



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 GENERALE

TIMBRI E FIRME

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

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

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

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

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE	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.	RG	RG
TIPOL. DOC.	E	E
ID ELABORATO	01	01
VERSIONE	0	1

REDATTO

ing. Giulia MACARIO

CONTROLLATO

ing. Chiara AMORE

APPROVATO

ing. Chiara AMORE

ELABORATO

1.1



INDICE

1. PREMESSA	3
2. QUADRO NORMATIVO	5
2.1 NORMATIVA EUROPEA	5
2.1.1 <i>Direttiva Quadro Alluvioni 2007/60</i>	5
2.1.2 <i>Standard Europeo EN 752-2:1997</i>	5
2.2 NORMATIVA ITALIANA	6
2.2.1 <i>Normativa relativa alla valutazione del rischio idraulico in ambito urbano</i>	6
2.2.2 <i>Normative relative al dimensionamento del sistema fognario</i>	7
2.3 NORMATIVA DELLA REGIONE LOMBARDIA	8
2.3.1 <i>Introduzione del principio di invarianza nella normativa regionale</i>	8
2.3.2 <i>Il Regolamento Regionale 7/2017 e Regolamento Regionale 8/2019</i>	8
3. STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE	11
3.1 PREMESSA	11
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	12
3.3.1 <i>Pozzi pubblici e fasce di rispetto</i>	13
3.3.2 <i>Conducibilità idraulica</i>	13
3.3.3 <i>Vulnerabilità dell'acquifero</i>	14
3.3.4 <i>Idrografia superficiale</i>	15
3.3.4.1 <i>Reticolo idrografico principale</i>	15
3.3.4.2 <i>Reticolo Idrografico di Bonifica</i>	16
3.3.5 <i>Reticolo idrografico di competenza privata</i>	17
3.3.6 <i>Reticolo idrografico Minore</i>	17
3.4 CRITICITÀ IDRAULICHE EVIDENZIATE	18
3.4.1 <i>Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)</i>	18
3.4.2 <i>Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)</i>	20
3.4.3 <i>Piano di emergenza comunale</i>	22
3.4.4 <i>Componente geologica del PGT</i>	22
3.5 INQUADRAMENTO DELLA RETE FOGNARIA COMUNALE	24
3.5.1 <i>Schema fognario e criticità segnalate dal gestore</i>	24
3.5.1.1 <i>Bacini scolanti</i>	24
3.5.1.2 <i>Rete</i>	27
3.5.1.3 <i>Impianti disperdenti o volanizzazione</i>	27
3.5.1.4 <i>Punti critici monitorati e criticità evidenziate dal gestore</i>	28
3.5.2 <i>Stato di avanzamento del Piano di Riassetto</i>	29
3.6 EVENTI METEORICI DI RIFERIMENTO	31
3.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NELLO SCENARIO DI STATO DI FATTO	32
3.1.1 <i>Ruscellamento superficiale</i>	41
4. INTERVENTI STRUTTURALI E NON STRUTTURALI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE	45
4.1 INTERVENTI STRUTTURALI	45
4.1.1 <i>Interventi previsti sulla base del DSRI e delle segnalazioni dei tecnici comunali</i>	45
4.1.1.1 <i>IS01 - Vasca di laminazione sul Torrente Molgora</i>	45
4.1.1 <i>Interventi a piano investimenti Amiacque</i>	46
4.1.2 <i>Interventi a piano investimenti CAP Holding</i>	47



4.1.2.1	IS05 – Intervento finalizzato alla riduzione delle acque parassite	47
4.1.3	<i>Interventi proposti dallo Studio Comunale</i>	48
4.1.3.1	IS06 e IS07 - Area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta	48
4.1.3.2	IS08 - Area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina Rafredo.....	49
4.1.3.3	IS09 – Via Cazzaniga	50
4.1.4	<i>INS04 - Interventi per il rispetto dei limiti quantitativi allo scarico</i>	51
4.1.5	<i>Sintesi degli interventi strutturali proposti.....</i>	52
4.2	MISURE NON STRUTTURALI INDIVIDUATE.....	56
4.2.1	<i>Descrizione delle misure non strutturali individuate</i>	56
4.2.2	<i>Sintesi delle misure non strutturali proposte.....</i>	59
4.3	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NELLO SCENARIO DI STATO DI PROGETTO	60
4.4	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DA RISERVARE AD INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA	72
4.4.1	<i>Analisi aree idonee all’infiltrazione</i>	72
4.5	INS09 - AMBITI DI TRASFORMAZIONE E MISURE DI INVARIANZA	73
5.	MISURE DI INVARIANZA E PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO	75

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – 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.

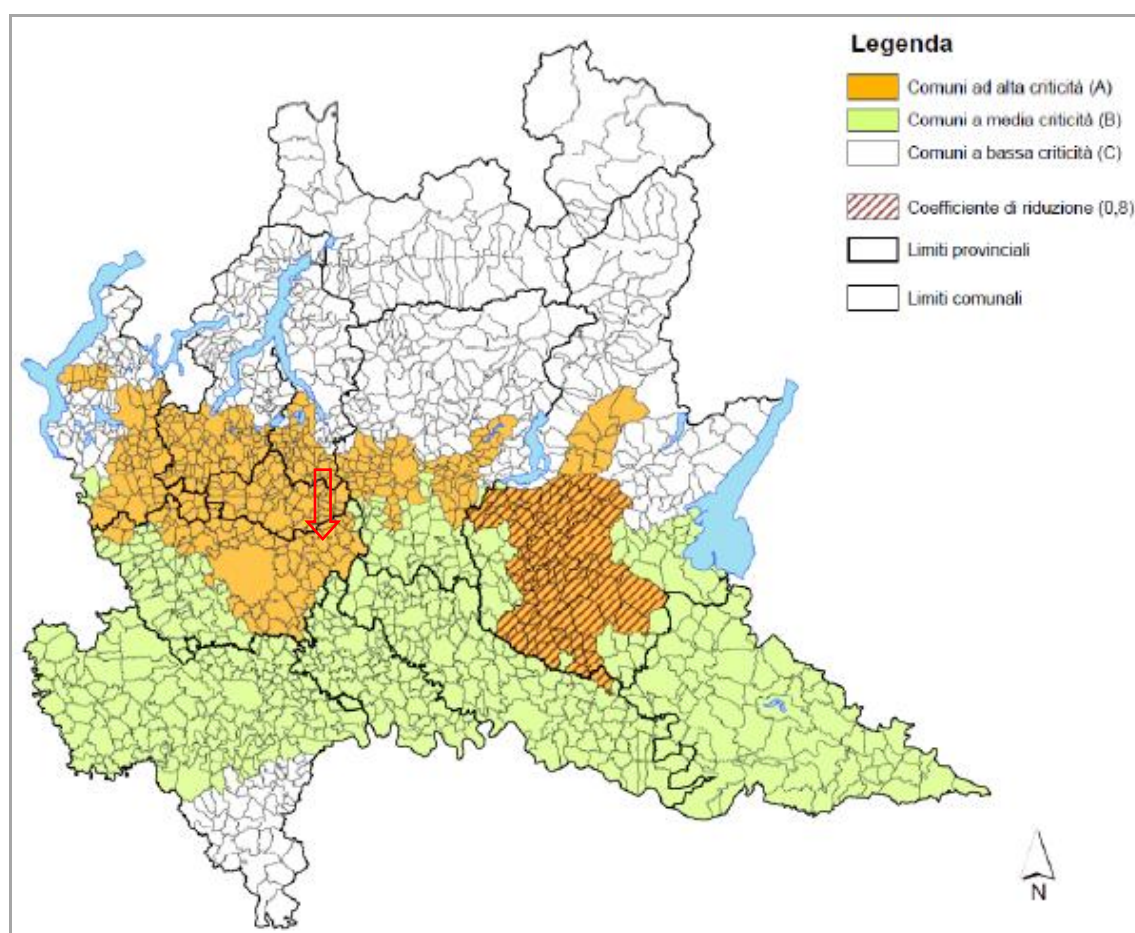


Figura 1 - Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica secondo l’allegato B al RR 7/2017 modificato dal RR 8/2019



Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico del Comune di Gorgonzola si basa sul Documento Semplificato del Rischio Idraulico (DSRI) del medesimo comune, i cui contenuti sono stati approfonditi e verificati per la definizione del quadro conoscitivo di riferimento. Il DSRI è stato approvato in Consiglio Comunale con delibera 64 del 30/06/2021.

Lo Studio Comunale quindi integra il DSRI, apportando delle variazioni rispetto a quanto previsto inizialmente in conseguenza del maggiore approfondimento fornito dalla modellazione numerica della rete fognaria unitamente ad ulteriori confronti con l'Amministrazione comunale circa la presenza di criticità sul territorio. Tali aspetti sono comunque dettagliati nell'elaborato 1.2 – *Relazione idraulica*.

Il presente elaborato è una revisione del precedente, datato novembre 2022, richiesto al fine di recepire l'aggiornamento della perimetrazione delle fasce fluviali del PAI e delle mappe di pericolosità del PGRA ai sensi dell' "Aggiornamento delle fasce fluviali del PAI Po e delle mappe delle aree allagabili del PGRA - torrente Molgora e sistema idrografico delle Trobbie fino alla confluenza nel canale Muzza" approvato dall'Autorità di Bacino del fiume Po con Decreto n. 58 del 26/08/2024.



2. QUADRO NORMATIVO

La sintesi del quadro normativo alla base del presente documento è tratta dalle *"Linee guida per la redazione degli studi comunali del rischio idraulico"* redatto da CapHolding.

2.1 NORMATIVA EUROPEA

La prima normativa a livello europeo che tratta il tema del rischio idraulico urbano (seppur marginalmente) è la cosiddetta *"Direttiva Alluvioni"* (n. 2007/60/CE) emanata dalla Commissione Europea il 26 novembre 2007.

Il primo standard europeo EN che si occupa dei tempi di ritorno degli eventi meteorici di progetto per il dimensionamento delle reti fognarie è lo standard EN 752-1997 (attualmente aggiornato al 2017).

2.1.1 Direttiva Quadro Alluvioni 2007/60

Nella seconda metà del secolo scorso l'Europa è stata interessata da eventi alluvionali particolarmente gravosi. Nonostante molti sforzi intrapresi a livello nazionale per proteggere cose e persone, i primi veri passi verso un coordinamento comune sono relativamente recenti (*Mostert and Junier* 2009). Dopo le inondazioni del 2002 nel Danubio e nell'Elba, il Consiglio Europeo ha avanzato una proposta di legge a livello europeo sulle inondazioni (*Commission of the European Communities* 2004) che si è conclusa nel gennaio 2006 con la pubblicazione della proposta di direttiva sulla gestione del rischio di alluvioni. La proposta è stata adottata ufficialmente il 23 ottobre 2007 (*Council of the European Union* 2006) divenendo la prima direttiva europea che riguarda specificamente il rischio inondazioni. La Direttiva richiede agli Stati membri dell'UE di effettuare una valutazione preliminare dei rischi alluvionali e di redigere mappe di pericolosità idraulica, del rischio idraulico e piani di gestione del rischio alluvionale. Inoltre, richiede agli Stati membri di organizzare la partecipazione pubblica alle attività di redazione dei piani e coordinarne l'applicazione con la Direttiva Quadro Acque (n.2000/60/CE), centrata sulla qualità dell'acqua e sull'ecologia.

2.1.2 Standard Europeo EN 752-2:1997

Lo standard europeo EN 752-2:1997 (sostituito da EN 752:2017) rappresenta il primo riferimento comune europeo per quanto attiene il dimensionamento e l'eventuale verifica dei sistemi fognari. La norma definisce:

- "allagamento" come una "condizione in cui le acque reflue e/o le acque di superficie sfuggono o non possono entrare in un sistema di scarico o di fognatura e rimangono in superficie o entrano negli edifici";
- "sovraccarico" come la "condizione in cui le acque reflue e/o le acque superficiali sono mantenute sotto pressione all'interno di un sistema di scarico a gravità o fognario, ma non sfuggono alla superficie per causare allagamenti". Condizioni estese di sovraccarico possono impedire all'acqua superficiale di entrare nel sistema fognario.

La norma indica fra l'altro che:



- i tempi di ritorno degli eventi meteorici di progetto che variano da un minimo di 1 a 10 anni a seconda del contesto urbano (es. aree rurali, residenziali, centri industriali, etc.) e delle infrastrutture servite (Tabella 1);
- la gestione del sistema sia finalizzata ad evitare il funzionamento in pressione della fognatura;
- i tempi di ritorno (probabilità di accadimento) per le piogge e per gli eventi di *flooding* sono diversi;
- l'uso di approcci modellistici in casi idraulicamente complicati è suggerito.

Tabella 1 - Frequenza di allagamento di progetto consigliata dalla EN 752-2:1997

Tipo di contesto urbano	Probabilità di accadimento media annua dell'evento meteorico di progetto (1 in 'n' anni)	Probabilità di accadimento media annua dell'evento di allagamento (1 in 'n' anni)
Aree rurali	1 in 1	1 in 10
Aree residenziali	1 in 2	1 in 20
Centro urbano con aree commerciali/industriali con flooding check	1 in 2	1 in 30
Centro urbano con aree commerciali/industriali con flooding check	1 in 5	-
Metropolitane/sottopassi	1 in 10	1 in 50

2.2 NORMATIVA ITALIANA

2.2.1 Normativa relativa alla valutazione del rischio idraulico in ambito urbano

A livello italiano la Direttiva Alluvioni è entrata in vigore il 26 novembre 2007 ed è stata recepita dal D.Lgs 49/2010. Il dubbio interpretativo riguardo alla inclusione delle inondazioni dovute alla rete fognaria non si è posto vista la definizione di "alluvione" riportata nel decreto di recepimento della Direttiva. Non a caso, proprio all'interno del Piano di Gestione del Rischio Alluvionale (PGRA) del bacino del Fiume Po (in cui ricade la pressoché totalità della Lombardia), i fenomeni di allagamento correlati alle fognature sono stati espressamente esclusi dalle valutazioni condotte dalle singole Regioni. Il PGRA rappresenta il principale strumento pianificatorio a scala distrettuale di cui l'Italia si è dotata in ottemperanza alla Direttiva.

Il recepimento è stato condotto tenendo conto della normativa nazionale vigente, in particolar modo del D.Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE) e del DPCM 29 settembre 1998. L'esistenza nel territorio italiano dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della Legge n. 183/89, ha fornito un'adeguata base di partenza.

Precorritrice a livello europeo l'Italia, fin dal 1989, ha approcciato il problema del rischio idraulico territoriale alla scala del bacino idrografico (oggi distretto). Rispetto a questa scala di valutazione piuttosto ampia (bacino), il rischio idraulico urbano costituisce un problema locale. Dal punto di vista normativo la sua valutazione puntuale si inserisce solo in studi condotti a scala comunale o al più a quella propria delle cosiddette Aree a Rischio Significativo (ARS). Le ARS, introdotte nel PGRA seguendo le specifiche indicazioni della Direttiva Alluvioni,



corrispondono ad aree ad elevato rischio idraulico per le quali viene garantita una priorità di pianificazione e realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio. Esistono tre tipologie di ARS:

- distrettuali (nodi critici di rilevanza strategica in cui sono complessi interventi di mitigazione del rischio che comportano effetti alla scala di intero bacino idrografico, ove è necessario il coordinamento delle politiche di più regioni);
- regionali (situazioni di rischio molto elevato per le quali è necessario il coordinamento delle politiche regionali alla scala di sottobacino in relazione alla necessità di integrare gli interventi sul reticolo naturale e sulle reti artificiali di bonifica e di drenaggio urbano);
- locali (che rappresentano esigenze importanti per il ripristino a scala locale di adeguate condizioni di sicurezza).

È proprio nell'ambito delle azioni pianificate dal PGRA nelle ARS, soprattutto regionali e locali, che diventa preminente la valutazione del rischio idraulico urbano e di conseguenza il coinvolgimento dei Comuni e dei Gestori della rete fognaria. Da questa breve disamina normativa emerge quindi che, nel contesto italiano, non è presente una normativa nazionale specifica che impone o definisce la valutazione del rischio idraulico in ambito urbano o a scala comunale.

2.2.2 Normative relative al dimensionamento del sistema fognario

A livello nazionale, le norme esistenti forniscono indicazioni in merito al dimensionamento delle fognature e sono utili a stabilire criteri generali o di massima (tranne che per i materiali, dove esistono indicazioni con maggiore dettaglio (Centro Studi Deflussi Urbani 2008)). Tra le norme più recenti, appare rilevante la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633 (Presidenza del Consiglio Superiore, Servizio Tecnico Centrale, 7 gennaio 1974), dal titolo *"Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto"*. La Circolare dà istruzioni dettagliate riguardo alle definizioni (rete fognaria, fogne, collettori, emissario, etc.) e al contenuto del progetto di massima e del progetto esecutivo per la realizzazione di nuovi sistemi fognari. Per le fognature sia nere che pluviali è prescritta la presentazione dei calcoli e, per le fognature pluviali in particolare, l'esposizione del metodo di calcolo adoperato *"eseguito sulla base dello studio idrologico delle durate degli eventi meteorici, dell'estensione delle aree dei bacini colanti e dei coefficienti di assorbimento dei terreni"*. La Circolare non fornisce indicazioni in merito ai tempi di ritorno di riferimento per gli eventi meteorici o alla frequenza massima ammissibile di allagamento dovuto alla fognatura ma indica genericamente che *"dovrà tenersi conto anche della frequenza con cui potranno verificarsi gli eventi più gravosi"*. Indicazioni più specifiche in proposito vengono riportate nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 marzo 1996 *"Disposizioni in materia di risorse idriche"* (GU Serie Generale n.62 del 14-03-1996 - Suppl. Ordinario n. 47). Al punto 8.5.3 dell'Allegato 1, in merito ai sistemi di drenaggio urbano, si indica espressamente che *"ai fini del drenaggio delle acque meteoriche le reti di fognatura bianca o mista debbono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni per ogni singola rete"*.



2.3 NORMATIVA DELLA REGIONE LOMBARDIA

2.3.1 Introduzione del principio di invarianza nella normativa regionale

La norma regionale lombarda che per prima riporta indicazioni (seppur con carattere di indirizzo) in merito al rischio idraulico in contesti urbani è la Legge Regionale n. 12 del 2005, che tra gli obiettivi perseguiti riporta la promozione di *“misure specifiche e interventi necessari al riequilibrio idraulico ed idrogeologico del territorio [...] per garantire la sicurezza delle popolazioni e degli insediamenti rispetto ai fenomeni di degrado delle acque e di dissesto idraulico ed idrogeologico che interessano i centri e nuclei abitati, le attività produttive, le infrastrutture al servizio del territorio [...]”*. La pubblicazione del PGRA del Bacino del Fiume Po (Marzo 2016) rappresenta un punto di svolta a livello regionale. Nell’Allegato 5 al PGRA (dedicato in modo specifico alle ARS Regionali e Locali tra cui quelle in Lombardia) viene per la prima volta riportata una misura in capo a Regione Lombardia che prevede la promozione del *“principio di invarianza idraulica ed idrologica e la riduzione dell’impermeabilizzazione attraverso la predisposizione di apposita Direttiva Regionale”*. Si tratta di una misura di prevenzione e protezione con l’obiettivo generale distrettuale della *“Difesa delle città e delle aree metropolitane”*. Essa costituisce anche una forma di applicazione della misura individuale del tipo win-win codice KTM21-P1-b099, *“Disciplina e indirizzi per la gestione del drenaggio urbano”*, indicata nel PGRA (Relazione di Piano, AdBPo, Marzo 2016). Con l’indicazione di questa misura si concretizza per la prima volta l’idea che presiede al RR, ovvero che gli allagamenti dovuti alla inadeguatezza delle reti fognarie urbane, pur non essendo ricompresi tra le tipologie di fenomeni di allagamento dalla Direttiva Alluvioni, costituiscono un importante elemento di conoscenza per la pianificazione, la prevenzione e la protezione a scala regionale e comunale. Il RR rappresenta quindi la *“Direttiva Regionale”* che finalizza in modo indiretto le indicazioni della Direttiva Alluvioni, proprio imponendo il rispetto dell’invarianza idrologica e idraulica. Il RR, per scelta politica regionale, è andato oltre all’imposizione del rispetto di questi principi, richiedendo la predisposizione degli Studi Idraulici Comunali (SC), che allo stato attuale, per quanto di conoscenza degli scriventi, costituiscono un unicum Nazionale per contenuti e aspettative.

2.3.2 Il Regolamento Regionale 7/2017 e Regolamento Regionale 8/2019

La Legge Regionale 4/2016 ha modificato la Legge Regionale 12/2005 (nota come *“Legge per il governo del territorio”*) includendo tre concetti fondamentali per la gestione del rischio idraulico in Lombardia:

- (i) invarianza idraulica,
- (ii) invarianza idrologica;
- (iii) drenaggio urbano sostenibile.

La stessa legge ha demandato a specifico regolamento l’individuazione dei criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica, ovvero il Regolamento Regionale n.7/2017. Nello specifico, l’art. 14, comma 1 del RR introduce così gli SC: *“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:

1. la definizione dell’evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
2. 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;
3. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria. [...]
4. 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;
5. l’indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, vie d’acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l’indicazione delle misure 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;
6. 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;

6 bis. 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:

“3.1 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 (TR10, 50 e 100 anni).

3.2 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;



3.3 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;

3.4 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;

3.5 individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti.”

Dal testo del RR si desume in definitiva che 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, ovvero sarà necessaria la fattiva collaborazione di tutti gli enti competenti sui corpi idrici connessi al sistema urbano.



3. STATO ATTUALE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE

3.1 PREMESSA

Nel presente Capitolo vengono trattati i seguenti aspetti:

- inquadramento geomorfologico;
- inquadramento idrogeologico;
- criticità idrauliche evidenziate nella componente geologica del PGT e dal P.G.R.A.;
- descrizione della rete fognaria comunale;
- definizione degli eventi meteorici di riferimento per la modellazione (T = 10, 50 e 100 anni);
- risultati delle simulazioni effettuate nello scenario di stato di fatto.

Gli elementi elencati sopra, considerati nel loro insieme, hanno permesso di definire lo scenario di stato di fatto ed in particolare la pericolosità idraulica sul territorio comunale per i tempi di ritorno considerati.

Le caratteristiche della rete fognaria nello stato di fatto e relative criticità sono state desunte dai dati forniti dal gestore CAP Holding, mentre per gli aspetti geomorfologici ed idrogeologici si è fatto riferimento alla Relazione geologica del Piano di Gestione del Territorio, di cui vengono riportati gli elementi maggiormente significativi per il presente studio, rimandando al documento allegato al PGT per una trattazione più generale.

Le simulazioni idrauliche condotte, i cui risultati vengono sintetizzati al termine del presente capitolo, verranno descritte con maggior dettaglio nell'allegata Relazione idraulica.

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I substrati geologici e geopedologici del territorio comunale presentano caratteri litotecnici simili e confrontabili per l'intera superficie territoriale. Fanno eccezione alcune aree ben definite che nel passato sono state interessate da attività di cava. Queste aree sono state successivamente colmate, ma non si conoscono il tipo e il grado di addensamento del riempimento. Si trovano in aree centrali del territorio comunale, presso il Canale Martesana, o a sud, appena fuori dalla città edificata. Interessano quasi 9 ettari di suolo che dovrà essere oggetto di valutazione e misure ai sensi della Parte IV Titolo V del Dlgs.152/2006, in caso di ulteriori richieste di trasformazione. La Tavola 4 – *Caratteri geotecnici e degrado dei terreni* (Figura 1) riporta le aree indagate dal punto di vista geotecnico tramite diverse tipologie di prove, quali penetrometriche, di permeabilità, sondaggi, ecc. dalle quali emerge che il territorio comunale è caratterizzato da valori di permeabilità del suolo dell'ordine di $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ cm/s. Si precisa inoltre che lo studio geologico del comune non fornisce una zonizzazione dei suoli sulla base delle indagini svolte, al fine di non operare un'interpretazione troppo rigida dei dati ottenuti, così come evidenziato al §5.1 della Relazione geologica del PGT.

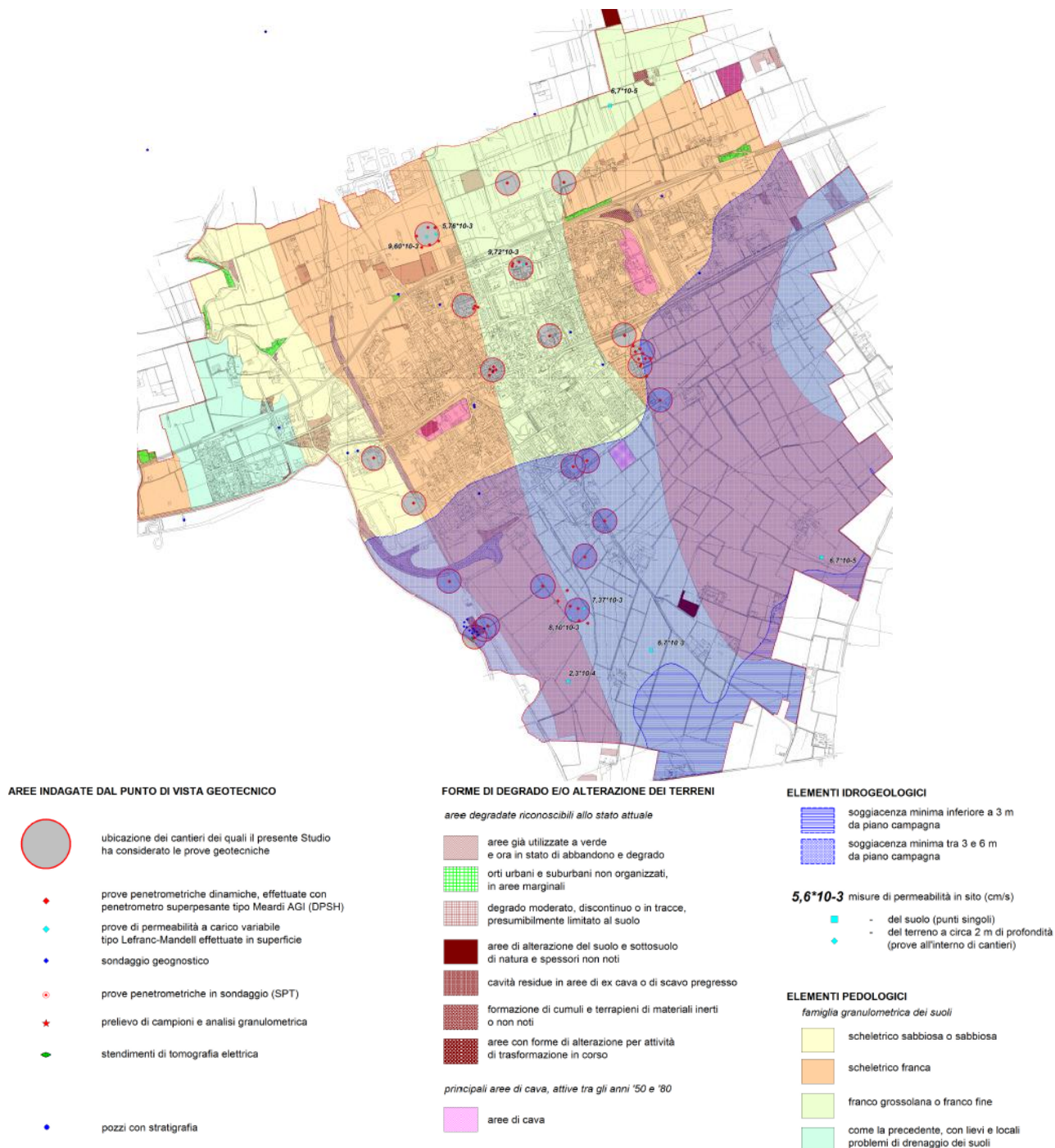


Figura 2 - Tavola 4 – Caratteri geotecnici e degrado dei terreni

3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il territorio di Gorgonzola ricade nel bacino padano caratterizzato da 4 unità idrostratigrafiche definite Gruppi Acquiferi A, B, C e D, differenziati per genesi, litologia e profondità, dove la tipologia A rappresenta quella a



minore profondità con una profondità del limite basale intorno ad 80 m. Le sezioni idrogeologiche evidenziano che i pozzi nel territorio di Gorgonzola prelevano le acque dall'acquifero appartenente alla unità A di tipo ghiaioso-sabbioso. Si tratta dell'acquifero freatico che può disporre di uno spessore saturo di circa 30-40 m. Le caratteristiche granulometriche e l'alimentazione dovuta alla efficienza delle aree di ricarica dell'alta pianura (dove non troppo limitate dall'urbanizzazione) contribuiscono ad alimentare un acquifero abbastanza produttivo e con elevati valori di trasmissività.

3.3.1 Pozzi pubblici e fasce di rispetto

All'interno del territorio comunale sono presenti 6 pozzi pubblici di captazione per l'acqua potabile (Tabella 1) collegati al sistema acquedottistico comunale, l'elenco riporta anche due pozzi ubicati in comuni limitrofi, ma con la Zona di Rispetto che insiste parzialmente sul territorio di Gorgonzola. I punti di captazione delle risorse idriche sotterranee destinate ad uso idropotabile sono oggetto di tutela in accordo con quanto disposto dalla specifica normativa settoriale. In particolare attraverso la D.G.R. 6/15137 del 27 giugno 1996 vengono istituite le fasce di rispetto per i pozzi pubblici mediante la determinazione del criterio geometrico, idrogeologico o temporale. Attraverso il D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 258/2000 vengono individuate una serie di limitazioni nelle tipologie delle attività svolte all'interno delle fasce di rispetto. Per ognuno di essi è stata definita la Zona di Tutela Assoluta, con estensione di raggio pari a 10 m dal punto di captazione e la Zona di Rispetto, determinata con metodo geometrico, con estensione di raggio pari a 200 m dal punto di captazione.

Tabella 2 - Pozzi pubblici sul territorio comunale

n.	Nome	Comune
1	Villa Magri	Cassina de' Pecchi
2	Manzoni	Gorgonzola
3	Roma	Gorgonzola
4	Buonarroti	Gorgonzola
8	Boito	Gorgonzola
17	C.na Novellana	Pessano con Bornago
39	Mattei	Gorgonzola
49	Molino Vecchio	Gorgonzola

3.3.2 Conducibilità idraulica

Rappresenta un fattore determinante al fine di valutare le caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo. Lo studio della componente geologica a supporto del PGT comunale indica una conducibilità idraulica dell'acquifero media elevata associata all'intero comune caratterizzato da un substrato litoide a supporto di matrice da sabbiosa-ghiaiosa a ciottolosa, i valori indicati derivano dalle prove di emungimento effettuate su pozzi del territorio di Gorgonzola, come riportato al capitolo 6 della relazione geologica del PGT.

Nell'ambito del presente documento sono state integrate le informazioni pervenute dal PGT con quanto fornito da uno Studio dell'Università degli Studi di Milano del 2011 che, sulla base di 1597 stratigrafie, ha determinato



la conducibilità idraulica della zona vadosa (UCH), suddivisa in 5 classi (Tabella 2 e Figura 2), i valori sono stati calcolati col metodo della permeabilità equivalente (Anderson e Woessner, 1992) che tiene conto della conducibilità idraulica e dei relativi spessori dei diversi strati che si trovano nella zona vadosa.

Tabella 3 - Classi di conducibilità idraulica della zona vadosa

classe	UHC min (m/s)	UHC max (m/s)
c1	1.24E-01	1.53E-03
c2	1.52E-03	1.32E-04
c3	1.31E-04	1.10E-05
c4	1.09E-05	7.75E-07
c5	7.68E-07	3.21E-10

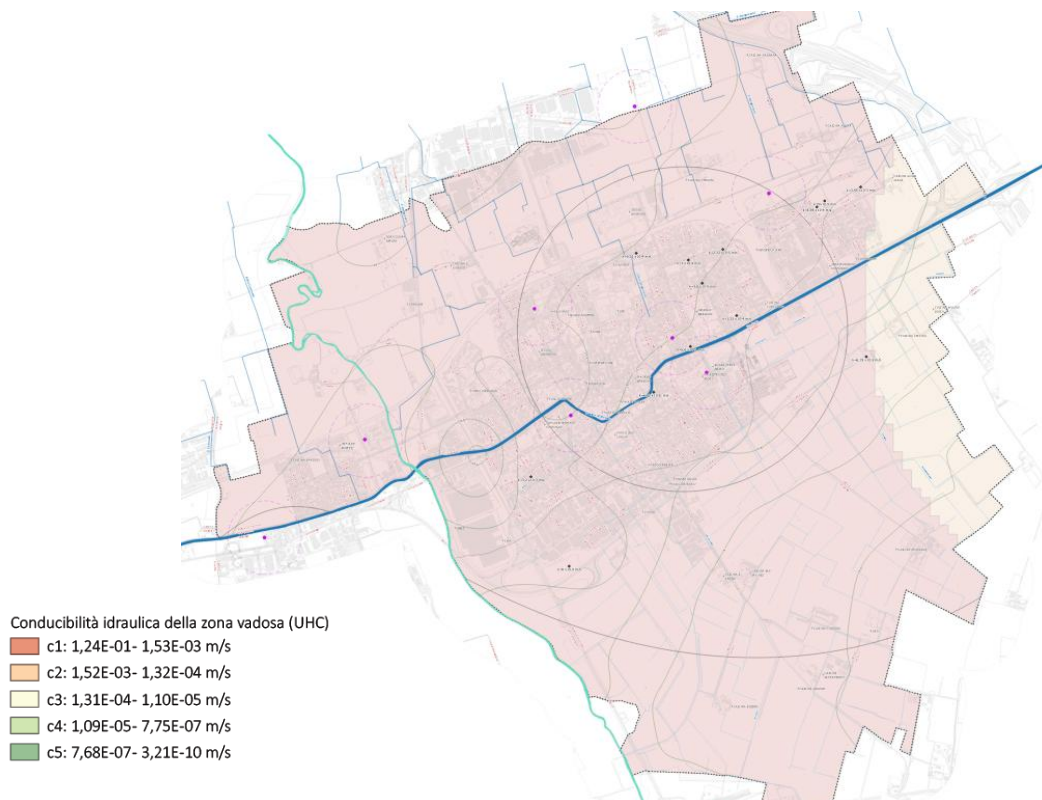


Figura 3 - Estratto della Tavola 2.8 - Carta della fattibilità delle opere di infiltrazione delle acque pluviali

3.3.3 Vulnerabilità dell'acquifero

La vulnerabilità intrinseca di un acquifero esprime una caratteristica idrogeologica che indica la facilità con cui un inquinante generico, idroveicolato, a partire dalla superficie topografica raggiunge la falda e la contamina.

Questa per il territorio considerato dipende sostanzialmente da quattro fattori:

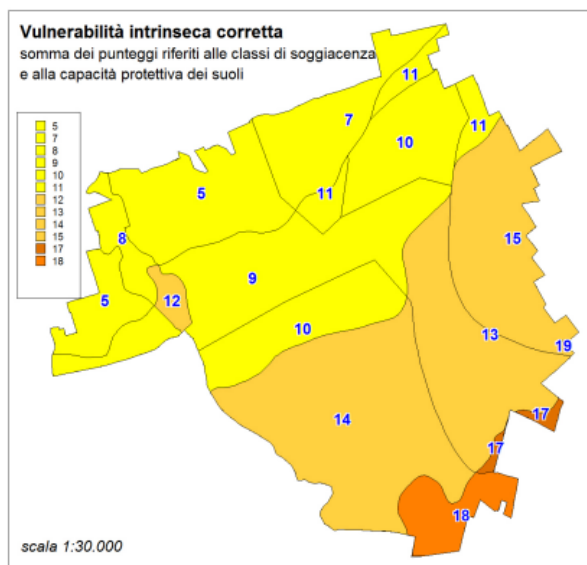
- caratteristiche litologiche e di permeabilità del non saturo;
- soggiacenza della falda libera;



- caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di circolazione delle acque sotterranee in falda;
- presenza di corpi idrici superficiali.

Il territorio comunale ha individuato una vulnerabilità alta dell'acquifero, sostanzialmente a causa della limitata soggiacenza della falda freatica rispetto al p.c.

Il territorio è stato suddiviso in due parti a diversa vulnerabilità, utilizzando come soglia il valore di soggiacenza pari a 6 m: il territorio posto a sud è caratterizzato da una soggiacenza minore di 6m ed una vulnerabilità ALTA, mentre la parte a nord, con soggiacenza tra i 6 e i 15m è MEDIO-ALTA. I valori soglia utilizzati si riferiscono al settembre 2010, in condizioni di falda "alta" e in un periodo di massima risalita della falda. Si può quindi ritenere che si tratti di valori sufficientemente cautelativi nel breve periodo, ma senz'altro da verificare con adeguato dettaglio a distanza di diversi anni. Si raccomanda pertanto una particolare attenzione nei riguardi della salvaguardia della qualità chimico fisica dell'acquifero freatico in fase di progettazione e realizzazione dei nuovi insediamenti antropici ad uso sia residenziale che produttivo.

**VULNERABILITA' INTRINSECA CORRETTA**

E' ricavata dall'incrocio tra le aree a diversa soggiacenza e a diversa capacità protettiva dei suoli; quest'ultima espressa come Capacità Protettiva Elevata, Moderata/Elevata, Moderata, Bassa (da Studio pedologico del territorio comunale di Gorgonzola; rea srl, 1998)

(I caratteri litologici e granulometrici dello strato di sedimenti non saturi ghiaioso-sabbiosi tra suolo e falda freatica sono considerati, sulla base dei dati disponibili, omogenei nell'area considerata e dunque non influiscono sulla zonazione della vulnerabilità)

Matrice vulnerabilità	Capacità protettiva	elevata	moderata/elevata	moderata	bassa
Soggiacenza freatica	punteggio	1	2	3	4
> 9 m	4	5	6	7	8
6-9 m	8	9	10	11	12
3-6 m	12	13	14	15	16
< 3m	16	17	18	19	20

Nel box la rappresentazione cartografica di questo passaggio

I punteggi sono raccolti in 3 classi di Vulnerabilità intrinseca

colore	punteggi	classi di vulnerabilità
	5-11	medio-alta
	12-16	alta
	17-20	molto alta

Figura 4 – Tav. 6 - Vulnerabilità idrogeologica (allegata alla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT)

3.3.4 Idrografia superficiale

3.3.4.1 Reticolo idrografico principale

Il corso d'acqua di maggiore importanza, all'interno del territorio comunale, è rappresentato dal Torrente Molgora, che appartiene al reticolo principale di competenza Regionale come riportato nell'Allegato A alla DGR 4229 del 23 ottobre 2015 e s.m.i.



Il Torrente Molgora tuttavia, pur appartenendo al reticolo principale, manca di fasce P.A.I.; per la caratterizzazione e la definizione delle criticità di tale corso d’acqua, si è fatto pertanto riferimento allo “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona*”, disposto dall’Autorità di Bacino del fiume Po nel 2004 e al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po.

Il Torrente Molgora scorre con direzione circa Nord-Ovest Sud-Est e costituisce in parte il limite occidentale del Comune di Gorgonzola. Esso nasce nei rilievi collinari della Brianza lecchese in Comune di Colle Brianza e procede verso sud, lungo la zona pedecollinare e nel territorio comunale di Usmate dove riceve il contributo del Torrente Molgoretta. A valle di tale immissione, il Molgora prosegue con un tracciato sinuoso, fino a confluire nel Canale Muzza in territorio di Truccazzano, senza ricevere affluenti significativi.

La presenza di vaste zone irrigate, in particolare dei sistemi che fanno capo al Naviglio Martesana e al Canale Villoresi, apporta al bacino del Molgora quantità non indifferenti di acqua provenienti dall’esterno del bacino stesso.

3.3.4.2 Reticolo Idrografico di Bonifica

Naviglio Martesana

Il Naviglio Martesana nasce come canale irriguo fra il 1457 ed il 1463 e successivamente viene allacciato alla cerchia interna dei navigli milanesi, consentendo in questo modo la navigazione dall’Adda al Ticino. Attualmente, il Naviglio Martesana, è ritornato a coprire le funzioni per le quali è stato realizzato. Attualmente il comprensorio della Martesana presenta una superficie di circa 23’300 ha dei quali risultano irrigui circa 11’800 ha, pari al 51% della superficie territoriale, con una rete derivata di circa 600 m.

Il Naviglio Martesana è inserito nell’Allegato C – “*Individuazione del reticolo idrico di competenza del Consorzi di bonifica*” della D.G.R. n. 698 del 24 ottobre 2018, tuttavia costituisce uno di quei corsi d’acqua appartenenti al demanio idrico fluviale la cui gestione è già stata trasferita dal 2011, con deliberazioni di Giunta regionale, ai Consorzi di Bonifica. Attualmente il Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi si occupa della gestione e manutenzione diretta delle sole bocche di derivazione, lasciando agli utenti la cura delle varie porzioni di rete di distribuzione.

Il Naviglio, per la sua natura artificiale, è soggetto a funzioni di controllo delle portate con relativa regimazione delle acque e pertanto non appare soggetto ad esondazioni.

Le fasce di rispetto ai fini dell’esercizio della polizia idraulica sono pari a 10 m sul Canale Martesana, che è parte della “rete primaria” del Consorzio.

Reticolo di Bonifica secondario e terziario

Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza a nord della Martesana di un reticolo di canali con acque derivate dal Canale Villoresi e pertanto di competenza del Consorzio Est Ticino-Villoresi, mentre la rete a sud del Canale Martesana appartiene ad altri consorzi e a privati (57% del reticolo).



Relativamente al reticolo consortile, in Tabella 4 si riporta l’elenco dei canali appartenenti al reticolo di bonifica terziario.

Tabella 4 - Elenco di canali appartenenti al Reticolo di bonifica terziario

<i>nome</i>	<i>funzione</i>	<i>elenco AA.PP.</i>	<i>Cod.Sibiter</i>
8 Cernusco	irrigua	no	R01S17C15
8bis Cernusco	irrigua	no	R01S17C16
2 Gorgonzola	irrigua	no	R01S18C22
2bis Gorgonzola	irrigua	no	R01S18C23
3 Gorgonzola	irrigua	no	R01S18C24
5 Gorgonzola	irrigua	no	R01S18C26

L’assetto dei canali irrigui del Consorzio Villoresi, e dei proprietari privati, è stato radicalmente alterato dalla realizzazione dell’autostrada tangenziale esterna est Milano (TEEM). Essa ha interrotto e modificato i percorsi dei canali “3 Gorgonzola” e “5 Gorgonzola” nell’intorno della strada.

Sulla rete secondaria le fasce variano da 5 a 10 m, e sulla rete terziaria da 5 a 6 m. A Gorgonzola, a parte la Martesana, sono presenti solo canali della rete terziaria e la fascia di rispetto risulta sempre pari a 5 m per lato, misurabili a partire dal piede esterno degli argini o dal ciglio di sponda.

La lunghezza dei corpi idrici della rete terziaria appartenenti alla rete consortile è pari complessivamente a 11’903 m sul territorio di Gorgonzola, che significa almeno il doppio in termini di spazio occupato dall’area bagnata.

3.3.5 Reticolo idrografico di competenza privata

I tratti idrici presenti a sud del Naviglio Martesana e derivati dallo stesso, sono di proprietà di privati non meglio definiti; la concessione alla derivazione di questi tracciati è gestita dal Consorzio Est Ticino-Villoresi e i tracciati stessi risultano esclusi dalla normativa sulle acque pubbliche e sulle bonifiche.

In sede di confronto con i tecnici comunali è stato evidenziato che vi sono alcuni tratti tombinati, tuttavia non è stata reperita una cartografia relativa al reticolo idrografico che distinguesse i tratti a cielo aperto da quelli tombinati. In particolare tale aspetto può costituire una criticità nel momento in cui le rogge sono utilizzate unica rete di smaltimento delle acque meteoriche senza che si preveda un’adeguata gestione dei canali e controllo delle portate.

3.3.6 Reticolo idrografico Minore

Dallo studio del reticolo idrico comunale non risultano presenti all’interno del territorio del Comune di Gorgonzola tracciati idrici di competenza comunale. Si segnala tuttavia la presenza di un’unica testa di fontanile, semi abbandonato, con breve asta, ormai inattivo. Il Fontanile, detto “delle Galline”, si trova al limite sud-est del territorio, al confine col Comune di Bellinzago L.

La testa e l’asta, per quanto ancora rappresentati sulla base topografica, non sono segnalati nella cartografia del Parco Sud Milano e del PTCP dell’Area Metropolitana (Tav.2 sez.1), probabilmente per la scarsa riconoscibilità e



l’inattività attuali. Il punto è tuttavia censito dal Consorzio Villoresi e risulta uno dei più settentrionali della pianura milanese. Inoltre, il punto è schedato dal Progetto FonTe (Tutela e valorizzazione dei fontanili del territorio lombardo – Facoltà di Agraria Milano / URBIM, Quaderni della Ricerca n.144/2012): è indicato come “inattivo” e privo di alimentazione e scarico; di “nessun pregio”, ma con valenza “ecologica”.

Il PGT comunale riporta la perimetrazione del fontanile con relativa fascia di rispetto alla quale è stata attribuita specifica classe di fattibilità geologica.

3.4 CRITICITÀ IDRAULICHE EVIDENZIATE

3.4.1 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) è stato approvato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n.2/2016 del 3 marzo 2016. Successivamente si è aperta la fase di revisione e aggiornamento del Piano e in data 29 dicembre 2020 con Deliberazione n.3, la Conferenza Istituzionale Permanente ha adottato il Progetto di aggiornamento del PGRA ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006.

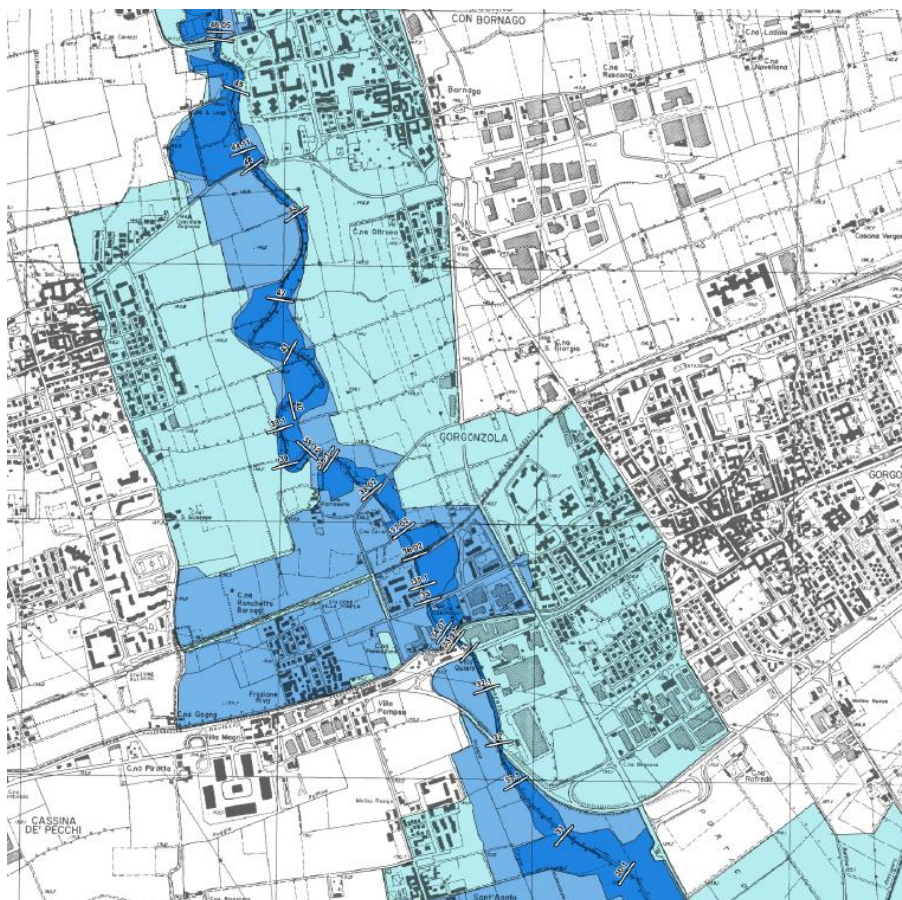
In seguito al processo di revisione del PGRA, è stato approvato dall’Autorità di Bacino del fiume Po, con Decreto n. 58 del 26/08/2024, l’*“Aggiornamento delle fasce fluviali del PAI Po e delle mappe delle aree allagabili del PGRA - torrente Molgora e sistema idrografico delle Trobbie fino alla confluenza nel canale Muzza”*. Si riporta in Figura 5 la mappa di pericolosità relativa al territorio comunale di Gorgonzola, aggiornata ai sensi del decreto 58/2024.

Le aree interessate da eventi alluvionali sono delimitate per tre scenari di piena: frequente (TR 20-50 anni), poco frequente (TR 100-200 anni) e raro (TR fino a 500 anni). Le aree vengono individuate per ambiti territoriali: reticolo idrografico principale (RP), reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM), reticolo idrografico secondario di pianura (RSP), aree costiere lacuali (ACL).

Nel caso del Torrente Molgora, appartenente all’ambito del Reticolo Principale (RP), i tempi di ritorno di riferimento per ogni scenario alluvionale sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5 - Scenario di inondazione di riferimento per il Torrente Molgora

Scenario	Pericolosità	Tempo di ritorno
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	P3 (elevata)	10 - 20 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	P2 (media)	100 - 200 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	P1 (bassa)	500 anni



Aree allagabili - PGRA (RP)

- **P3-H - Alluvioni frequenti-elevata probabilità**
- **P2-M - Alluvioni poco frequenti-media probabilità**
- **P1-L - Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi**

Figura 5 - Estratto della Tav. 02 del Progetto di variante al PAI “Torrente Molgora da Lomagna alla confluenza nel canale della Muzza” Aggiornamento della delimitazione delle aree allagabili del PGRA (giugno 2023)

L’Autorità di bacino del Fiume Po e le Regioni hanno inoltre svolto un’analisi approfondita per l’individuazione, fra tutte le aree allagabili, di quelle a rischio significativo (ARS), in quanto caratterizzate da elevate portate di piena, da rilevante estensione delle aree inondabili, coinvolgimento di insediamenti abitativi e produttivi di grande importanza, infrastrutture strategiche e principali vie di comunicazione.

Il territorio comunale di Gorgonzola ricade all’interno dell’area a rischio significativo regionale definita RL12 denominata “da Caponago a Truccazzano - Torrente Molgora”.

Per le aree a rischio significativo a scala regionale, sono state messe a punto misure specifiche di carattere generale. Di tali misure si riportano in Tabella 6 quelle relative agli aspetti di difesa del suolo (M2 prevenzione e M3 protezione).

**Tabella 6 - Misure specifiche per la gestione del rischio – Parte difesa del suolo (Prevenzione e protezione)**

N ARS	Corso d'acqua - ARS	OBIETTIVO GENERALE DI DISTRETTO - Obiettivo di ARS	Misura	Autorità responsabile / Livello di responsabilità
RL12	da Caponago a Truccazzano - Torrente Molgora	ASSICURARE MAGGIORE SPAZIO AI FIUMI - Preservare le aree esterne all'alveo inciso compatibili con l'espansione e la laminazione della piena di riferimento	Delimitare le Fasce Fluviali	AdbPo
RL12	da Caponago a Truccazzano - Torrente Molgora	MIGLIORARE LA CONOSCENZA DEL RISCHIO Aggiornare e migliorare la conoscenza del pericolo e del rischio di inondazione	Aggiornare lo studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino alla luce degli eventi del 2014 e delle trasformazioni nell'uso del suolo intervenute	Regione Lombardia
RL12	da Caponago a Truccazzano - Torrente Molgora	MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI Garantire un livello di sicurezza adeguato agli elementi esposti ricadenti entro le aree inondabili	Predisporre la progettazione e individuare le fonti di finanziamento per la realizzazione di un'area di laminazione delle piene del T. Molgora	Regione Lombardia
RL12	da Caponago a Truccazzano - Torrente Molgora	MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI Garantire una adeguata manutenzione degli alvei e dei sistemi difensivi.	Pianificare ed attuare una adeguata manutenzione dei sistemi difensivi esistenti	Regione Lombardia

3.4.2 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po" (PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po con Deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001 e successivamente approvato con DPCM 24 maggio 2001, nel corso degli anni è stato oggetto di successive modifiche.

In particolare con Decreto n. 58 del 26/08/2024 è stato approvato dall'Autorità di Bacino del fiume Po, l'"*Aggiornamento delle fasce fluviali del PAI Po e delle mappe delle aree allagabili del PGRA - torrente Molgora e sistema idrografico delle Trobbie fino alla confluenza nel canale Muzza*", che rappresenta un Progetto di aggiornamento del Piano di bacino distrettuale del fiume Po e che è stato predisposto dalla Segreteria tecnico operativa allo scopo di aggiornare, in conformità ai commi 4 bis e 4 ter dell'articolo 68 del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i., gli Elaborati n. 3 (Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico) e n. 8 (Tavole di



delimitazione delle Fasce fluviali) del PAI-Po, tramite l'introduzione della delimitazione delle fasce fluviali sul torrente Molgora e sul sistema idrografico delle Trobbie nell'Elaborato n. 8 del PAI.

In Figura 6 si riporta un estratto della cartografia PAI aggiornata con la delimitazione delle fasce PAI, coerenti col PGRA, per il territorio comunale di Gorgonzola.

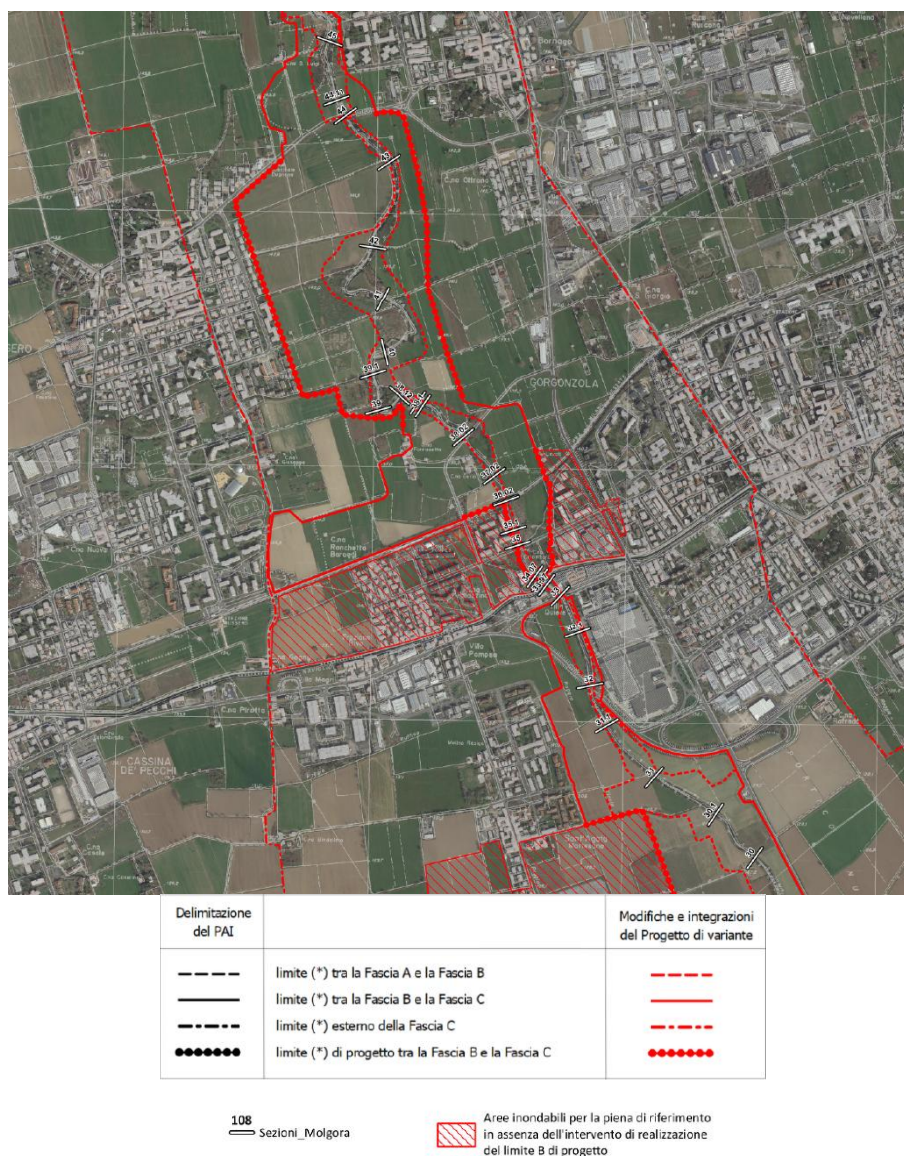


Figura 6 – Estratto della Tav. 02 del Progetto di variante al PAI "Torrente Molgora da Lomagna alla confluenza nel canale della Muzza" (giugno 2023)



3.4.3 Piano di emergenza comunale

Il Comune di Gorgonzola ha approvato con Delibera del Consiglio Comunale 94/2017 del 14 novembre 2017 il Piano di Emergenza Comunale (PEC).

Il documento comprende la valutazione del Rischio idraulico relativo al reticolo idrografico principale e conclude l'analisi escludendo un tipo di dissesto in grado di provocare conseguenze attese superiori alla classe R1, per cui il rischio idraulico viene valutato come Moderato nel territorio comunale di Gorgonzola.

L'eventualità dell'esondazione del Torrente Molgora è stata affrontata nel documento che pertanto fornisce indicazioni relative a:

- **Attivazione dell'emergenza:** in caso di esondazione vanno determinate le zone esondate, numero di abitanti e edifici a rischio, è possibile stabilire un sistema di preallarme dalla Prefettura in base alle condizioni meteorologiche e prevedere degli osservatori lungo il Torrente per diramare l'avviso tempestivamente dell'esondazione imminente;
- **Norme di comportamento della popolazione:** si forniscono delle indicazioni generali circa le misure da intraprendere nel caso di esondazione;
- **Attività di prevenzione:** *"l'alveo del Torrente Molgora periodicamente dovrà essere monitorato per eliminare tronchi ed altri rifiuti ingombranti che possano formare dighe naturali nei punti critici, favorendo l'esondazione. I punti critici, sono ponti (via Mattei e via Buoizzi) e l'attraversamento del Naviglio Martesana (via Alzaia Martesana)".*

3.4.4 Componente geologica del PGT

Le criticità idrauliche maggiori evidenziate nella componente geologica del PGT sono imputabili al reticolo idrografico e alla presenza di pozzi idropotabili, per i quali è necessario il rispetto di specifiche norme al fine di garantire la potabilità della risorsa.

Nella carta dei vincoli della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT per quanto riguarda la parte idraulica sono indicate le limitazioni derivanti dalle fasce di rispetto dei pozzi pubblici ad uso potabile indicate come zone di tutela e rispetto delle captazioni idropotabili e le fasce di rispetto di dei corsi d'acqua.



AREE DI RISPETTO DEI POZZI

Ai sensi art. 94 D.Lgs 152 del 3 aprile 2006



zona di rispetto (comma 4 art. 94) di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione (comma 6 art. 94)



zona di tutela assoluta: almeno 10 m di raggio dalla captazione (comma 3 art. 94)



zona di rispetto (comma 4 art. 94) delimitata con metodo cronologico
La disciplina di tutela entra in vigore all'atto di approvazione della delimitazione dell'area di salvaguardia da parte dell'organo competente. In assenza di approvazione rimane in vigore la delimitazione secondo il criterio geometrico di 200 m intorno alla captazione. Eventuali modifiche rispetto alla delimitazione richieste dall'organo competente non comportano varianti al presente documento

FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA



fascia di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo Principale di competenza regionale, definito ai sensi dell'Allegato A alla DGR 7/13950 del 1 agosto 2003
Fascia di 10 m ai sensi del RD 523/1904.
La fascia è misurata a partire dal piede esterno degli argini o, in assenza degli stessi, dal ciglio di sponda.
Le attività vietate nella fascia sono indicate nell'art. 96 del RD 523/1904, quelle consentite previa autorizzazione nel 97 e 98, quelle che necessitano di "nulla osta" idraulico nell'art. 59



fascia di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo Principale di competenza del Consorzio Est Ticino-Villoresi.
Fascia di 10 m ai sensi del RD 368/1904.
La fascia è misurata a partire dal piede esterno degli argini o, in assenza degli stessi, dal ciglio di sponda.
Le attività vietate nella fascia sono indicate nell'art. 133 del RD 368/1904, quelle consentite previa autorizzazione nel 134 e 135, quelle che necessitano di "nulla osta" idraulico nell'art. 138



fascia di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo appartenente a Consorzi di Bonifica (Est Ticino-Villoresi), definito ai sensi della DGR 7/20552 del 11 febbraio 2005.
Fascia di 10 m misurata a partire dal piede esterno degli argini o, in assenza degli stessi, dal ciglio di sponda.
Le attività vietate nella fascia sono indicate nell'art. 133 del RD 368/1904, quelle consentite previa autorizzazione nel 134 e 135, quelle che necessitano di "nulla osta" idraulico nell'art. 138

Figura 7 – Tav. 9 – Vincoli (allegata alla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT)



3.5 INQUADRAMENTO DELLA RETE FOGNARIA COMUNALE

3.5.1 Schema fognario e criticità segnalate dal gestore

3.5.1.1 Bacini scolanti

La rete di fognatura di Gorgonzola convoglia le acque raccolte all'interno del collettore intercomunale (Figura 8), che trasporta i reflui raccolti fino al confinante comune di Melzo e, successivamente, 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.

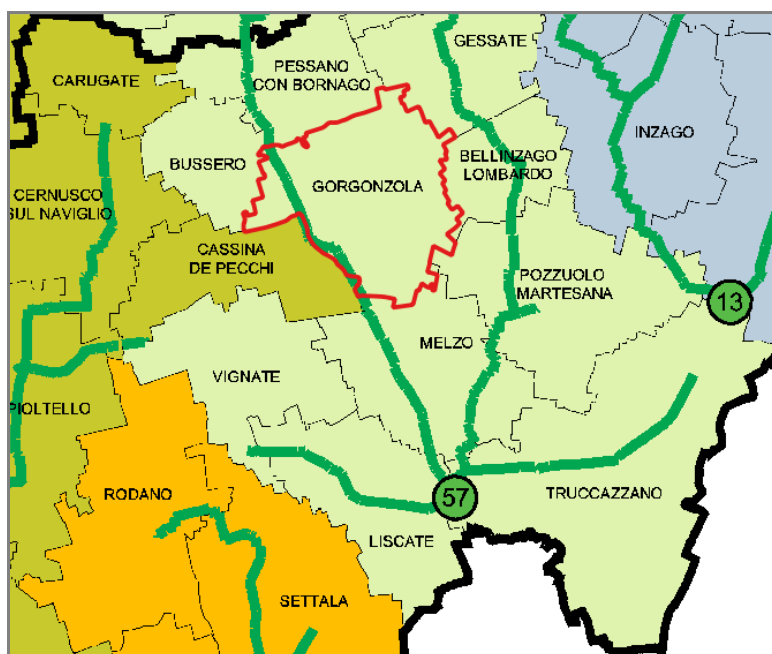


Figura 8 – Macro bacino di afferenza del comune di Gorgonzola

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 9.

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 10). 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.

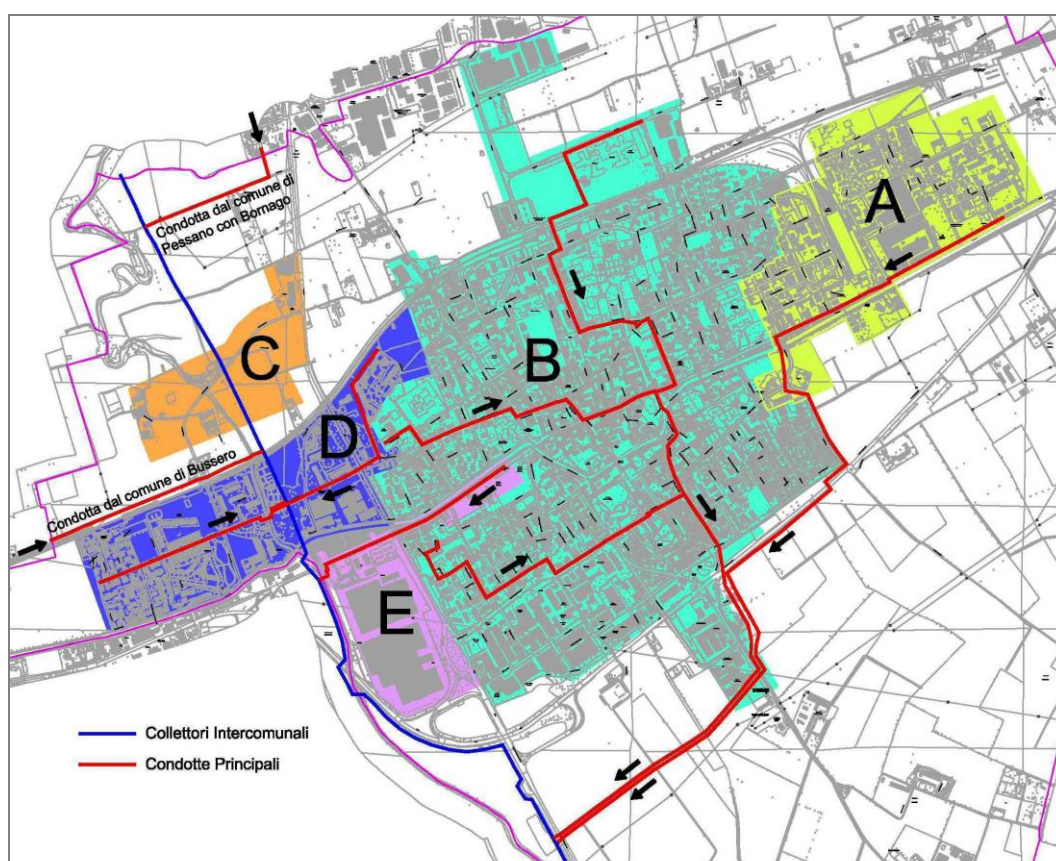


Figura 9 – Bacini di raccolta

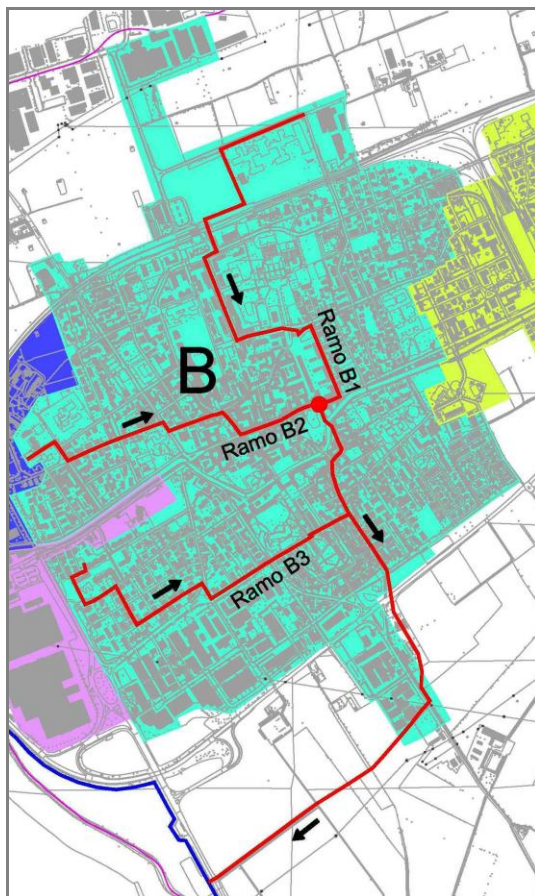


Figura 10 – Bacino di raccolta B

- Il **bacino di raccolta C** raccoglie le acque reflue di via Buozi. 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 Buozi, 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.

3.5.1.2 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 mista 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 rete di acque miste, in altri casi si prevede lo scarico al suolo tramite pozzo perdente accoppiato con un manufatto disoleatore, mentre le acque di sfioro sono recapitate nel Corpi Idrici Superficiali (CIS).

3.5.1.3 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 Buozzi), monocomparto e interrata (Figura 11). I volumi delle vasche corrispondono, rispettivamente, a 281 m³ (VPP Via Milano) e 202 m³ (VL Via B. Buozzi).

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



Figura 11 - Inquadramento planimetrico dell’ubicazione delle vasche di prima pioggia e laminazione

3.5.1.4 Punti critici monitorati e criticità evidenziate dal gestore

Attualmente sono stati identificati 7 punti ritenuti a criticità bassa, ovvero sfioratori che, per caratteristiche fisiche e funzionali, necessitano di manutenzione programmata.

Tabella 7 – Elenco delle principali criticità della rete fognaria e soggette a monitoraggio e manutenzione ordinaria

ID	Via	Tipo di criticità	Cameretta iniziale	Cameretta finale	Note
1	Via Enrico Mattei	Sfioratore	913	/	Di linea con scarico in C.I.S.
2	FUORI AMBITO STRADALE	Sfioratore	1062	/	Di linea con scarico in C.I.S.
3	FUORI AMBITO STRADALE	Sfioratore	1085	/	Di linea con scarico in C.I.S.
4	Via Bruno Buoizzi	Sfioratore	1091	/	Di linea con scarico in C.I.S.
5	FUORI AMBITO STRADALE	Sfioratore	1126	/	Di linea con scarico in C.I.S.
6	Via Milano	Sfioratore	1673	/	Di linea con scarico in C.I.S.
7	Via Milano	Sfioratore	1736	/	Immissione vasca a tenuta



3.5.2 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 ed 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 sarà ultimata 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-Cambiagio-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%



3.6 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, k = 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 8 - Parametri LSPP al variare al 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.

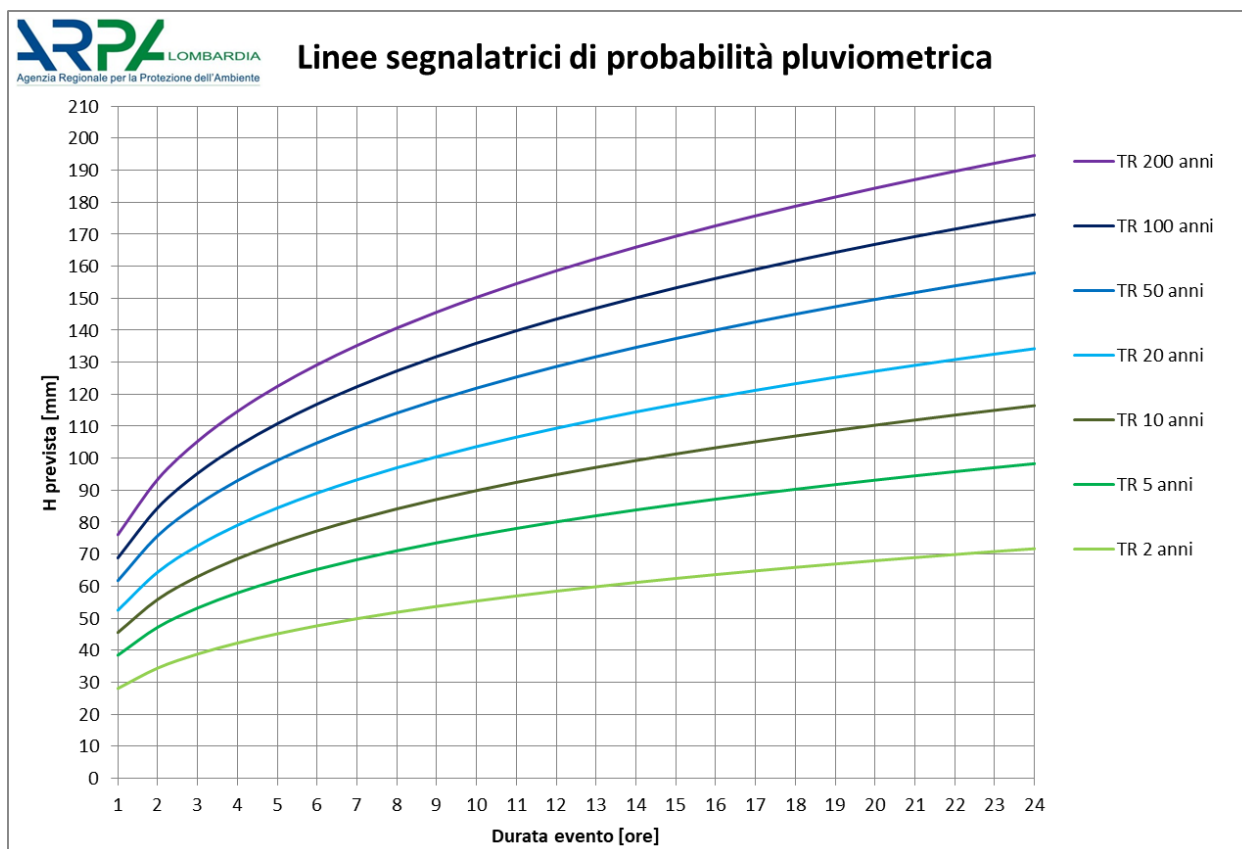


Figura 12 - Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

3.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NELLO SCENARIO DI STATO DI FATTO

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.

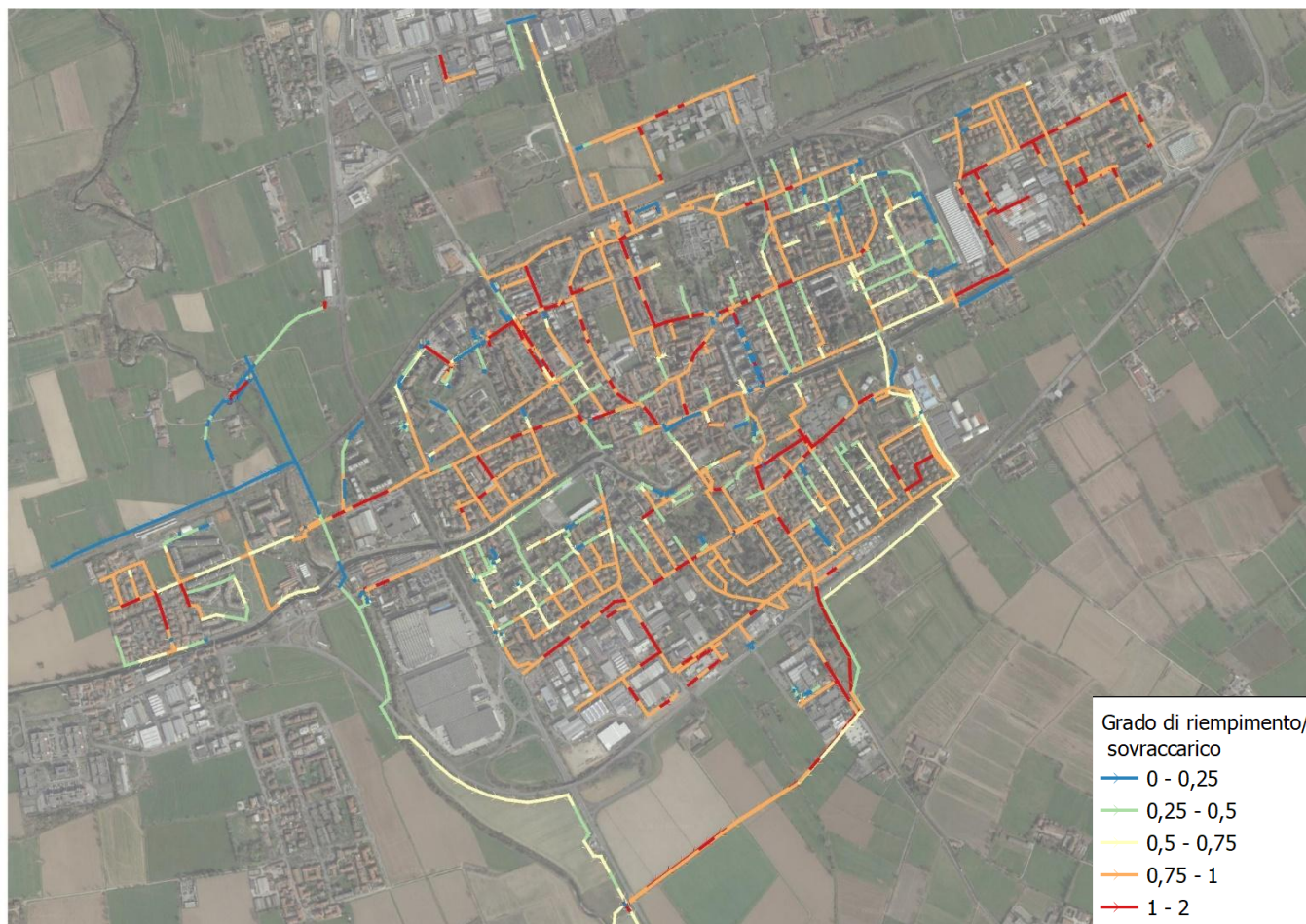


Figura 13 – Risultati dello stato di fatto – Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr2 anni



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 14 – Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi 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 15 - 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

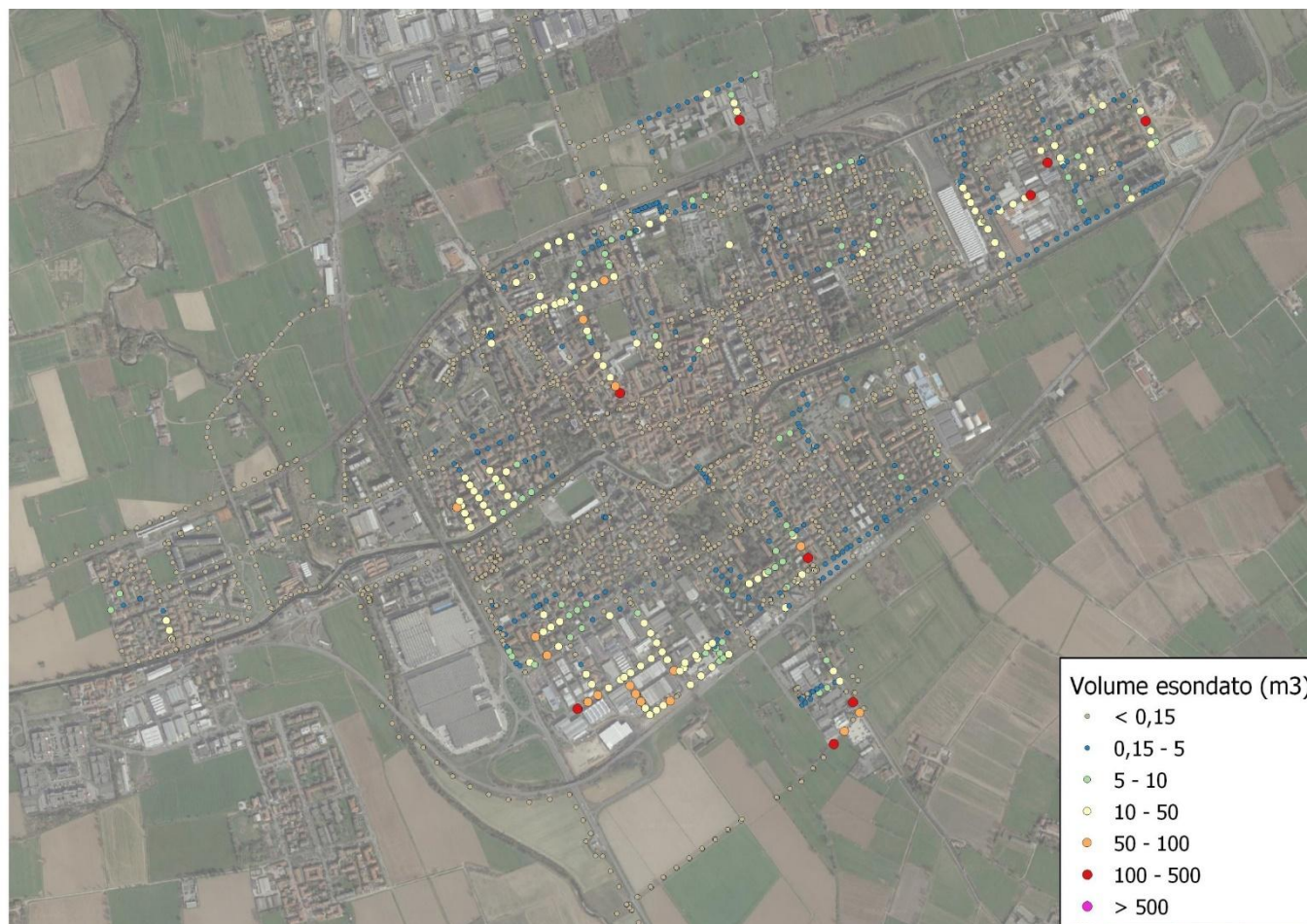


Figura 16 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr10 anni

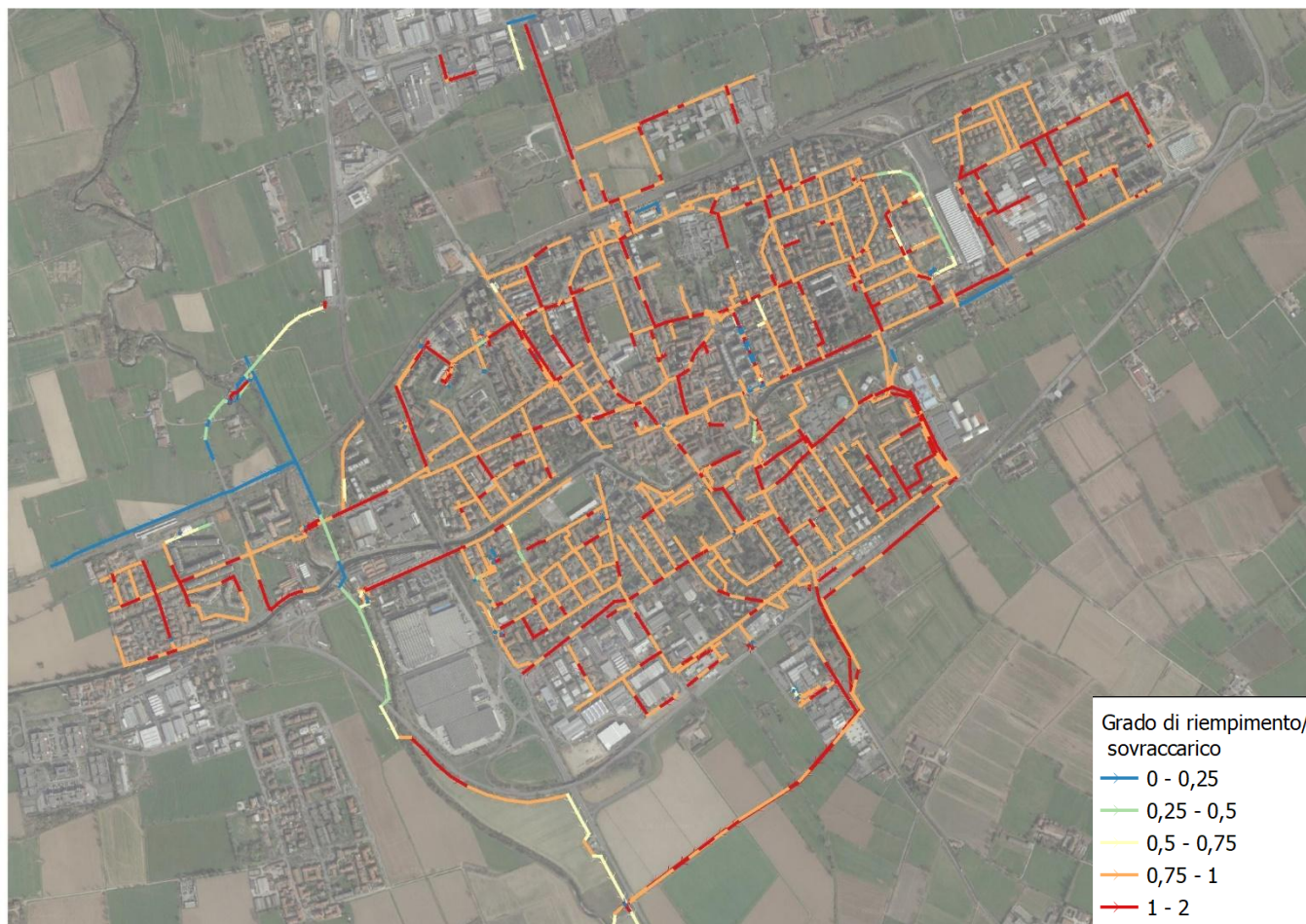


Figura 17 - Risultati dello stato di fatto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr50 anni



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

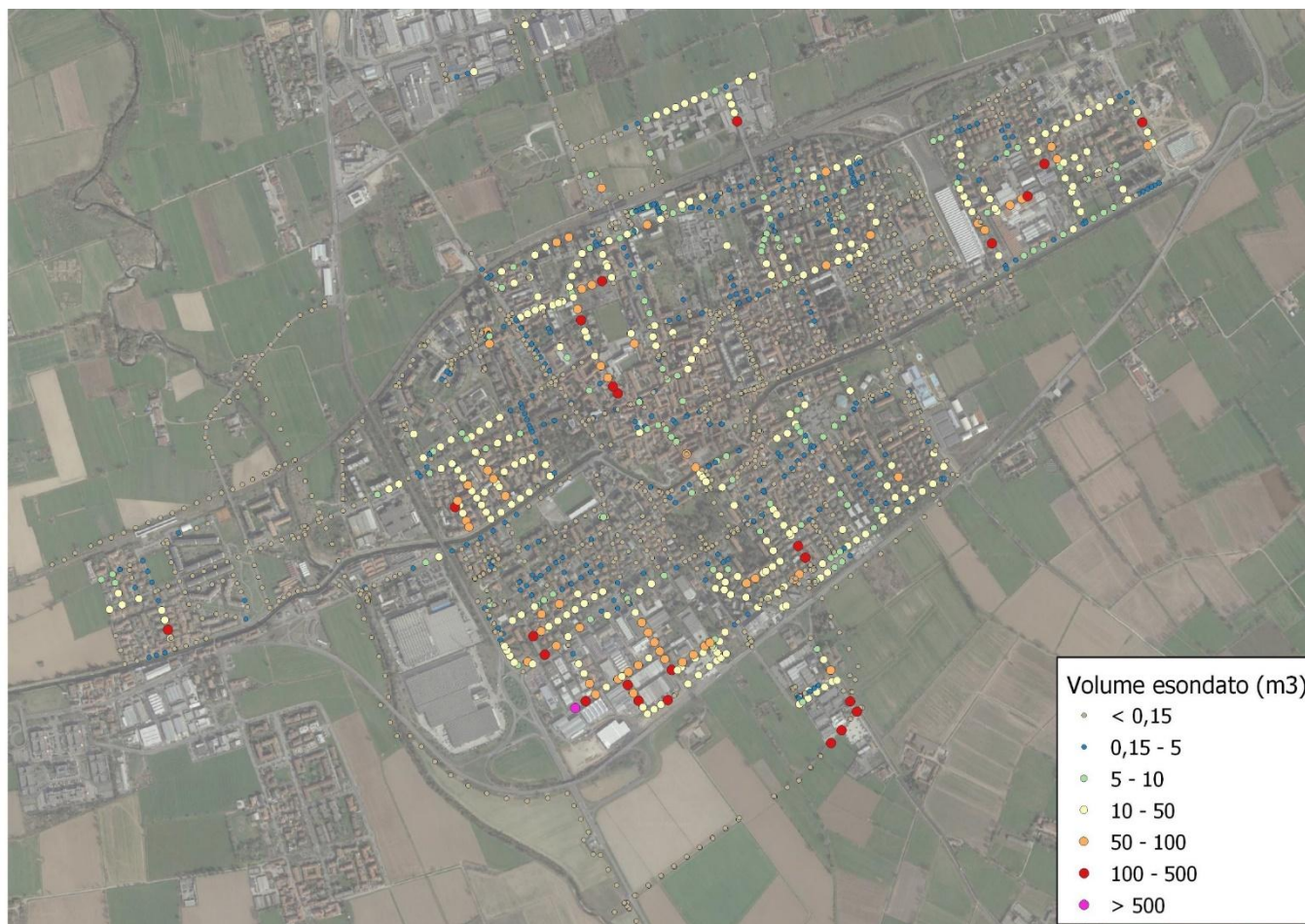


Figura 18 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr50 anni

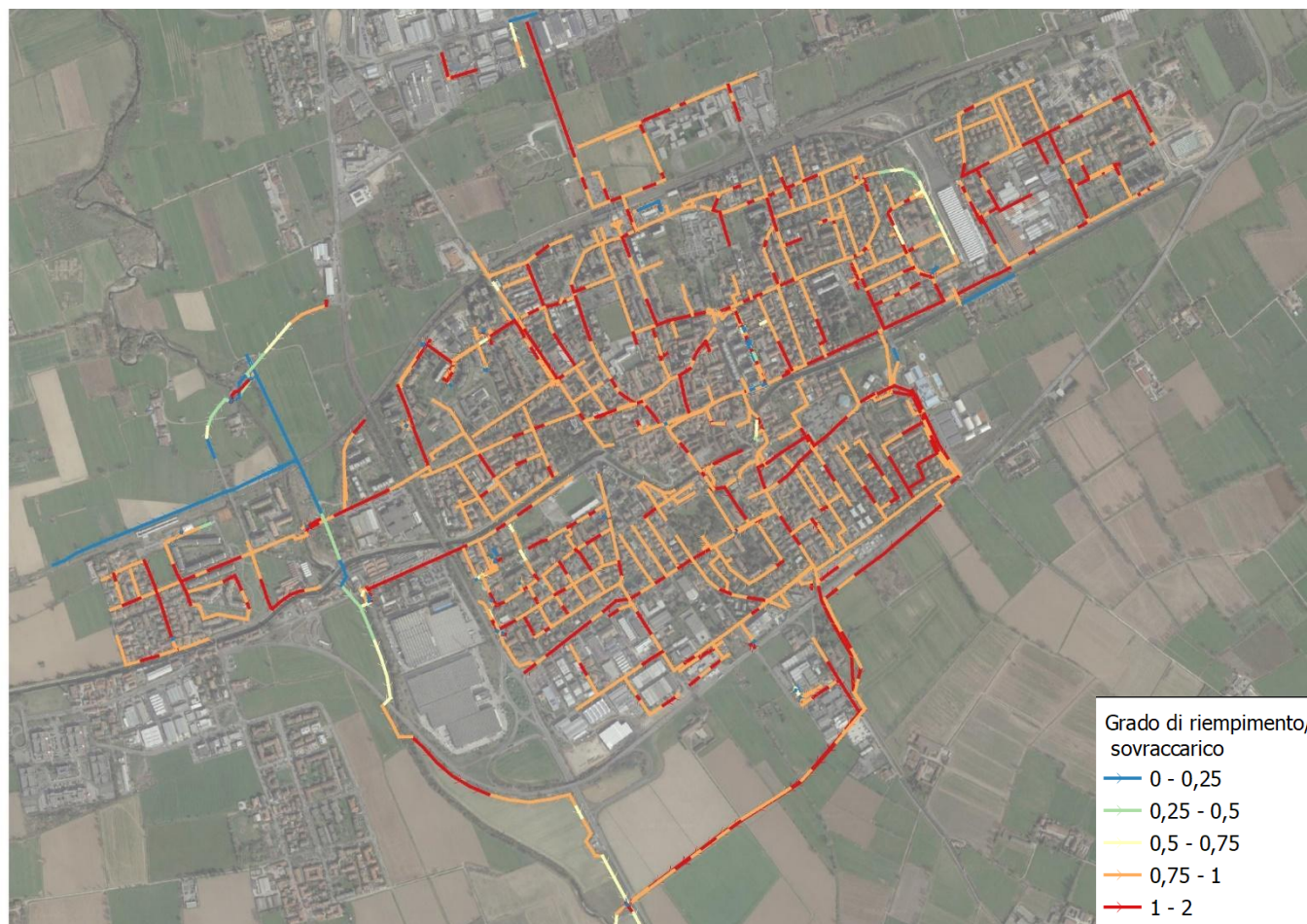


Figura 19 - Risultati dello stato di fatto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr100 anni



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

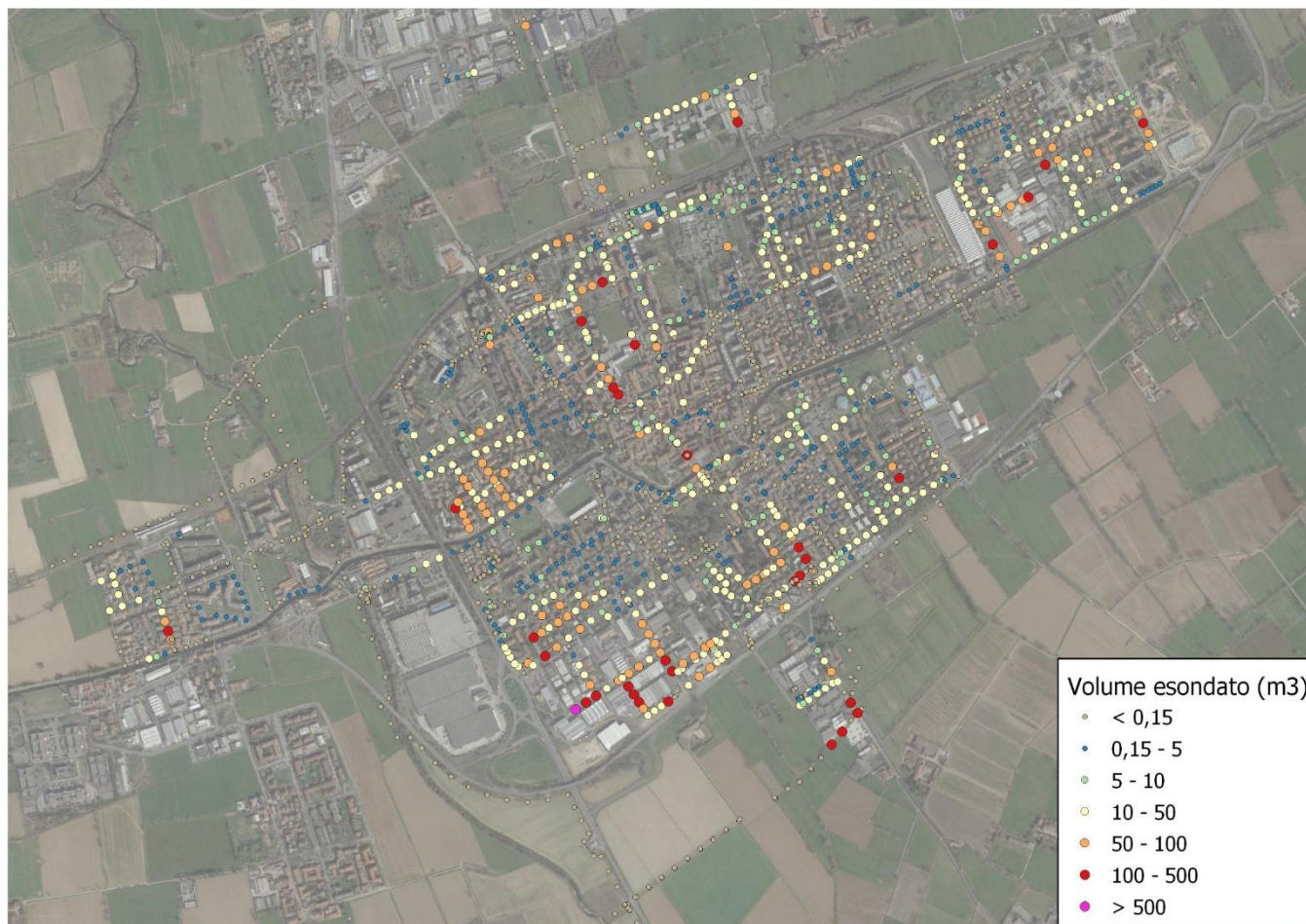


Figura 20 - Risultati dello stato di fatto – Esondazione nodi per Tr100 anni



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.

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.

3.1.1 Ruscamento superficiale

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



Figura 21 – Allagamento allo stato di fatto con TR 10 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

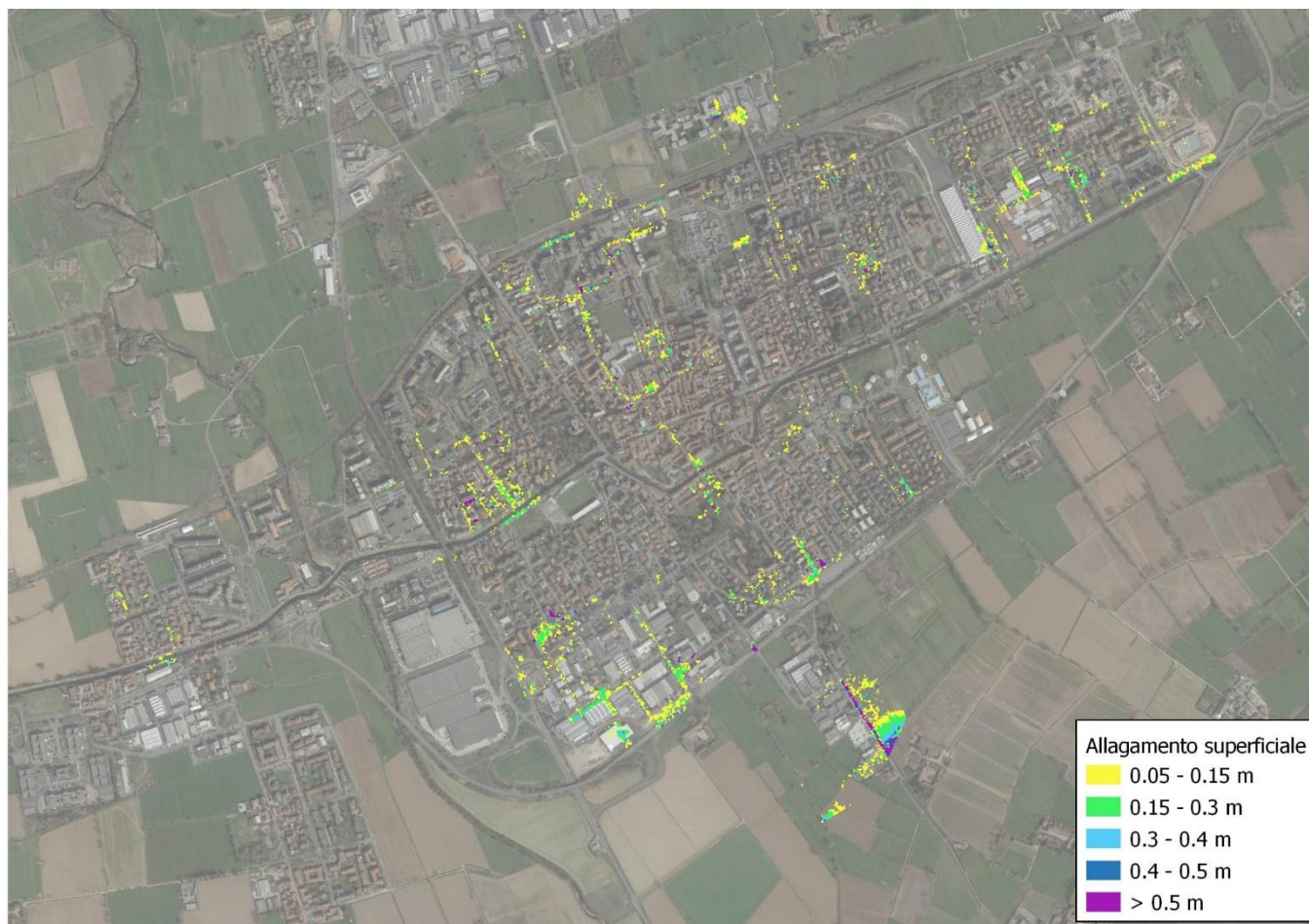


Figura 22 - Allagamento allo stato di fatto con TR 50 anni

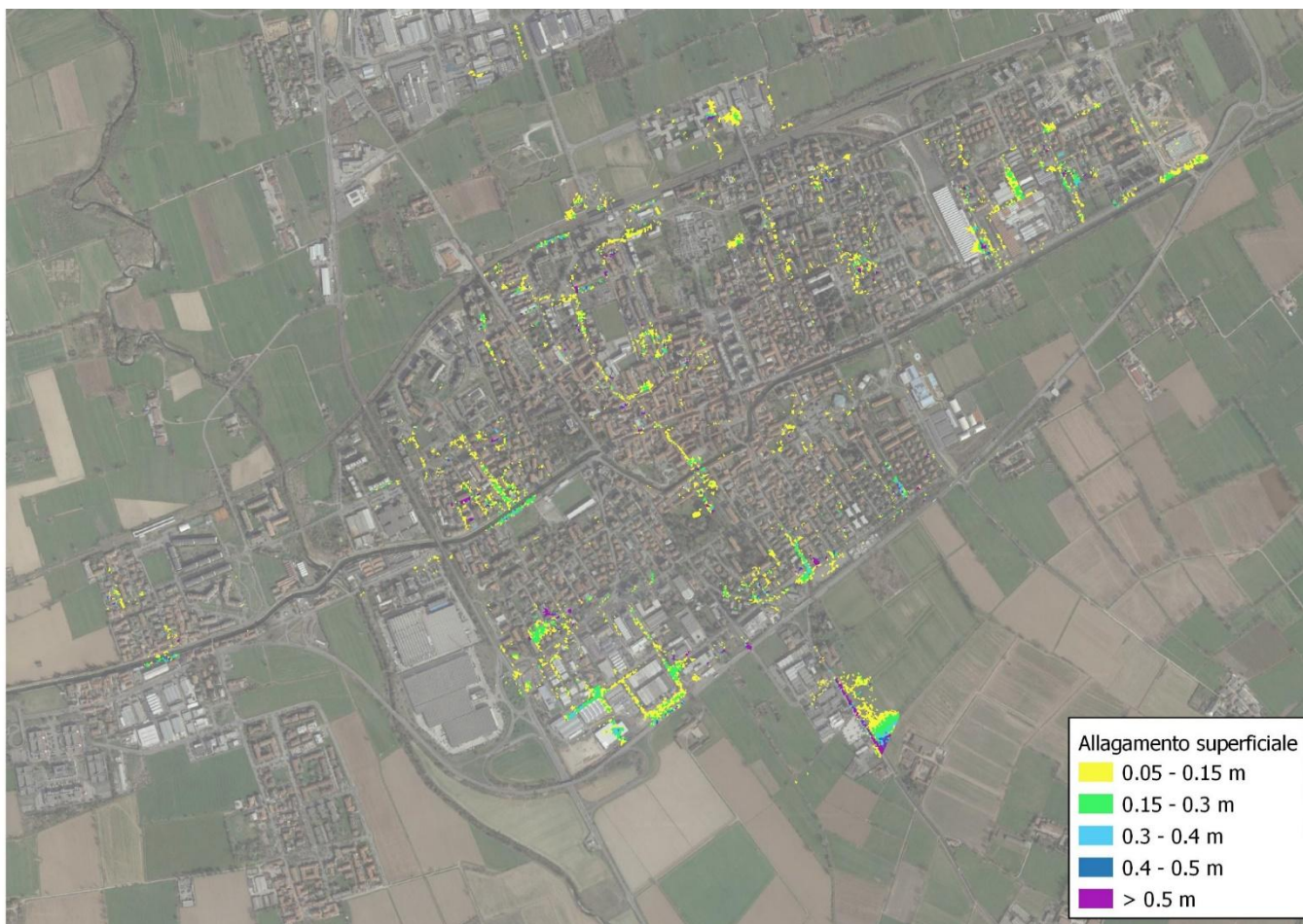


Figura 23 - Allagamento allo stato di fatto con TR 100 anni.



4. INTERVENTI STRUTTURALI E NON STRUTTURALI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROLOGICO A LIVELLO COMUNALE

Nei paragrafi seguenti sono riportati sinteticamente gli interventi previsti nello studio comunale di gestione del rischio idraulico riportati in Tavola 2.4 e descritti puntualmente nella relazione idraulica.

4.1 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.

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

4.1.1.1 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 m³, con un abbattimento del picco dell’onda di piena da 82,0 a 65,0 m³/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 m³) mentre l’abbattimento della portata è previsto da 70,0 a 45,0 m³/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.

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 24).

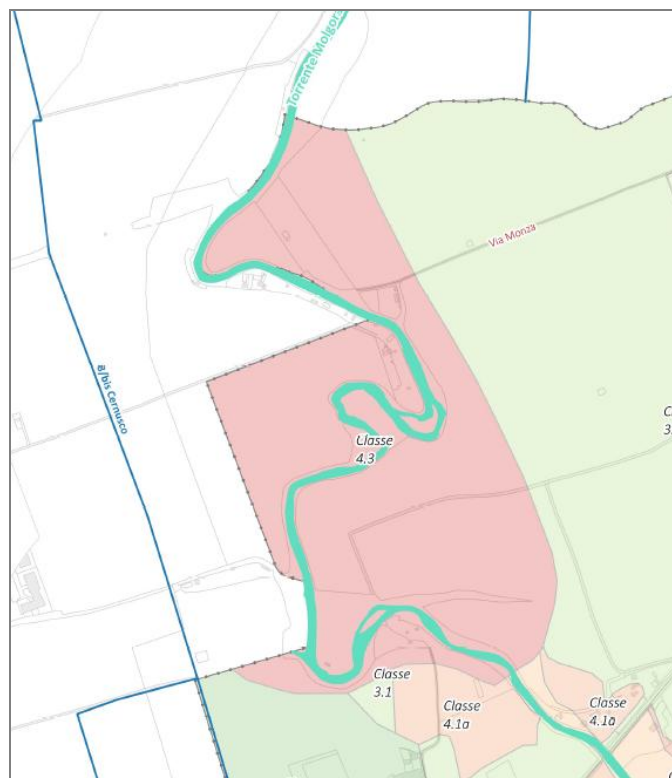


Figura 24 – Classe di fattibilità geologica 4.3 – Area dedicata alla vasca di laminazione

4.1.1 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 9).

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 Argentia)

Tabella 9 – 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 Argentia)	Eseguito	2019	Gorgonzola	



4.1.2 Interventi a piano investimenti CAP Holding

4.1.2.1 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 25 – 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 10 – 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.

4.1.3 Interventi proposti dallo Studio Comunale

4.1.3.1 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 26 si riporta la localizzazione dell'intervento IS06.

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 26 si riporta la localizzazione dell'intervento IS07.

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.



Figura 26 – Inquadramento degli interventi proposti

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.

4.1.3.2 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 27 si riporta la localizzazione dell’intervento IS08. 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.



Figura 27 – Inquadramento dell'intervento proposto

4.1.3.3 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 Argentinia. 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 28 - Inquadramento dell'intervento proposto

4.1.4 INS04 - Interventi per il rispetto dei limiti quantitativi allo scarico

Gli scarichi nei ricettori finali, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche sono regolamentati dal R.R. 7/2017. 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”. Secondo il comma 5, “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.



Il rispetto dei vincoli imposti dal R.R. 7/2017 potrà esser raggiunto creando vasche di accumulo dei volumi eccedenti quelli imposti dal regolamento, la cui ubicazione sarà da concordarsi in concertazione con il Comune ed il gestore del Sistema Idrico Integrato CAP Holding. L'opera idraulica per ogni bacino afferente allo scarico in questione dovrà presentare un volume globale riportato nelle tabelle seguenti nella configurazione stato di fatto e nella configurazione stato di progetto con gli interventi descritti nel paragrafo precedente. Si rimanda alla relazione idraulica per una descrizione più esaustiva dei calcoli.

Tabella 11 – Scarichi massimi ammissibili RR 7/2017 e volumi da invasare allo stato di fatto

ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	superficie scolante impermeabile ha	Q max consentita l/s	Q picco da modello l/s	Volume da modello m ³	Volume invasabile m ³
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		

Tabella 12 – Scarichi massimi ammissibili RR 7/2017 e volumi da invasare allo stato di progetto

ID sfioratore	ID scarico	Indirizzo	superficie scolante impermeabile ha	Q max consentita l/s	Q picco da modello l/s	Volume da modello m ³	Volume invasabile m ³
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		

4.1.5 Sintesi degli interventi strutturali proposti

In Tabella 13 si riporta una sintesi degli interventi precedentemente esposti, mentre in Tabella 14 sono evidenziati solamente quelli proposti. 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 § 4.1.3.1.

Tabella 13 - Sintesi degli interventi strutturali

OBJ_ID	INDIRIZZO	DESCRIZIONE	ID_PROBLEMATICHE	PRIORITÀ
IS01	Torrente Molgora	Realizzazione di una vasca di laminazione	Pt01;Pt02;Pt03;Pt04; Po01;Po02;Po03	Alta
IS03	Via Buozzi	Chiusura uscita verso scarico diretto	Pt08 (Intervento eseguito 2017)	/
IS04	Via Argentia	Rifacimento caditoie	(Intervento eseguito 2019)	/
IS05	Via del Parco/P.za della Chiesa SS Protaso e Gervaso/V.lo Corridoni	Intervento finalizzato alla riduzione delle acque parassite	Pt09	Alta
IS06	Via Piacenza c/o parcheggio	Realizzazione di una rete bianca per disconnessione dell'area parcheggio e recapito al suolo tramite opere di infiltrazione	Po04	Alta
IS07	Via Trento	Realizzazione di una rete bianca in affiancamento alla mista con recapito al suolo tramite opere di infiltrazione	Po04	Media
IS08	Via Porta/via Cattaneo/via Cascina Rafredo	Realizzazione di una rete bianca in affiancamento alla mista con recapito nella roggia Libera Serbelloni	Po05	Media
IS09	Via Cazzaniga	Realizzazione di due caditoie in via Cazzaniga	Ln08	Media

Gli interventi strutturali proposti sono sintetizzati nella tabella seguente, suddivisi secondo i criteri illustrati qui di seguito:

- Nella sezione “REGIONE” rientrano tutti gli interventi previsti a livello sovracomunale e, se noti, i volumi di laminazione;
- Nella sezione “SII” rientrano tutti gli interventi che sono di competenza del gestore del servizio idrico integrato (CAP);
- Nella sezione “EDGE” rientrano gli interventi inerenti alle disconnessioni di reti meteoriche che possono avere effetti positivi sulla rete di drenaggio urbano;
- Nella sezione “COMUNE” rientrano gli interventi di competenza comunale;
- Nella sezione “RETICOLO MINORE” rientrano gli interventi che riguardano il reticolo idrico minore;
- Nella sezione “PRIVATI – AMBITI DI TRASFORMAZIONE e PIANI ATTUATIVI” rientrano gli interventi che sono di competenza dei privati;
- Nella sezione “PTUA” rientrano le vasche a servizio degli sfioratori per il PTUA, con l’indicazione del volume di laminazione complessivo calcolato per tutti gli sfioratori al fine del rispetto dei limiti allo scarico in corso d’acqua.



Tabella 14 – Tabella riassuntiva degli interventi

Area	Intervento	Problematiche	Categoria	Volume (mc)	Piano investimenti SII
REGIONE					
	IS01 - Vasca di laminazione		Laminazione con strutture superficiali	650'000	
		Po01 - T. Molgora - Pericolosità L: Area potenzialmente interessata da alluvioni rare			
		Po02 - T. Molgora - Pericolosità M: Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti			
		Po03 - T. Molgora - Pericolosità H: Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti			
SII					
	IS03 - Chiusura uscita verso scarico diretto		Altro		Sì
	IS04 - Rifacimento caditoie in via Argentia		Altro		Sì
	IS05 - Intervento finalizzato alla riduzione delle acque parassite (rif. Commessa 7116)		Altro		Sì
	IS09 - Realizzazione due nuove caditoie		Altro		
	Ln08 - Rete: Ristagni sulla sede stradale c/o dosso pedonale				
EDGE					
	IS06 - Via Piacenza c/o parcheggio: si prevede la realizzazione di rete bianca per disconnettere l'apporto delle acque meteoriche alla rete fognaria mista proveniente dal parcheggio		Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito al suolo		
		Po04 - Insufficienza della rete e tratti di contropendenza della rete nell'area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta			
	IS07 - Via Trento: si prevede la realizzazione di rete bianca per disconnettere l'apporto delle acque meteoriche alla rete fognaria mista		Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito al suolo		
		Po04 - Insufficienza della rete e tratti di contropendenza della rete nell'area compresa tra via Trieste e Strada Cascina Antonietta			
	IS08 - Via Porta/via Cattaneo/via Cascina Rafredo: si prevede la realizzazione di rete bianca per disconnettere l'apporto delle acque meteoriche dalla rete fognaria mista		Disconnessione dalla rete mista tramite realizzazione di rete acque bianche e recapito in roggia		



Area	Intervento	Problematiche	Categoria	Volume (mc)	Piano investimenti SII
		Po05 - Insufficienza della rete e tratti di contropendenza della rete nell'area compresa tra via Porta, via Cattaneo e via Cascina Rafredo			
Comune					
	NESSUN INTERVENTO				
RETICOLO MINORE					
	NESSUN INTERVENTO				
PRIVATI - AMBITI DI TRASFORMAZIONE					
	Rispetto volumi di invarianza ai sensi del RR 7/2017			13'516	
PTUA					
	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			7'300	
		Pt05 - Sfiatore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 913			
		Pt06 - Sfiatore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1062			
		Pt07 - Sfiatore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1085			
		Pt08 - Sfiatore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1091			
		Pt09 - Sfiatore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1126			
		Pt10 - Sfiatore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1673			
		Pt11 - Sfiatore: criticità potenziale, occorre manutenzione cam. 1736			



4.2 MISURE NON STRUTTURALI INDIVIDUATE

4.2.1 Descrizione delle misure non strutturali individuate

Le misure non strutturali indicate per il comune di Gorgonzola, trattate più approfonditamente nella relazione idraulica, sono di seguito sintetizzate.

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



mananze 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 1 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 1 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.

4.2.2 Sintesi delle misure non strutturali proposte

Di seguito si riporta una sintesi delle misure non strutturali proposte.

Tabella 15 – Misure non strutturali proposte

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 tominati
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



OBJ_ID	INDIRIZZO	ID_ PROBLEMATICHE	DESCRIZIONE
			allertamento 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

4.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NELLO SCENARIO DI STATO DI PROGETTO

Nelle figure sottostanti sono riportate le mappe rappresentanti la percentuale 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 riportati gli allagamenti sul territorio comunale generati dalla fuoriuscita di acqua dai pozzetti della fognatura nodi per i tempi di ritorno 10, 50 e 100 anni.

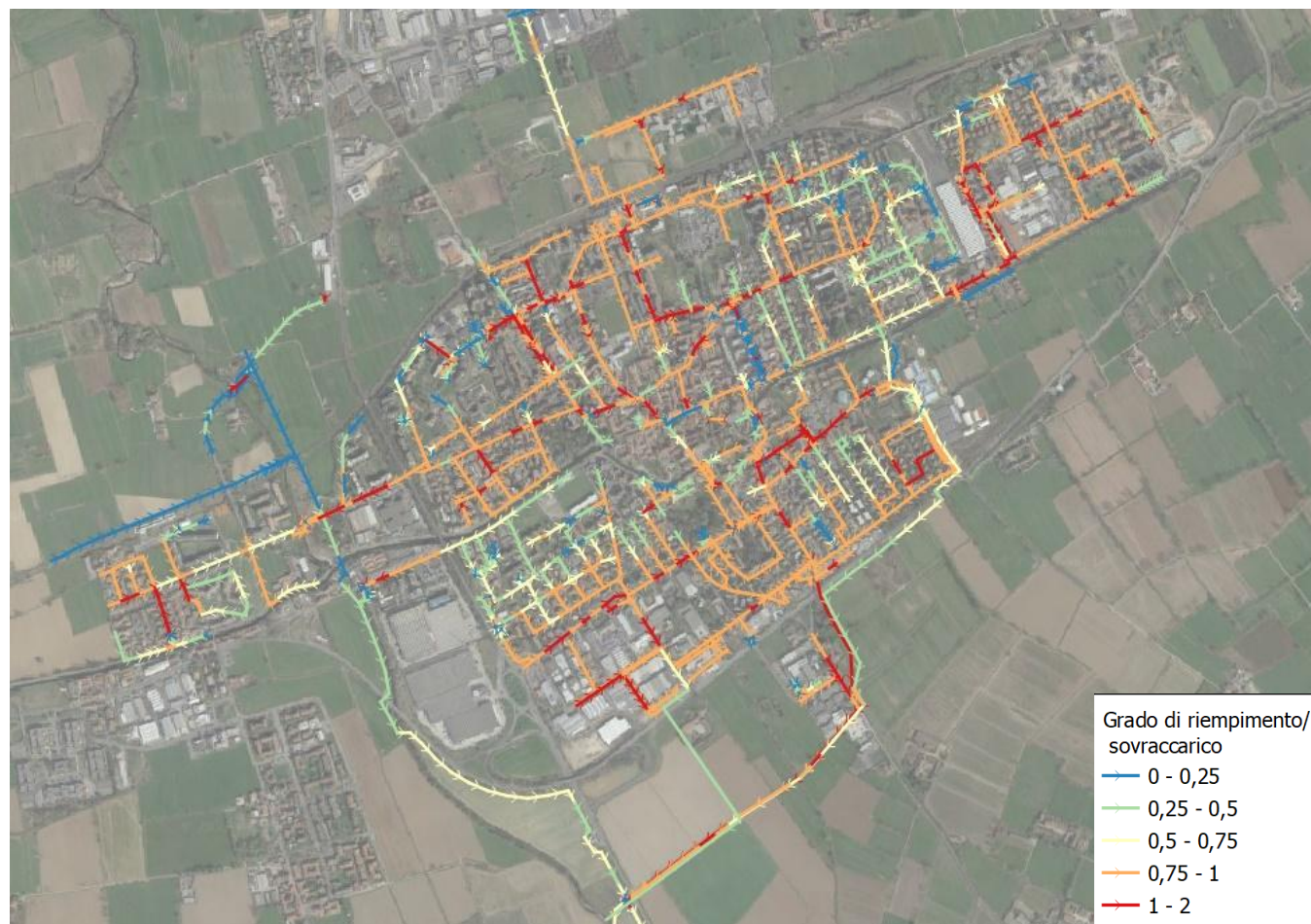


Figura 29 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr2 anni



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

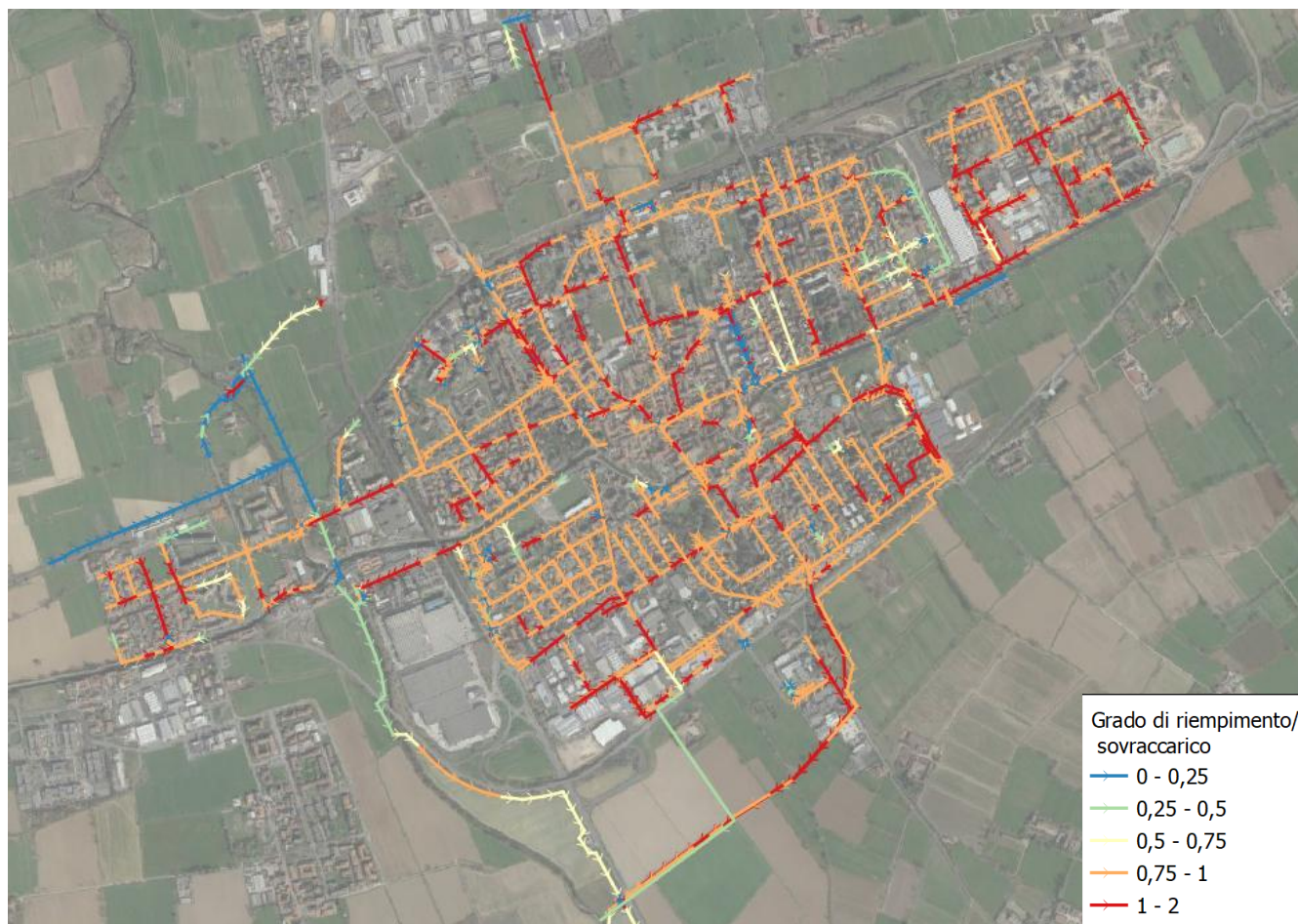


Figura 31 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr10 anni



Figura 32 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr10 anni

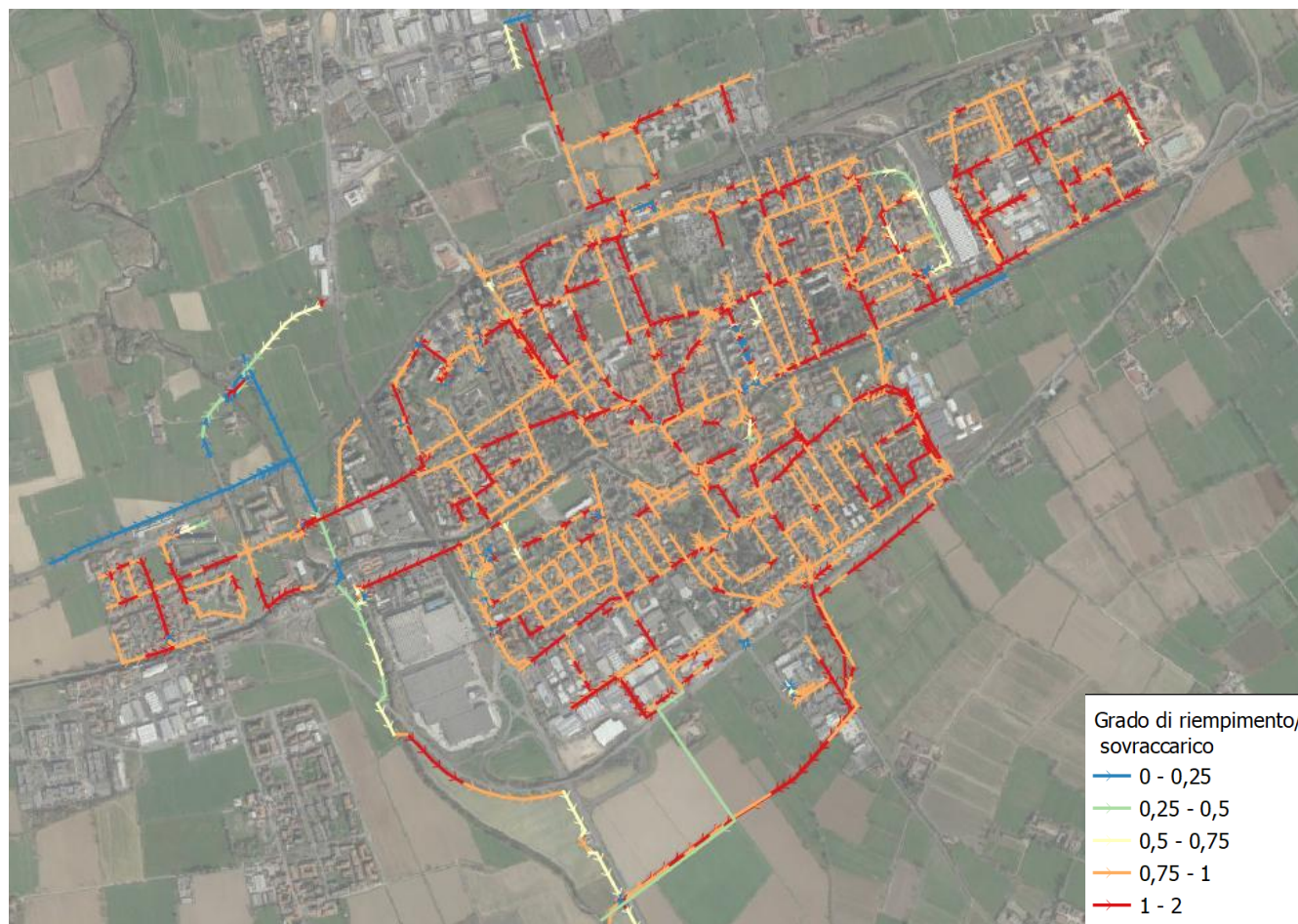


Figura 33 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr50 anni

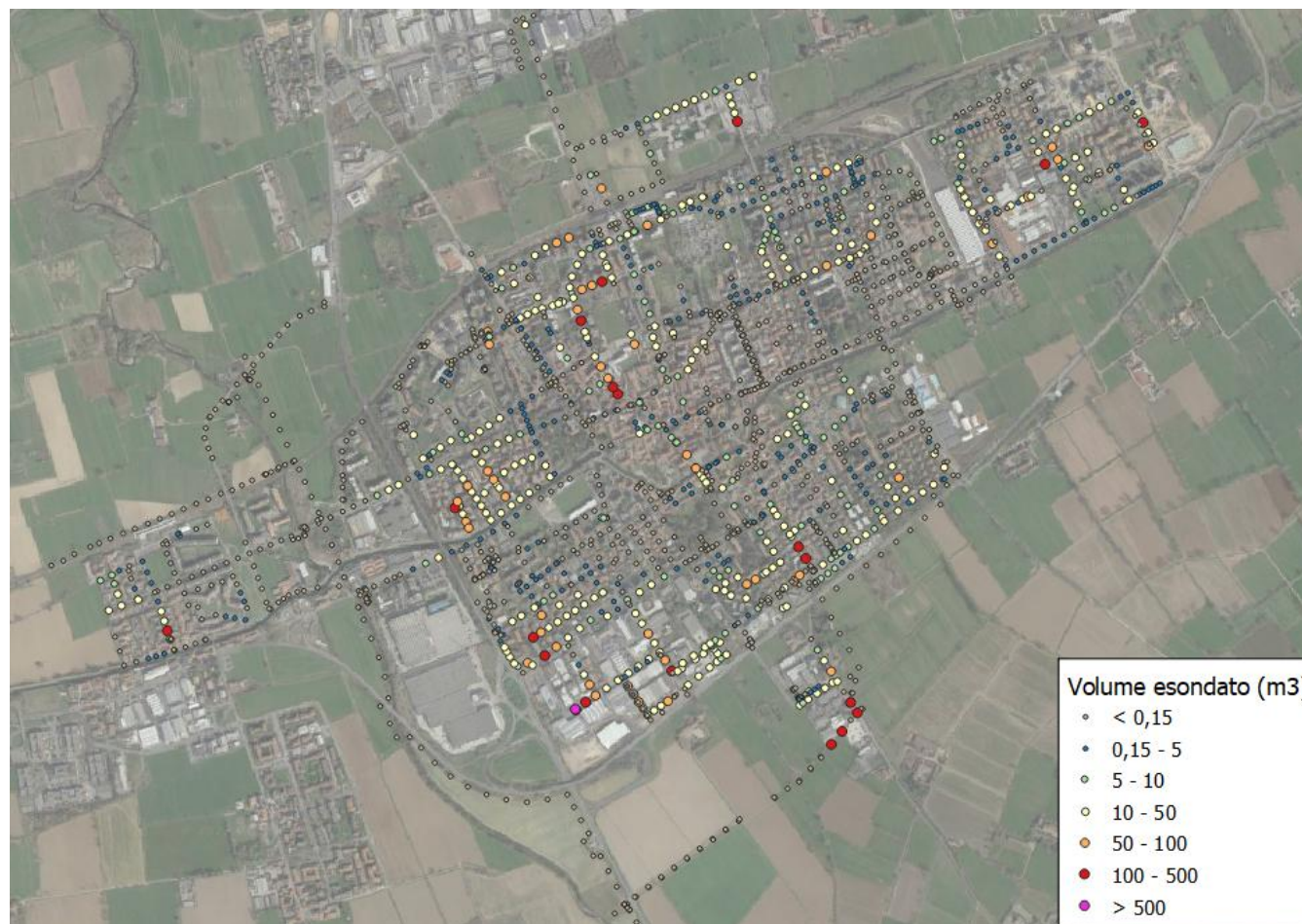


Figura 34 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr50 anni

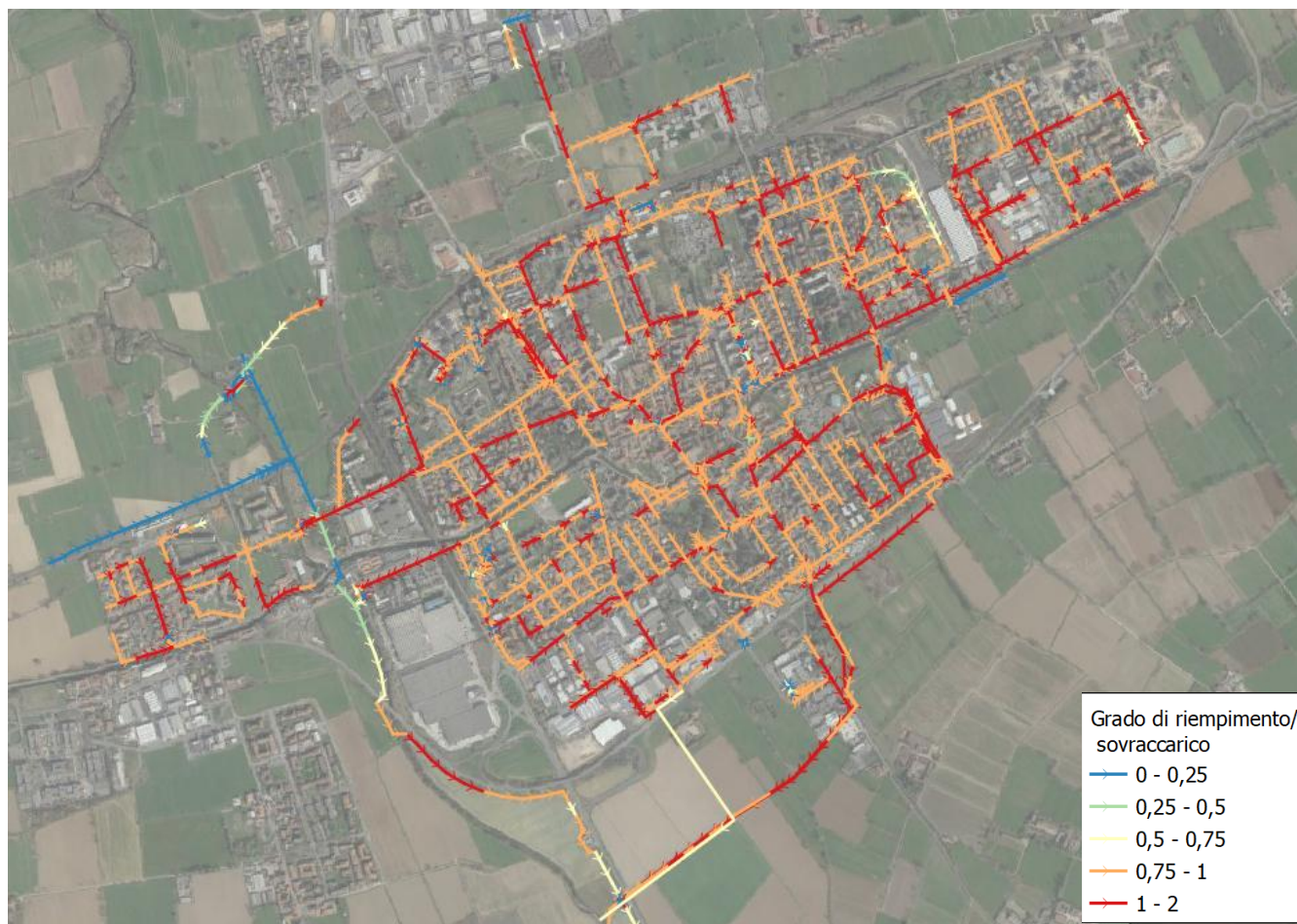


Figura 35 - Risultati dello stato di progetto - Grado di riempimento e sovraccarico delle condotte per Tr100 anni

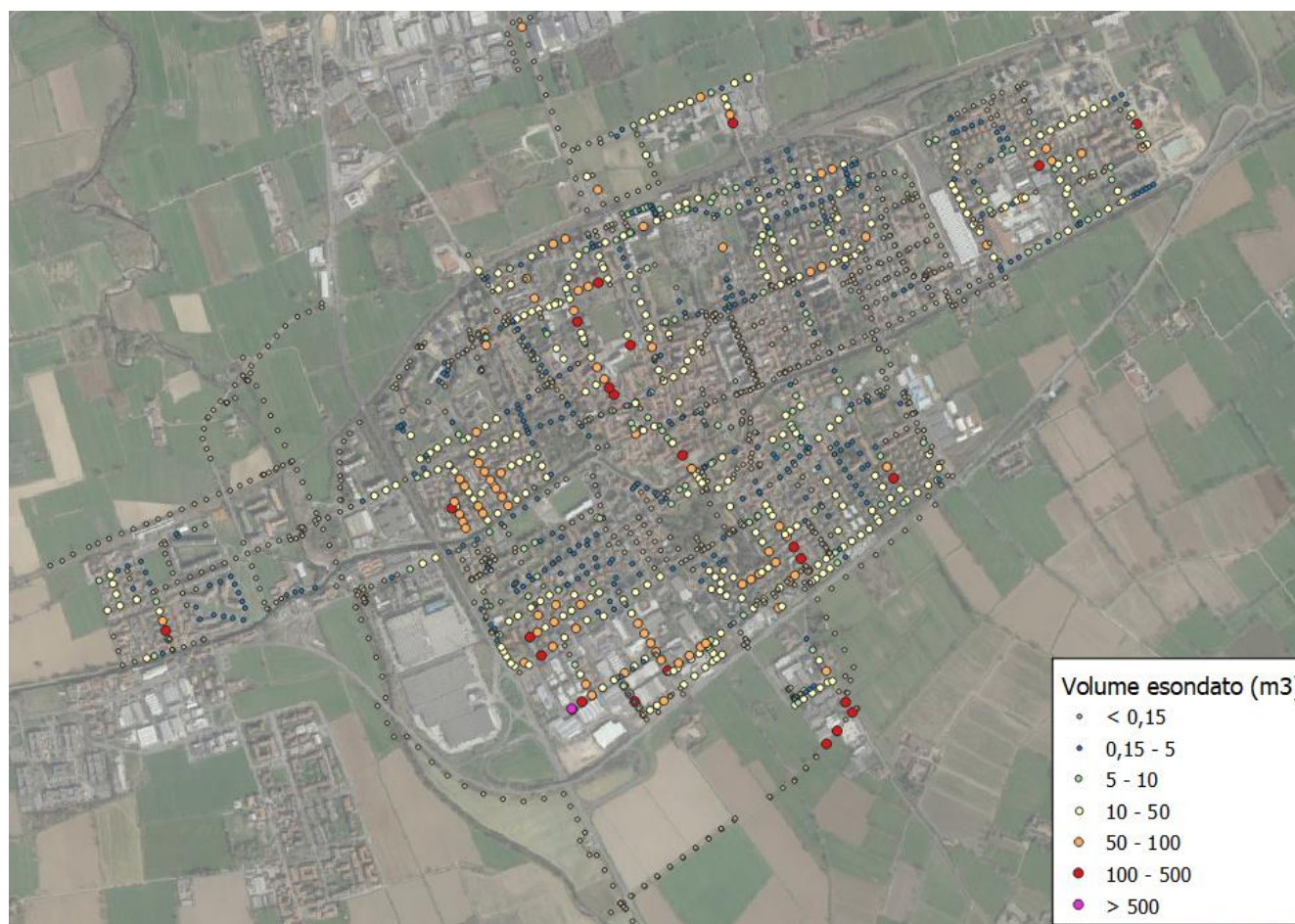


Figura 36 - Risultati dello stato di progetto – Esondazione nodi per Tr100 anni



Figura 37 - Allagamento allo stato di progetto con TR 10 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

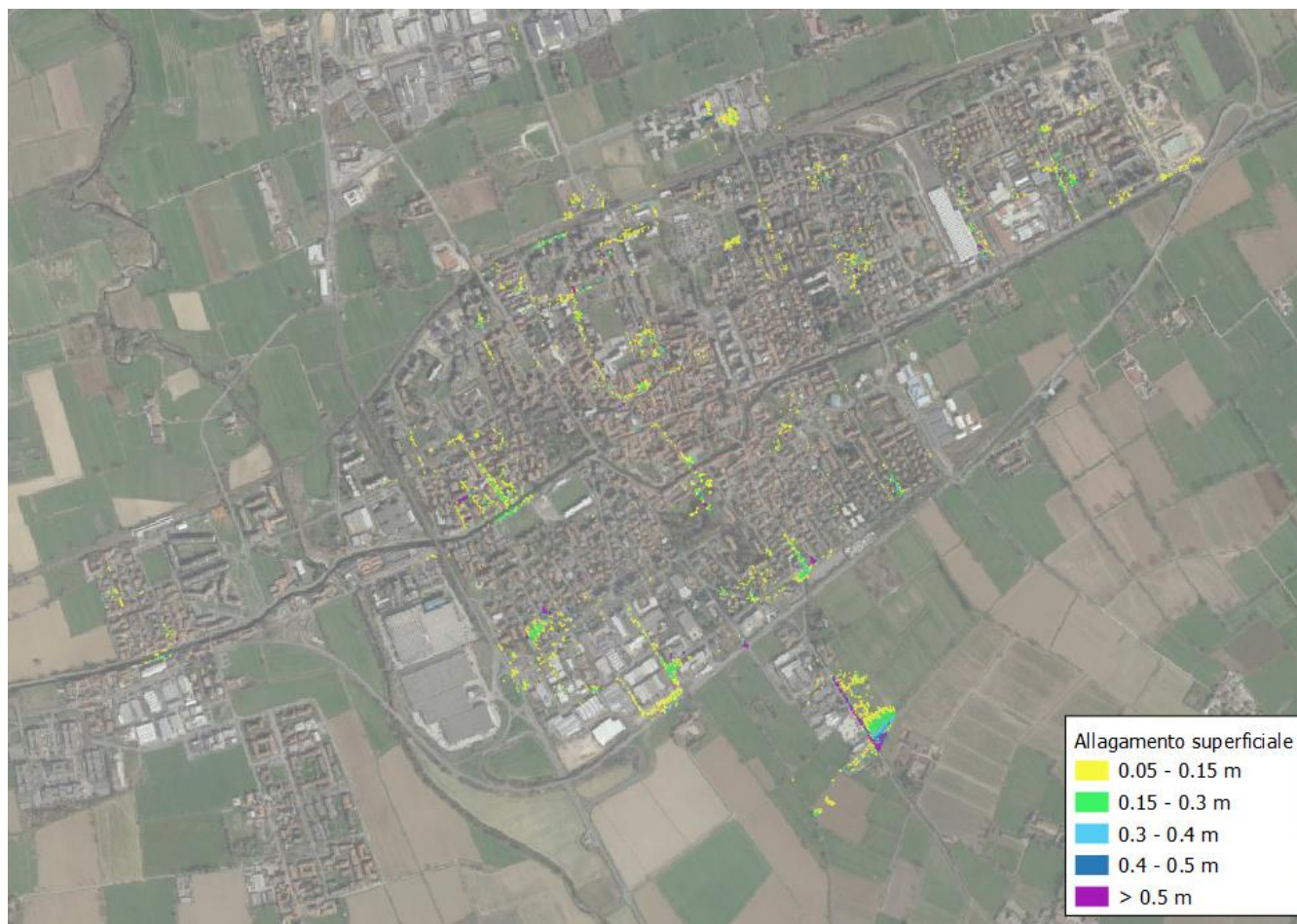


Figura 38 - Allagamento allo stato di progetto con TR 50 anni



Figura 39 - Allagamento allo stato di progetto con TR 100 anni



4.4 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DA RISERVARE AD INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

Il Regolamento Regionale 7/2017 art.14 comma 7 richiede l’individuazione di aree per l’attuazione di misure strutturali di invarianza idraulica ed idrologica. Con riferimento agli interventi IS06 e IS07, in fase progettuale sarà necessaria l’individuazione di un’area destinata alle opere di infiltrazione, in conformità con lo strumento urbanistico e in accordo con i privati proprietari.

4.4.1 Analisi aree idonee all’infiltrazione

Il RR 7/2017 definisce all’art. 14, comma 7, i contenuti minimo da sviluppare nello Studio Comunale, tra i quali *“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”.*

Determinare tali porzioni di territorio comporta l’analisi di diversi aspetti quali la caratterizzazione della componente geologica, idrogeologica, pedologica, ma anche l’uso del suolo (passato e presente) e la pianificazione urbanistica. Il presente Studio Comunale fornisce un quadro generale a scala comunale che mette in evidenza le aree dove è preclusa l’infiltrazione perché in contrasto con i vincoli presenti:

- Aree di rispetto dei pozzi, ai sensi dell’art. 94 del D.Lgs 152/2006;
- Fasce di rispetto dei corsi d’acqua e dei vincoli di polizia idraulica.

In aggiunta si segnalano le zone con una limitata soggiacenza della falda (fino a 6 m), da consentire, con determinate condizioni, la realizzazione solo di alcune opere di infiltrazione nel sottosuolo, purché si garantisca un adeguato franco (almeno 1 m) tra il livello massimo della falda freatica e la minima quota di intervento.

Infine lo Studio Comunale intende fornire un’indicazione generale circa la capacità di infiltrazione della fascia di sottosuolo non saturo, potenzialmente interessato dai sistemi di infiltrazione, tramite la sintesi di valori di permeabilità provenienti da diverse fonti, con differente modalità di misura e grado di precisione:

- Studio dell’Università degli Studi di Milano del 2011 che, sulla base di 1597 stratigrafie, ha determinato la conducibilità idraulica della zona vadosa, suddivisa in 5 classi, i valori sono stati calcolati col metodo della permeabilità equivalente (Anderson e Woessner, 1992) che tiene conto della conducibilità idraulica e dei relativi spessori dei diversi strati che si trovano nella zona vadosa. Il territorio comunale risulta caratterizzato da una permeabilità prevalente media di $10^{-3} \div 10^{-2}$ m/s;
- Misure in sito di permeabilità effettuate nel corso di indagini finalizzate alla caratterizzazione geotecnica per alcuni cantieri, effettuata fino ad orizzonti di circa 3 metri di profondità con metodo Lefranc-Mandell. Il territorio comunale risulta caratterizzato da una permeabilità prevalente media di 10^{-4} m/s, con valori appartenenti ad un range di $10^{-5} \div 10^{-3}$ m/s.

Si evidenzia che tali valori risultano mediamente maggiori di quanto riscontrato nel PGT (vedi Figura 2 “*Tavola 4 – Caratteri geotecnici e degrado dei terreni*”) dove si indica invece una permeabilità media di $10^{-6} \div 10^{-5}$ m/s.



Quanto emerso dal confronto dei dati di permeabilità, conferma che l'analisi circa la reale fattibilità di opere di infiltrazione nel sottosuolo è profondamente sito specifica e non è possibile determinare pertanto a priori una zonizzazione del territorio che comporterebbe ad una rigidità nella valutazione dell'attitudine di determinate zone all'infiltrazione nel suolo, controproducente ai fini della necessità di promuovere ove possibile la realizzazione di tali opere.

Si rimanda alla tavola 2.8 – *Carta delle fattibilità delle opere di infiltrazione delle acque meteoriche* per maggiori dettagli.

4.5 INS09 - AMBITI DI TRASFORMAZIONE E MISURE DI INVARIANZA

Il Comune di Gorgonzola prevede la realizzazione di nuove edificazioni ed in particolare il PGT descrive alcuni Ambiti di trasformazione relativi a nuove edificazioni residenziali e produttivi.

In riferimento ad ogni ambito di trasformazione è stato stimato un volume di laminazione nel rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica. Il volume di laminazione è stato calcolato in accordo con quanto riportato all'art. 11 del RR 7/2017 e la metodologia fornita nell'Allegato G del medesimo Regolamento.

Nel dettaglio i parametri considerati sono di seguito riassunti:

- Ambito territoriale (art. 7): Area A ad alta criticità, in funzione del livello della criticità idraulica del bacino del corso d'acqua ricettore;
- Valore massimo ammissibile della portata meteorica scaricabile nel recettore (art. 8): 10 l/s per ha di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- Le superfici utili per la determinazione del volume di laminazione sono state reperite dalle schede contenute nel Piano delle Regole del PGT comunale; in considerazione dei parametri edilizi e urbanistici disponibili è stato possibile stimare le superfici come segue:
 - o Superficie territoriale (St): superficie complessiva dell'ambito di intervento (tale valore è stato utilizzato per definire la superficie totale interessata dall'intervento);
 - o Superficie fondiaria (Sf): superficie edificabile dedotte le aree per le opere di urbanizzazione primaria e secondaria (tale valore è stato utilizzato per definire la superficie interessata dall'intervento e impermeabile);
 - o Superficie permeabile: calcolata per differenza delle due voci precedenti;
 - o Superficie scolante impermeabile dell'intervento: risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.
- Coefficienti di deflusso (art. 11):
 - o 1 per le superfici impermeabili;
 - o 0,3 per le superfici permeabili;



- Coefficiente di deflusso ponderale: calcolato come media pesata a seconda delle superfici permeabili e impermeabili.
- Requisito minimo del volume di invaso per le aree ad alta criticità (A): 800 m³ per ha di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

In Tabella 16 sono riportati i calcoli svolti per il calcolo del volume di laminazione per gli Ambiti di Trasformazione. È stato adottato il metodo delle sole piogge che ha fornito un volume specifico maggiore rispetto al requisito minimo disposto dal Regolamento e pertanto è stato adottato per il calcolo del volume di laminazione.

Tabella 16 – Calcolo del volume di laminazione ai sensi dell'Allegato G del RR 7/2017

Nome ambito di trasformazione	Superficie totale del lotto St nel PdR	Superficie interessata dall'intervento	Superficie permeabile	Φ ponderale	Superficie scolante impermeabile dell'intervento	Qu, lim	Volume specifico con Metodo delle sole piogge	Requisiti minimi art. 12, comma 2	Volume di laminazione
	[m ²]	[m ²]	[m ²]		[m ²]	[l/s]	[m ³ /ha imp]	[m ³ /h a imp]	[m ³]
AT1_R - Frazione Riva	68'850	38'790	30'060	0.7	47'808	47.8	870	800	4,157
AT2_R - Martesana sud	67'877	21'465	46'412	0.5	35'389	35.4	870	800	3,077
AT1_P - Cerca nord	13'083	13'083	0	1.0	13'083	13.1	870	800	1,138
AT2_P - Cascina Antonietta	71'064	54'063	17'001	0.8	59'163	59.2	870	800	5,144
TOTALE	220'874	127'401	93'473			13'516			

Gli ambiti di trasformazione considerati sono quelli descritti nell'elaborato 02DdP – *Norme Tecniche di Attuazione*, aggiornato ad aprile 2018 e allegato al PGT comunale, dove sono stati anche desunti i parametri superficiali al fine di definire le aree impermeabilizzate.

Si ricorda che, il calcolo esatto del volume di laminazione, caso per caso, dovrà essere sviluppato all'interno del progetto delle singole opere di invarianza, previsto dall'art. 10 del RR 7/2017 e successivo aggiornamento del RR 8/2019.



5. MISURE DI INVARIANZA E PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Su tutto il territorio comunale si applica il Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e successive modifiche ed integrazioni *“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 comune di Gorgonzola, secondo l’art. 7 del RR 7/2017, è classificato come ambito territoriale ad alta criticità idraulica (area A).

Gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, sono specificati nel Regolamento Regionale suddetto, che specifica anche le modalità di applicazione e di calcolo da adottare.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica ed i vincoli allo scarico da adottare per le superfici interessate da interventi che prevedono una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione si applicano, secondo quanto previsto dal presente RR 7/2017, alle acque pluviali, così come definite dallo stesso Regolamento Regionale.

Per gli interventi soggetti ad applicazione delle misure di invarianza idrologico idraulica, il relativo progetto deve rispettare le prescrizioni e i contenuti disciplinati dagli articoli da 9 a 13 del RR 7/2017, con relativi allegati. Per le misure di infiltrazione occorre riferirsi alle informazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, nella documentazione componente il presente Studio Comunale del Rischio Idraulico e in altri eventuali studi più aggiornati o specifici relativi alla falda sotterranea nel territorio comunale. L’infiltrazione nel sottosuolo nel territorio comunale è auspicabile in accordo alle prescrizioni del RR 7/2017 e rispettando la distanza minima dal massimo livello di falda. Il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato sui parametri geologici ed idrogeologici effettivi del sito di interesse.



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

– 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.

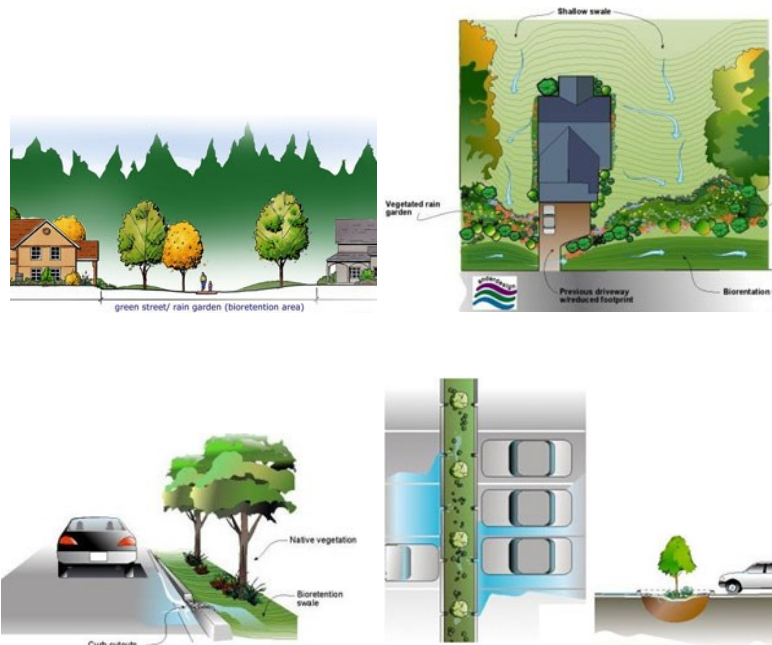
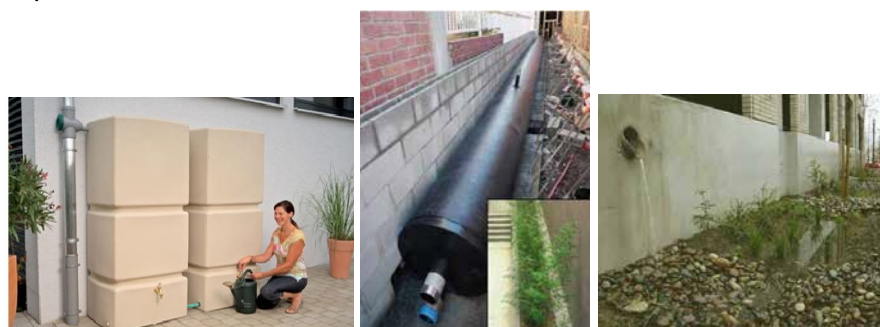


Figura 19 – Esempi di strutture superficiali di laminazione costituite da vasche e canali a cielo aperto





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.

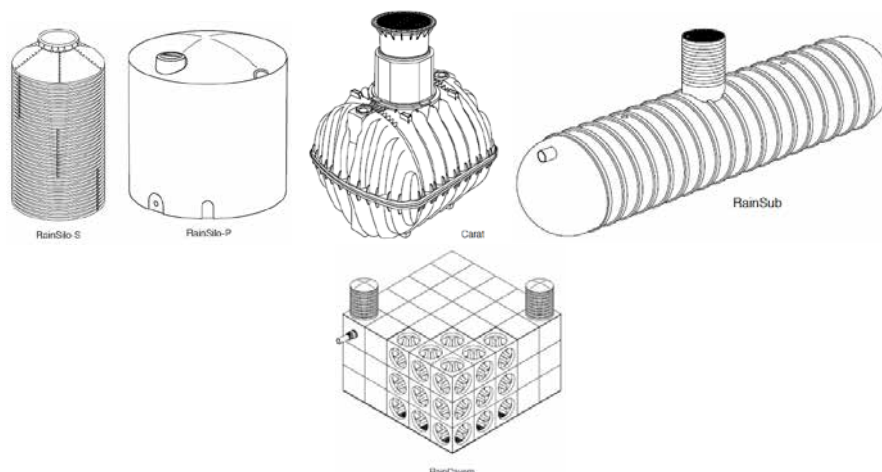
Figura 21 – Esempio di vasca di laminazione sotterranea in c.a.



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

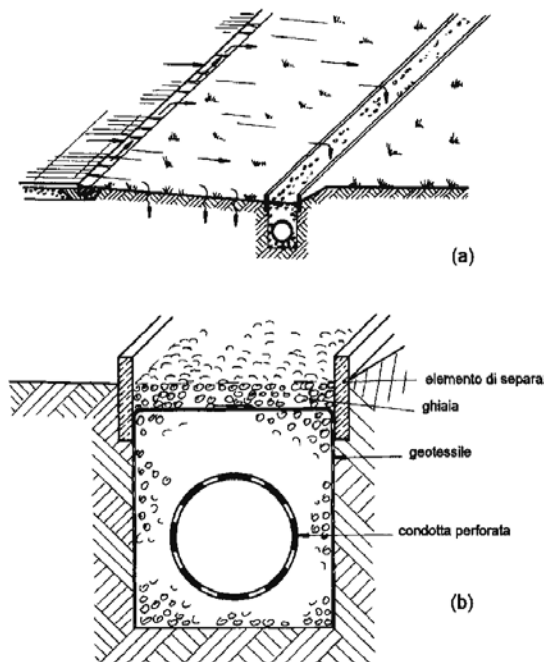
Trincee d'infiltrazione

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)

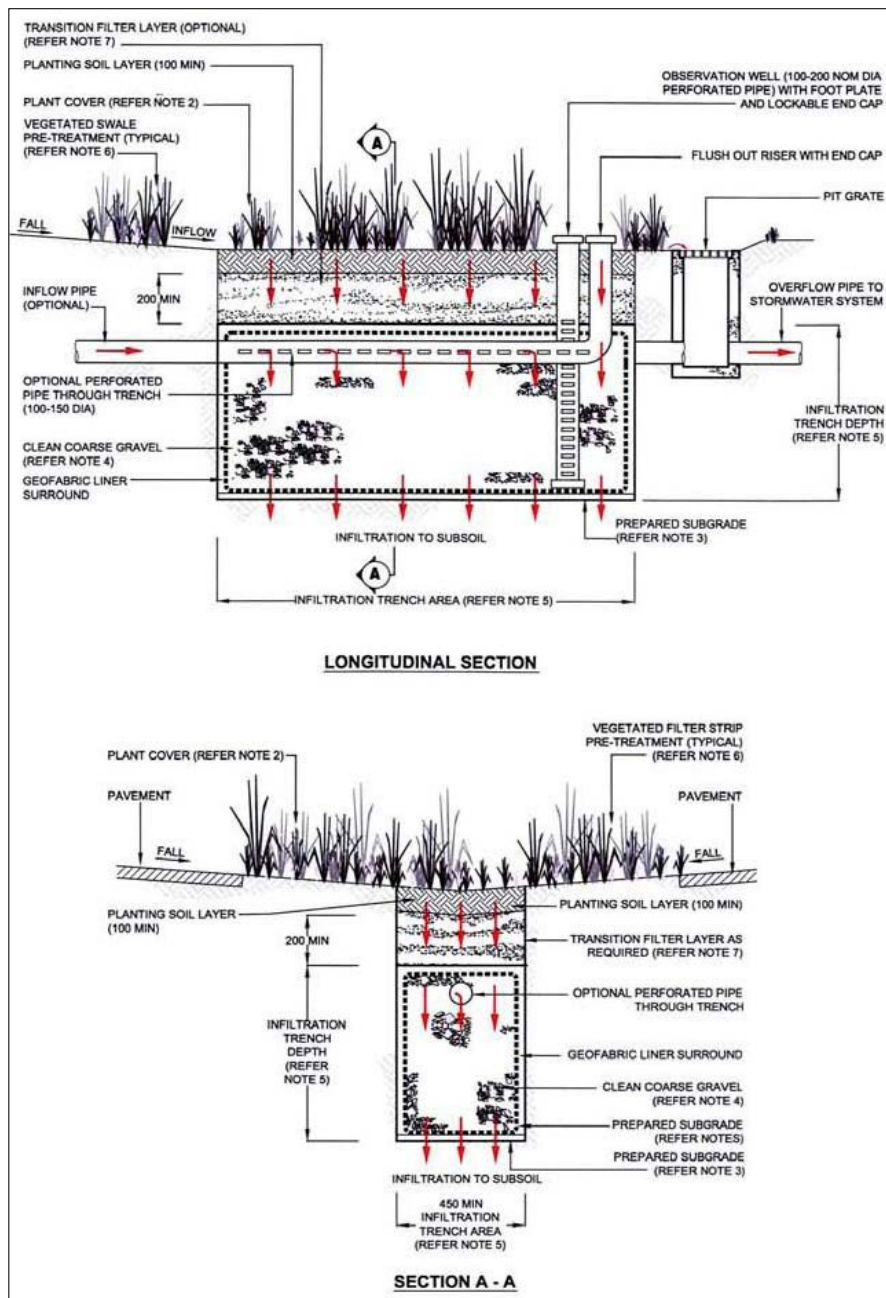


Figura 27 - Opere di infiltrazione [da: Urbonas e Stahre, 1993]

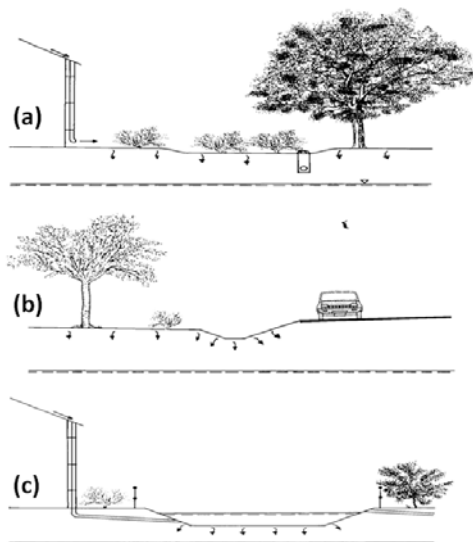


Figura 28 – Esempi di trincee d’infiltrazione



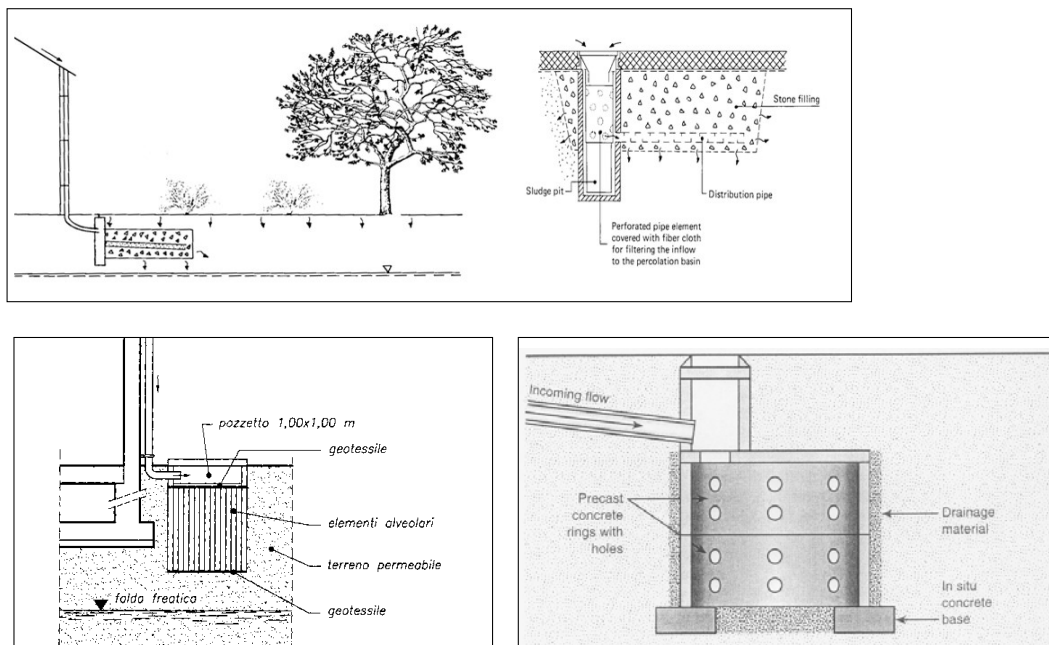
Pozzi d’infiltrazione

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 fogliame. (Questi esempi sono tratti, in particolare, dal sito www.3PTechnik.it)



Bacini e vasche d'infiltrazione

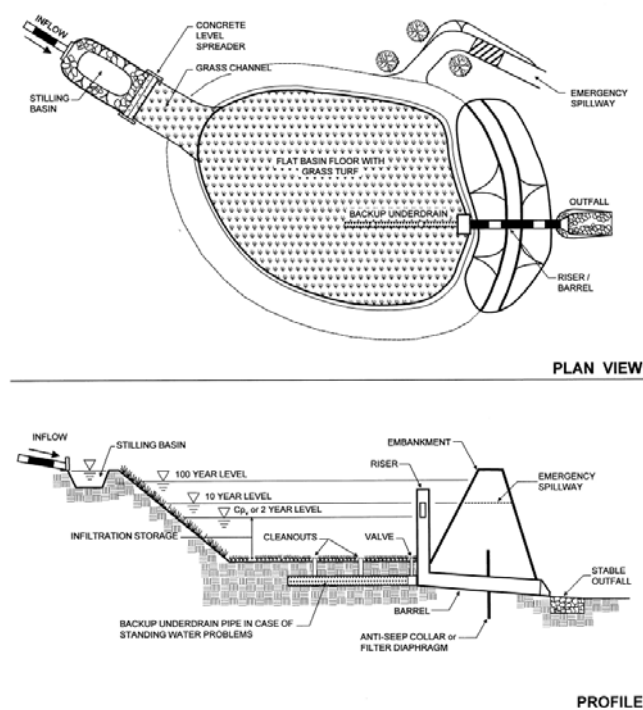
Le vasche e i bacini d'infiltrazione sono invasi a fondo permeabile.

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

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

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

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



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

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

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

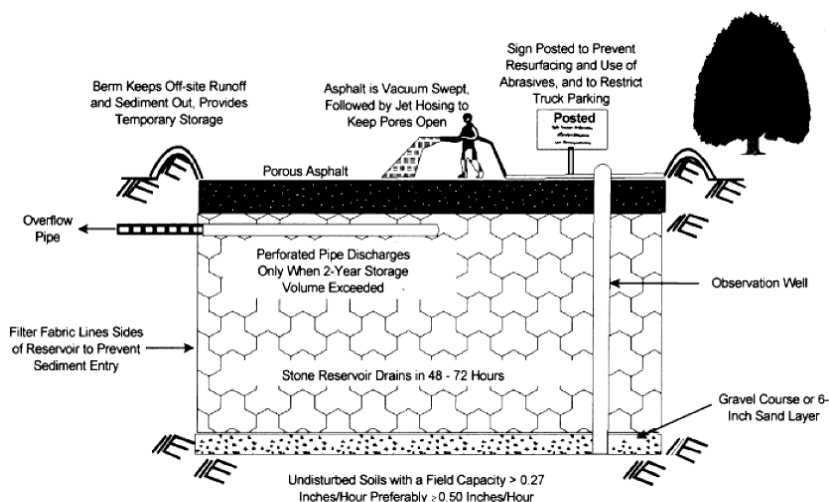
Tra i rischi di errato dimensionamento o mancanza di manutenzione di queste strutture, vi è la possibilità di mal funzionamento dovuto a terreno inadatto o ad intasamento, che possono portare a produzione di cattivi odori e al proliferare di insetti (zanzare, moscerini).

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

Pavimentazioni permeabili

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

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



Esistono due tipi di pavimentazioni permeabili: continue e discontinue.

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

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

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

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

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

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

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

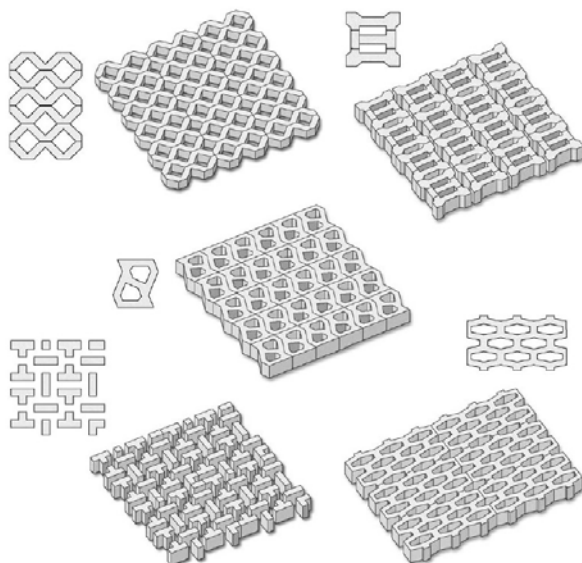


Figura 34 - Esempi di pavimentazioni permeabili



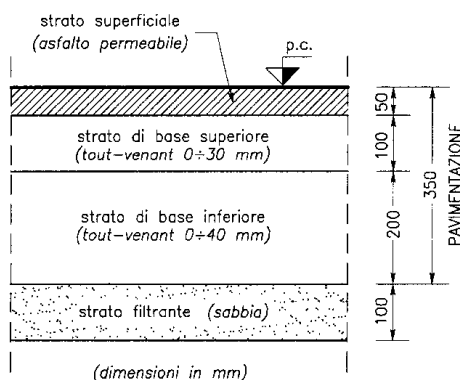
Nel progettare questo tipo di strutture è necessario considerare una serie di fattori come l'efficienza, l'impatto inquinante sul corpo ricettore e la localizzazione di siti adatti.

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.

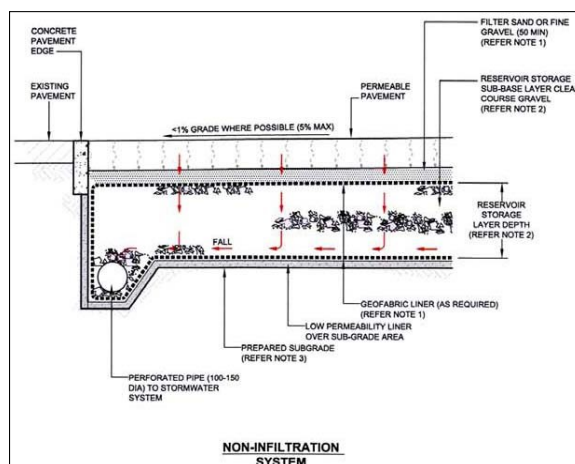
Nella seguente Figura 35, è riportato uno schema di pavimentazione permeabile continua: da essa si rileva chiaramente l'obiettivo di garantire una sufficiente permeabilità della pavimentazione stessa, grazie a due strati in ghiaia o pietrisco di pezzatura non superiore a 30÷40 mm, oltre che di proteggere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

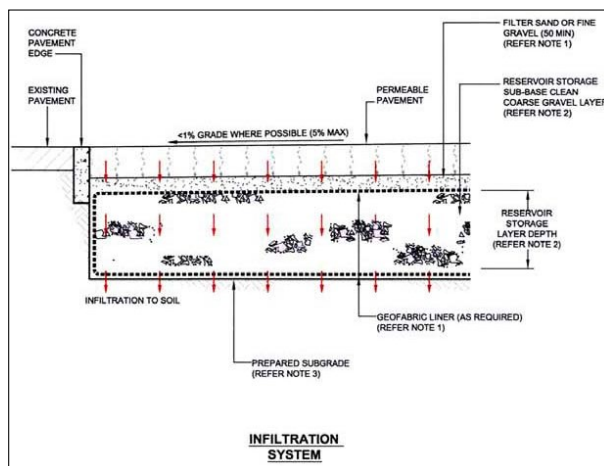
Figura 35 – Esempio di pavimentazione porosa



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).

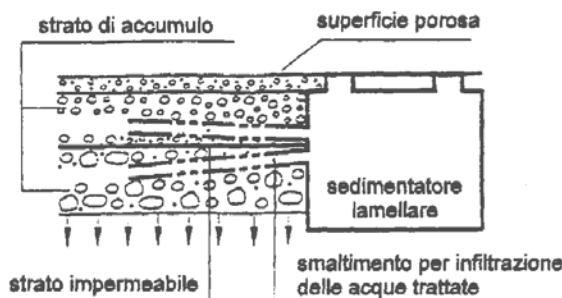
Figura 36 – Schema di pavimentazioni drenanti con due diversi tipi di drenaggio (Technical Guidelines for Western Sydney 2004)





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.

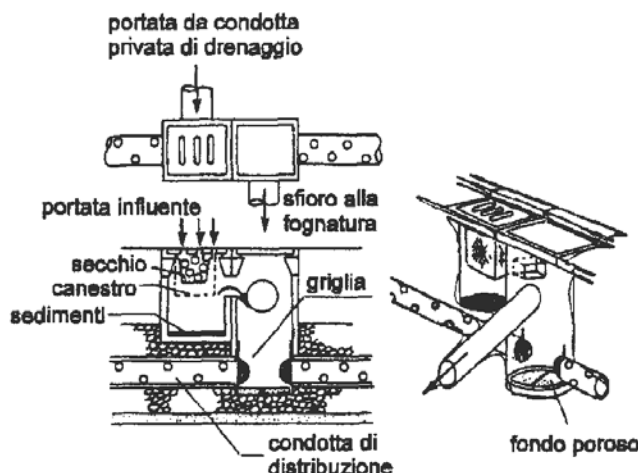
Caditoie filtranti

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

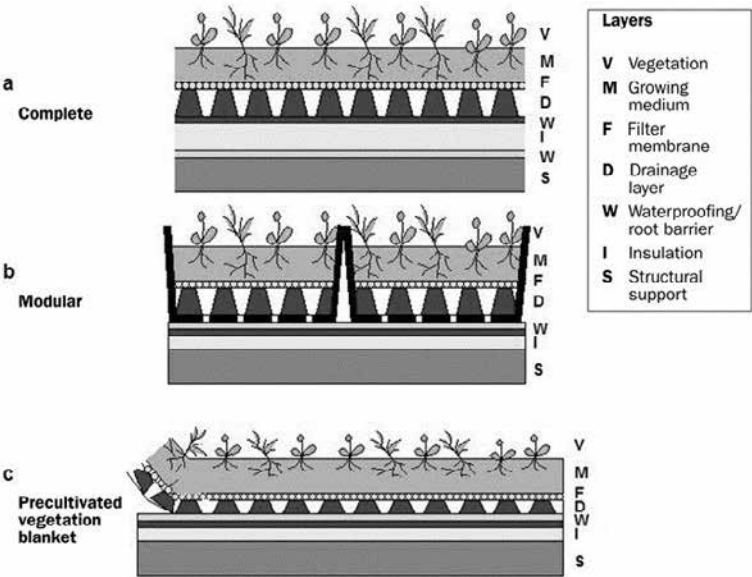


Figura 40 – Schema della composizione di un tetto verde (da Palla et al, Università di Genova, in atti del corso di aggiornamento Stadium tenuto dal Politecnico di Milano – Marzo 2012)

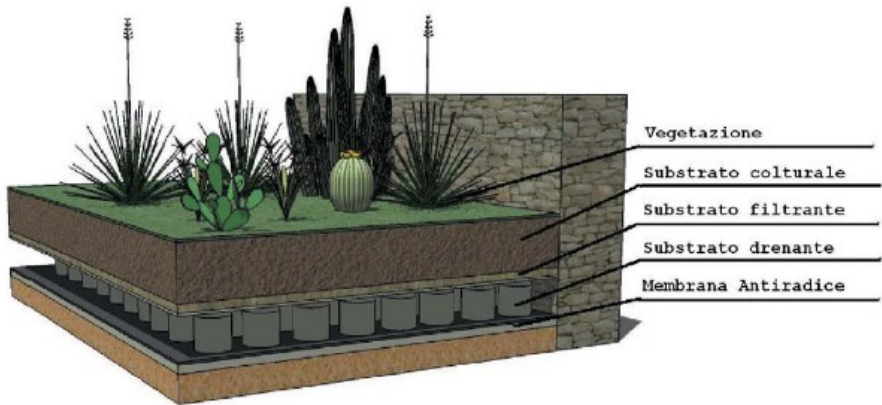


Figura 41 - Esempio pratico di tecnica costruttiva di tetto verde/ verde pensile



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), 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)

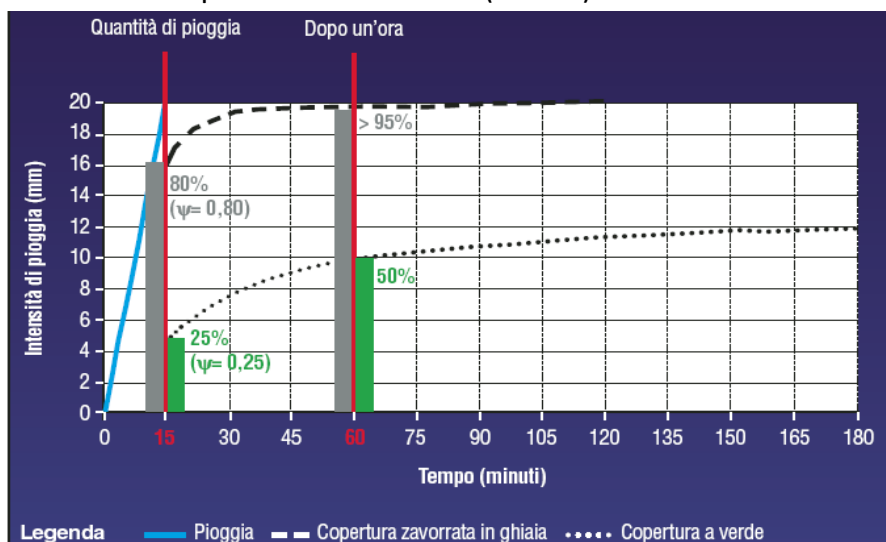


Figura 43 - Esempi di applicazione di verde pensile orizzontale e inclinato



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

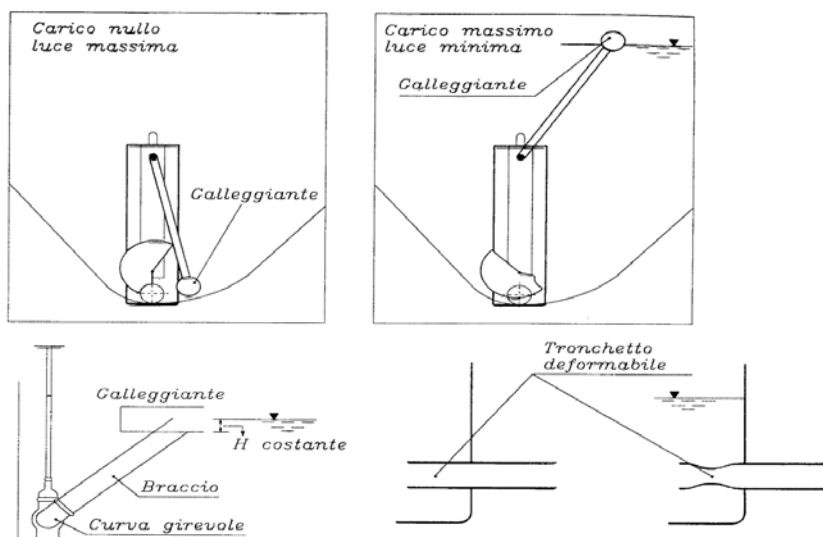
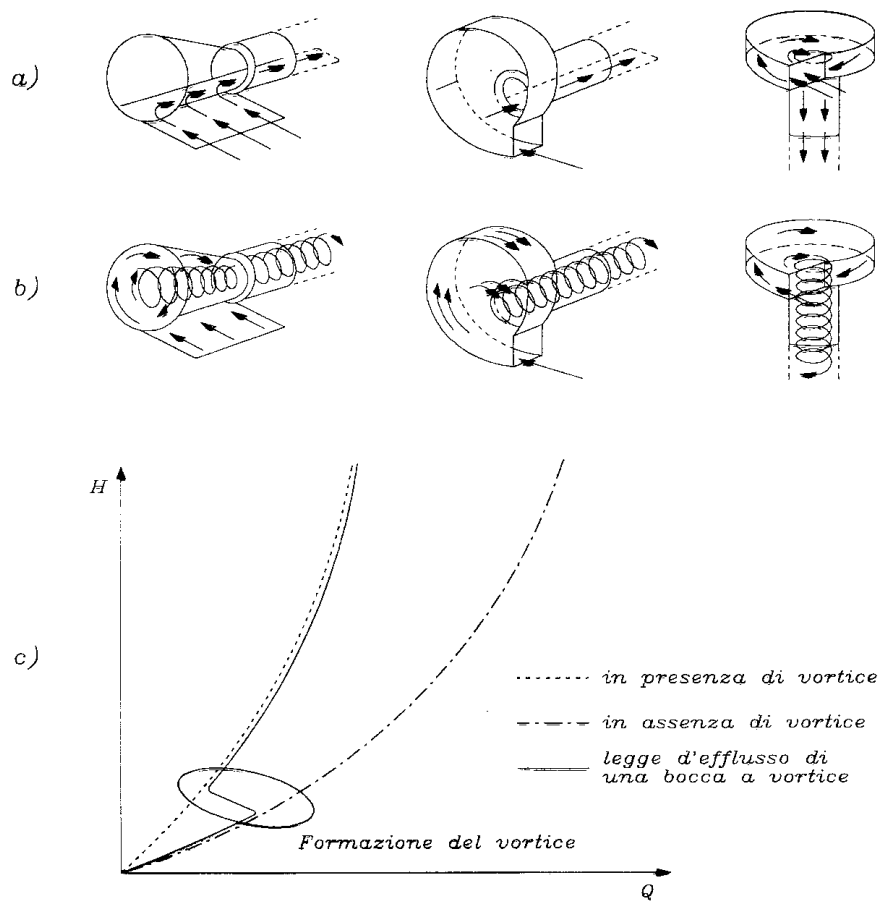


Figura 45 - Regolatori di portata a vortice



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.