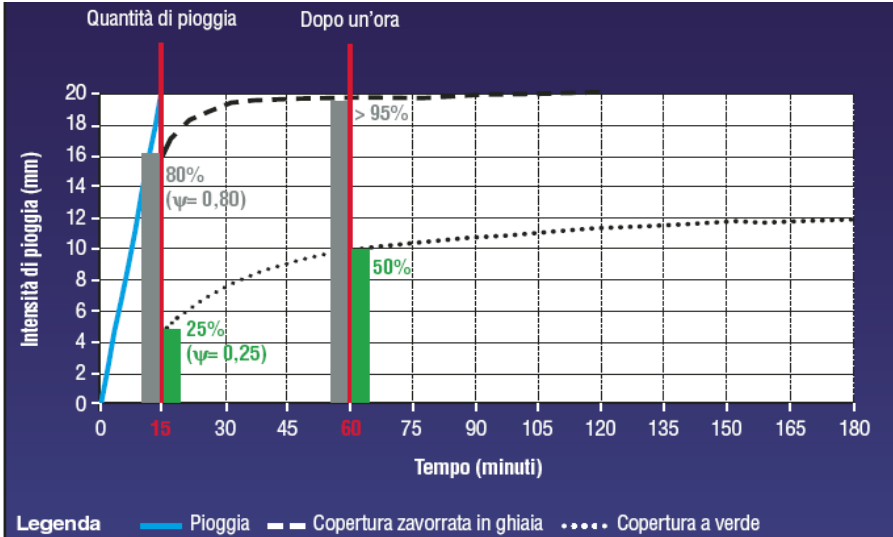
Alcune indicazioni tecniche possono essere ricavate dal sito dell'EPA (United States Environmental Protection Agency), agenzia governativa statunitense per la protezione dell'ambiente, il cui sito internet risulta molto esaustivo e utile ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)), anche in base alla lunga esperienza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

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

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

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

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



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



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

**5. OPERE DI SCARICO E MANUFATTI DI CONTROLLO**

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

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

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

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

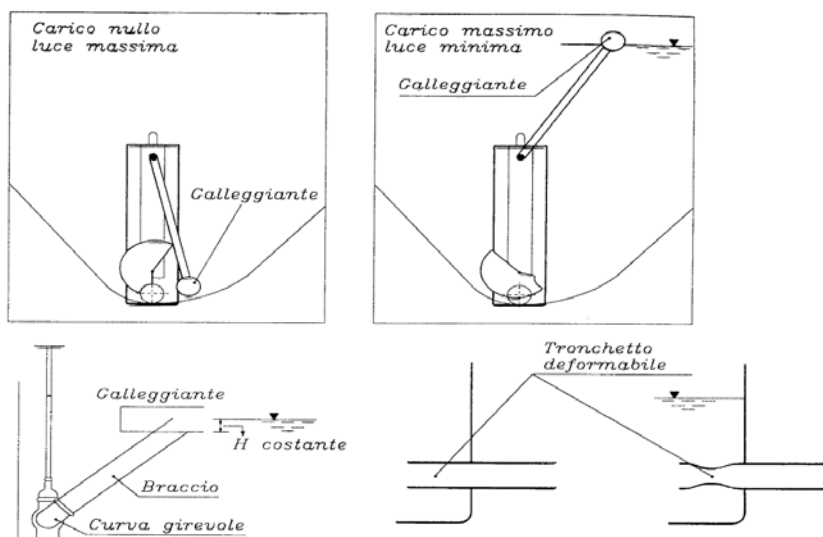
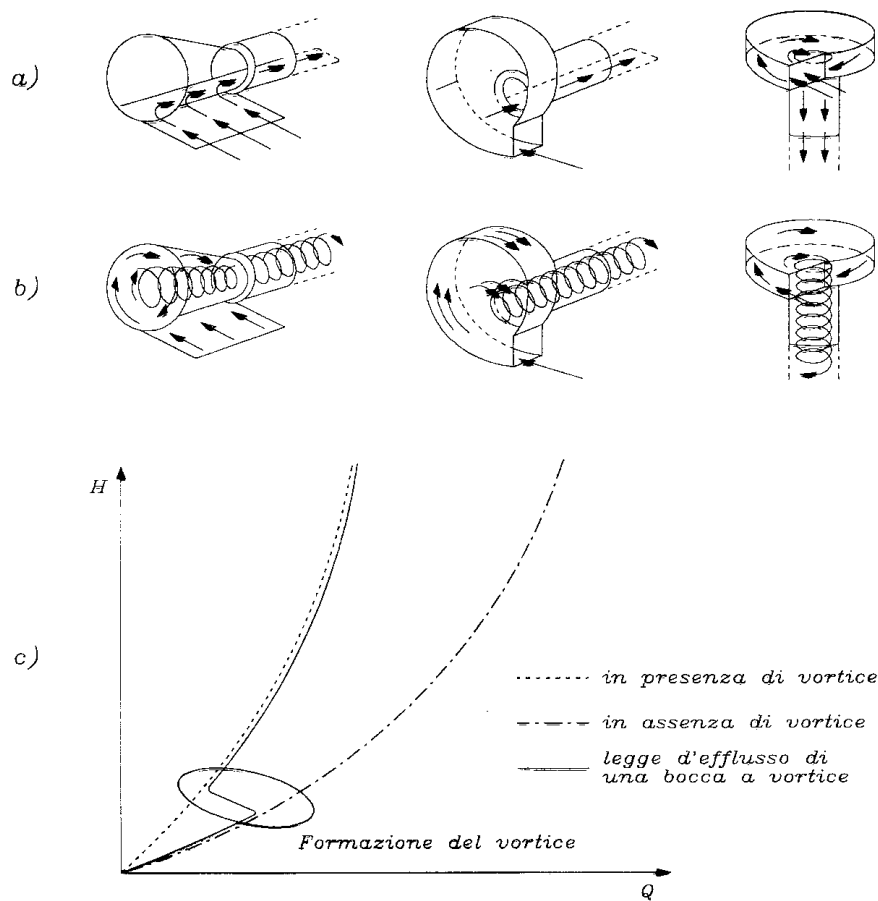


Figura 45 - Regolatori di portata a vortice



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

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