

# Città Metropolitana di Milano

## Progettazione esecutiva e realizzazione dei lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 “Paullese” – 2° Lotto – 1° Stralcio tratto “A” da S.P. 39 “Cerca” alla progr. Km 12+746 (Intersezione TEEM)

### PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
ing. Carlo Maria Merlano

#### PROGETTAZIONE

Ing. Andrea Orio – OB2 Ingegneria Srl  
Prof. Ing. Antonio Capsoni – B&C Associati  
Ing. Valter Peisino – IG Ingegneria Geotecnica Srl  
Studio Ing. Alessandro Berdini  
Ing. Alex Pellegatta



I. G. INGEGNERIA GEOTECNICA s.r.l.  
Dott. Ing. Valter PEISINO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
n° 753

#### APPALTATORE



GIMACO COSTRUZIONI Srl

#### ELABORATO

Relazione idrologica e idraulica

doc.145

#### CODICE

1822\_E\_R\_3.22.6\_03

DATA 10/2018

REDATTO RB

VER. RB

APPR. AO

SCALA -

REVISIONE

DATA

REDATTO

MOTIVAZIONE

APPROVATO

NOME FILE C:\lavori...\1\_LAV\1\_PRO\3\_PE  
\3\_RLZN\20200303\_Relazione\_  
ldr\_Paullese

02

02/08/19

03

03/03/20

REVISIONI

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

## **1 PREMESSA**

Con Delibera n. 149/2005 del 05/12/05, il C.I.P.E. ha approvato il progetto definitivo della "Riqualifica e Potenziamento della S.S. 415 Paullese" con prescrizioni, recependo quelle già formulate dal Ministero dell'Ambiente e dagli Enti interessati dalla realizzazione dell'infrastruttura.

Nel 2007 è stato redatto il Progetto Definitivo del Lotto 2-1° stralcio. Nel quale è stato introdotto il progetto dello svincolo di Paullo, i cui lavori sono stati inseriti nel quadro economico di spesa.

Nel 2012 è stato approvato il protocollo d'intesa tra Regione Lombardia, Province di Milano, Lodi e Cremona, Comuni di Pantigliate, Zelo Buon Persico, Spino d'Adda e Paullo per il completamento dei lavori di riqualificazione e potenziamento della S.P. 415 Paullese da Peschiera Borromeo a Spino D'Adda - 2° Lotto - 1° stralcio, dalla S.P. 39 Cerca a Zelo Buon Persico, che prevede a carico della provincia di Milano, quale opera prioritaria, l'adeguamento del progetto e realizzazione dello stesso in relazione alla costruzione di la Tangenziale Est Esterna di Milano (TEEM).

Sempre nel corso del 2012 è stata realizzata la nuova rotatoria di Settala. nell'ambito delle iniziative insediative previste per il nuovo Centro Commerciale in Comune di Paullo, è stata prevista la realizzazione di uno svincolo a livelli sfalsati, lungo la S.P. ex S.S. 415 Paullese.

Nel 2013 è stato predisposto un progetto definitivo che adeguava il precedente alle nuove disposizioni normative e geometriche.

Il progetto definitivo per appalto integrato è stato approvato con Delibera della Giunta Provinciale Rep. Gen. N° 543/2013 del 20/12/2013.

Con Determinazione Dirigenziale del 16/04/2014 del Direttore del settore Sviluppo Infrastrutture Viarie e Piste Ciclabili della Provincia di Milano è stata indetta la gara a procedura aperta per l'affidamento dell'appalto integrato di progettazione ed esecuzione del lavoro oggetto della presente relazione.

**Il 12 maggio 2015 è pubblicato il bando di gara per l'appalto integrato del lotto 2 - I stralcio - tratta A, CUP: J94E13000460005;**

Il 22 luglio 2015, con nota R.G. n.187562, Città Metropolitana di Milano richiede a Regione Lombardia una nuova autorizzazione paesaggistica per il lotto 1 - tratte A e B ai sensi dell'art. 146, commi 2 e 4, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42;

L'8 marzo 2016 la Direzione generale ambiente, energia e sviluppo sostenibile della Regione Lombardia, con decreto n.1605, esprime autorizzazione paesaggistica favorevole senza ulteriori nuove prescrizioni rispetto a quelle individuate nell'ambito della delibera n.149/2005;

**Il 10 agosto 2016 il CIPE, con determina n.35/2016 - G.U.R.I. n. 6 del 09/01/2017, riapprova il progetto definitivo relativo al "II° Lotto - I° stralcio, tratte A e B" ai fini dell'apposizione del**

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 “Paulese”**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 “Cerca” alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

**vincolo preordinato all’esproprio e della dichiarazione di pubblica utilità e fissa delle raccomandazioni per la redazione del progetto esecutivo riportate nel suo “Allegato 1”;**

Con Determinazione Dirigenziale del 27/02/2018 del Settore Appalti Provveditorato e servizi economici, Raccolta Generale 1518/2018, è **stato aggiudicato in via definitiva l’appalto integrato** comprendente progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 “Paulese” - 2° Lotto - 1° Stralcio tratto “A” da S.P. 39 “Cerca” alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM), **alla ditta GI.MA.CO. Costruzioni Srl.**

La presente progettazione esecutiva sviluppa, con consistenti modifiche e integrazioni, quanto previsto nel progetto definitivo del 2007, aggiornato nel 2013, e quanto richiesto dalle prescrizioni poste dal CIPE contenute nella delibera 35/2016 del 10 agosto 2016 all’Allegato 1.

Tiene inoltre conto delle richieste del Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana, a nome di Regione Lombardia, scaturite a seguito delle mutate situazioni idrologiche-idrauliche della zona a nord della Paulese.

Successivamente sono state introdotte sia le modifiche sopra riportate, sia quelle che sono nate in seguito all’effettuazione di rilievi di dettaglio.

In particolare dal punto di vista idraulico sono stati effettuati numerosi tavoli tecnici Consorzio Bonifica Muzza, a nome di Regione Lombardia, al fine di condividere i contenuti del progetto esecutivo e acquisire i dati necessari per il dimensionamento e la verifica di compatibilità idraulica delle opere in progetto.

Il lotto oggetto del presente intervento va dall’inizio del Lotto 2 -1° stralcio (progressiva 9.827,75) fino all’intersezione della “Paulese” con la T.E.E.M. (progressiva km 12.746), comprendendo oltre alle opere relative al tracciato principale anche tratti di viabilità secondaria.

La presente relazione tratta nel dettaglio gli aspetti idraulici relativi alle interferenze con il reticolo idrico interferito, il drenaggio delle acque di piattaforma e il sistema di smaltimento delle stesse.

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

### **2.1 NORMATIVA NAZIONALE**

- D. Lgs 16 gennaio 2008 n.4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.Lgs. 152/2006: Norme in materia ambientale
- D.Lgs. 152/2006 – allegati: Norme in materia ambientale – allegati
- Decreto Ministeriale 12/12/1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”.
- Circolare Ministeriale LL.PP.: 12/12/1985, n. 27291 “Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”.

## Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"

### 2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A

dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)

### Relazione idrologica e idraulica

- Delibera interministeriale 21 febbraio 1977: Criteri, metodologie e norme tecniche generali per la tutela delle acque dall'inquinamento – Allegato 5 Norme tecniche generali per la regolamentazione della installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione

#### 2.2 **NORMATIVA REGIONE LOMBARDIA**

- D.G.R. XI/1516 del 15.04.2019: Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7.
- R.R. 7 del 23 novembre 2017: 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.
- L.R. 15 marzo 2016 n.4: Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua.
- L.R. 22 febbraio 2010: Norme per il governo delle acque, la difesa del suolo e la prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, che introduce modifiche alla L.R. 11 marzo 2005, n. 12, ed alla L.R. 5 gennaio 2000, n.1.
- L.R. 8 agosto 2006 n.18: Conferimento di funzioni agli enti locali in materia di servizi locali di interesse economico generale. Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche".
- Dgr. 21 giugno 2006 n. 8/2772: Direttiva per l'accertamento dell'inquinamento delle acque di seconda pioggia in attuazione dell'art. 14 comma 2 del regolamento regionale 24.03.06 n. 4.
- Dgr. 5 aprile 2006 n.8/2318: Norme tecniche regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'art.3, comma 1 del regolamento 3/2006.
- R.R. 2 del 24 marzo 2006: Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.
- R.R. 3 del 24 marzo 2006: Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'art. 52 comma 1 lettera a) della l.r. 12 dicembre 2003 n. 26.
- R.R. 4 del 24 marzo 2006: Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52 comma 1 lettera a) della l.r. 12 dicembre 2003 n. 26. L.R. 12 dicembre 2003, n.26 Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche.
- Dgr. 8 luglio 2005 n.7/293: Direttive procedurali e tecniche per l'esercizio delle funzioni spettanti agli enti locali in merito alle modalità per la tenuta e la pubblicità delle banche dati, ai sensi dell'art. 44, comma 1, lettera c), della L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche".
- L.R. 11 marzo 2005 n.12: Legge per il governo del territorio.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**

**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**

*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*

**Relazione idrologica e idraulica**

- Dgr. 25 gennaio 2002 n.7/7868: Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica come concernenti il reticolo idrico minore indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r.1/2000 - Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica.
- Dgr. 8 giugno 2001, n7/4996: Approvazione dei criteri e modi per l'accesso ai contributi in conto capitale relativi alle attività di progettazione preliminare e/o definitiva degli interventi di cui alla L.R. 28 aprile 1984, n. 23 «Piano di interventi urgenti nel settore del disinquinamento» e L.R. 10 settembre 1984, n. 53 «Interventi urgenti in materia di approvvigionamento idropotabile per la bonifica e la tutela delle falde idriche».
- L.R. 27 maggio 1985, n. 62: Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature - Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- L.R. 30 novembre 1983, n. 86: Piano generale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle risorse, dei parchi e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale.
- L.R. 27 luglio 1977, n.33: Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

**2.3 VINCOLI - P.G.R.A.**

L'Autorità di Bacino del fiume Po (AdBPo), di concerto con Regione Lombardia, a seguito dell'emanazione della Direttiva Europea 2007/60/CE «Direttiva alluvioni» e il seguente D.Lgs. 49/2010, ha proceduto all'individuazione dei territori potenzialmente interessati da alluvioni e quindi a elaborare il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).

La definizione dei contenuti del PGRA è avvenuta mediante un processo partecipato tra tutti gli Enti territoriali avviato nel 2013 e conclusosi con la pubblicazione delle mappe della pericolosità e del rischio avvenuta nel 2015.

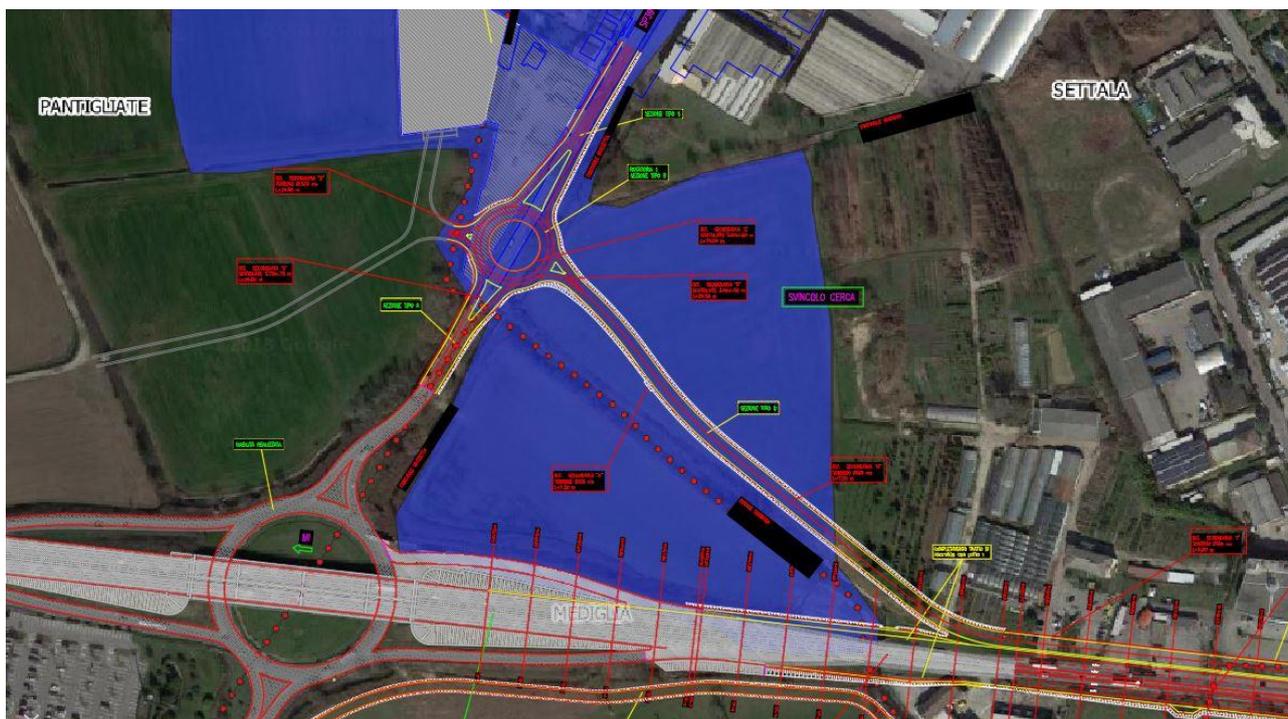


*Mappatura P.G.R.A. lungo la SP EX SS 415 "Paullese" nella zona oggetto di intervento*

Nella zona oggetto di intervento sono state mappate delle aree a pericolosità elevata nei pressi dello svincolo di Cerca dove nel novembre 2014 e nel maggio e giugno 2015 si sono verificati degli eventi alluvionali che hanno evidenziato la criticità idraulica della zona già nota da tempo.

La problematica è stata inserita all'interno delle mappe di pericolosità nella zona oggetto di realizzazione della nuova rotatoria e della bretella di collegamento Cerca-Paullo dove viene indicata un'area ad elevata pericolosità per il Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) - Area P3 o H - Alluvioni frequenti (Tr 20-50 anni).

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**



*Mappatura P.G.R.A. in zona Cerca con sovrapposizione progetto*

La viabilità, così come sviluppata nel progetto definitivo, dovrebbe garantire che l'opera sia compatibile idraulicamente avendo già superato la fase di approvazione. Tuttavia, essendo il progetto definitivo antecedente alla mappatura P.G.R.A., e non essendoci evidenza della valutazione dei fenomeni di inondazione negli elaborati progettuali approvati, risulta necessario una rivalutazione della soluzione sulla base della nuova situazione idraulica, prima dello sviluppo esecutivo dell'opera.

Come già accennato Regione Lombardia, nella veste del Consorzio Bonifica Muzza, e il Comune di Settala hanno richiesto di apportare delle modifiche alla rotatoria sulla SP39 e sulla bretella di collegamento alla contro strada a servizio delle attività commerciali esistenti in funzione delle effettive necessità viabilistiche locali e alla luce delle notevoli problematiche idrauliche della zona.

Il progetto esecutivo riporta quindi la soluzione concordata con il Consorzio Bonifica Muzza, che prevede di addossare la connessione, tra la complanare di servizio della nuova Paullese e la S.P.39, al rilevato esistente in corrispondenza della rotatoria Cerca. Riducendo al minimo la superficie impermeabile. [progetto esecutivo doc.145/146/149].

Il 4 aprile 2019 in sede di tavolo tecnico tra Città Metropolitana di Milano e Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana è stata condivisa e approvata la presente variante stradale allo svincolo Cerca - Paulo, che prevede di addossare la connessione, tra la complanare di servizio della nuova Paullese e la S.P.39, al rilevato esistente in corrispondenza della rotatoria Cerca.

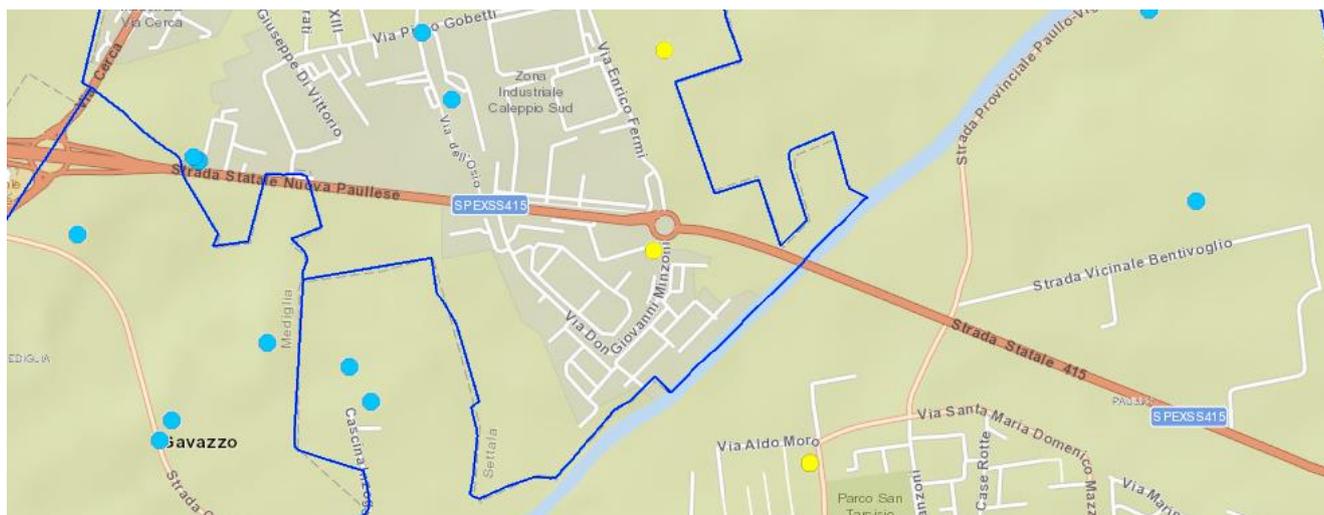
**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

Si mette in rilievo che la soluzione concordata prevede, oltre la nuova soluzione relativa al collegamento con la SP35, alcuni interventi che, secondo il gestore della rete, sono di notevole importanza per il miglioramento della situazione idrologica dell'area. Verranno sostituiti due manufatti esistenti di maggiori dimensioni e in posizioni planimetriche a favore del deflusso delle acque. La loro realizzazione, a favore di sicurezza, verrà eseguita senza interruzione idrica. Verrà inoltre ripristinato il fontanile sorgenti della Muzzetta, in base alle indicazioni del Consorzio Bonifica Muzza, all'interno della rotatoria esistente "Cerca". Se pur di modeste dimensioni, ha un ruolo di "troppo pieno" fondamentale per lo smaltimento delle acque della roggia Tombona nei momenti di picco idraulico. Il suo funzionamento è attualmente interrotto a causa di ammaloramenti dei manufatti realizzati a seguito della costruzione della rotatoria Cerca sulla SP139.

Si rimanda alla relazione doc.169 per le considerazioni idrauliche relativi alla variante Cerca concordata e approvata da Consorzio Bonifica Muzza e Città Metropolitana di Milano in sede di tavolo tecnico del 04.04.2019.

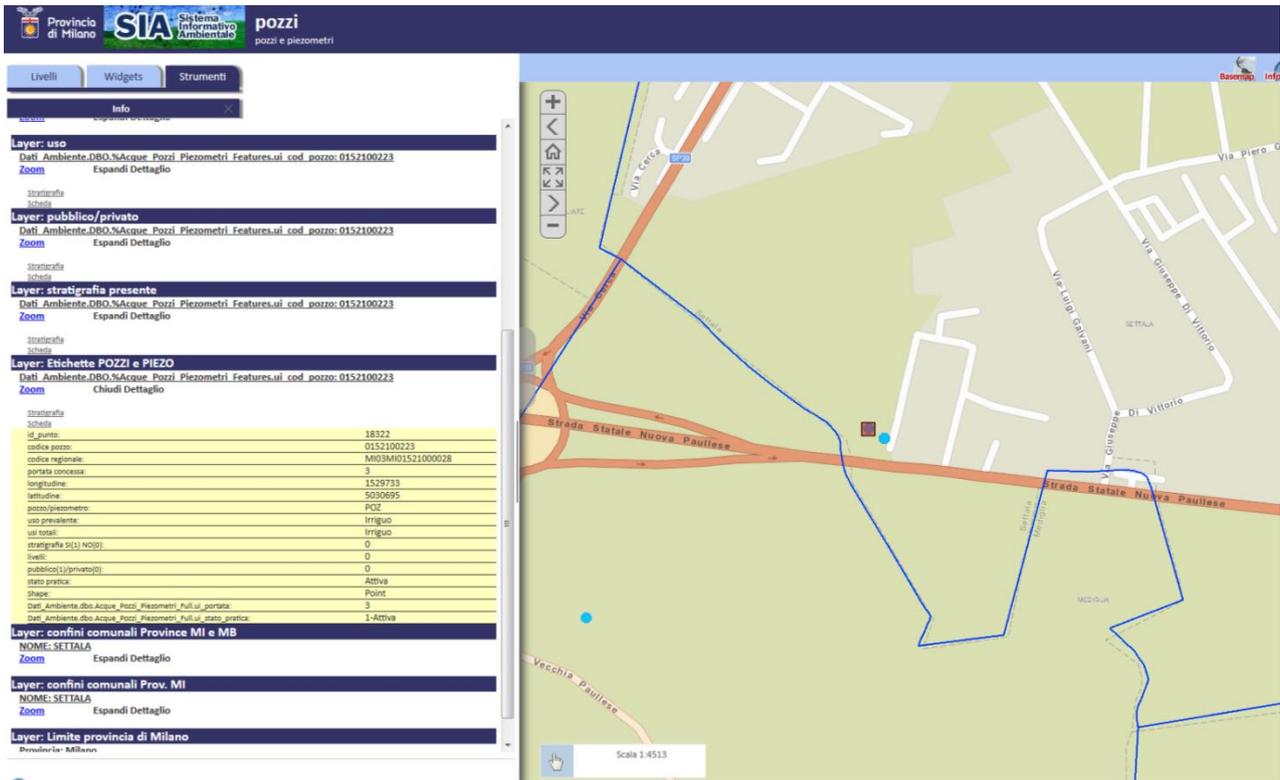
#### **2.4 VINCOLI - POZZI**

La verifica della presenza di pozzi con possibili aree di rispetto interferenti con le opere in oggetto è stata condotta utilizzando la banca dati del Sistema Informativo Ambientale della Provincia di Milano. Il catasto pozzi ha permesso di individuare nella zona di interesse due pozzi privati (colore azzurro) ad uso irriguo in comune di Settala nei pressi dello svincolo di Cerca e un pozzo pubblico (colore giallo) ad uso potabile nei pressi dello svincolo di Settala.

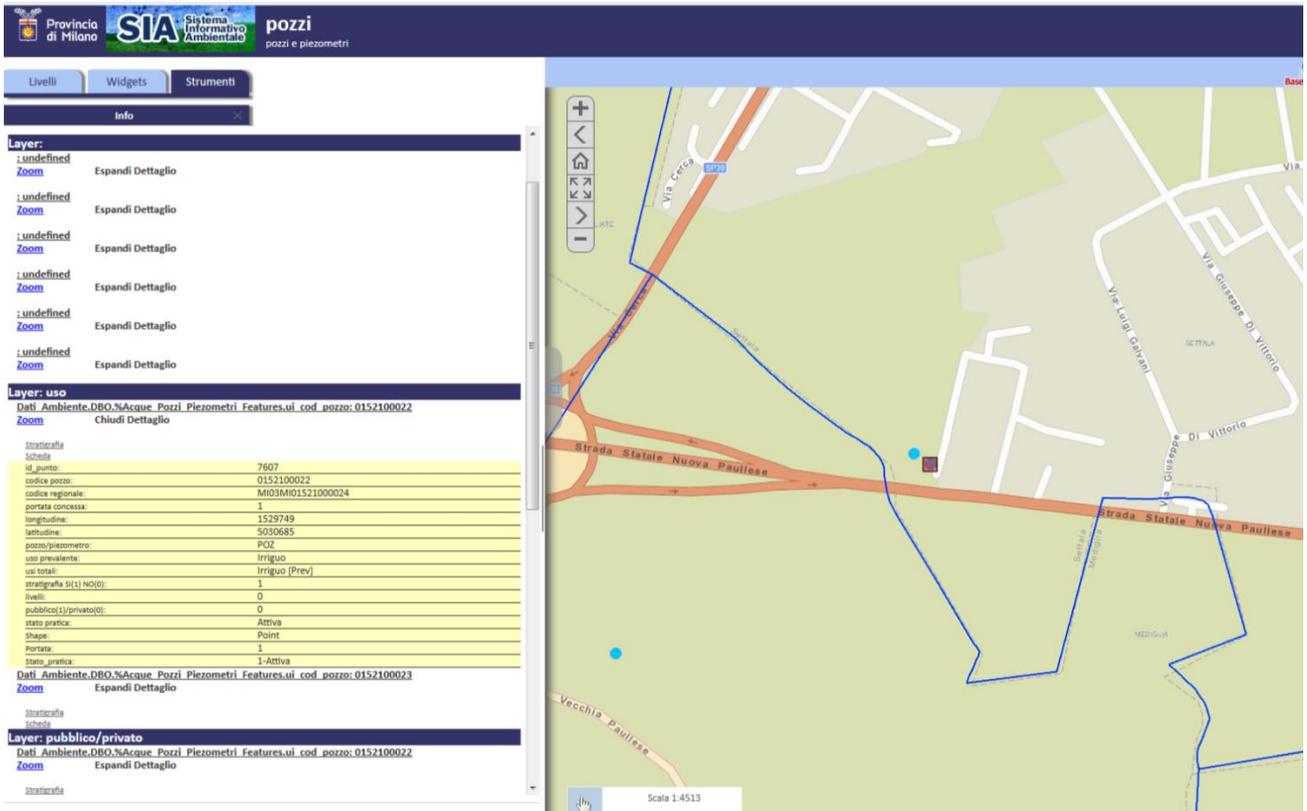


*Planimetria pozzi privati e pubblici da SIA*

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
 dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)  
**Relazione idrologica e idraulica**

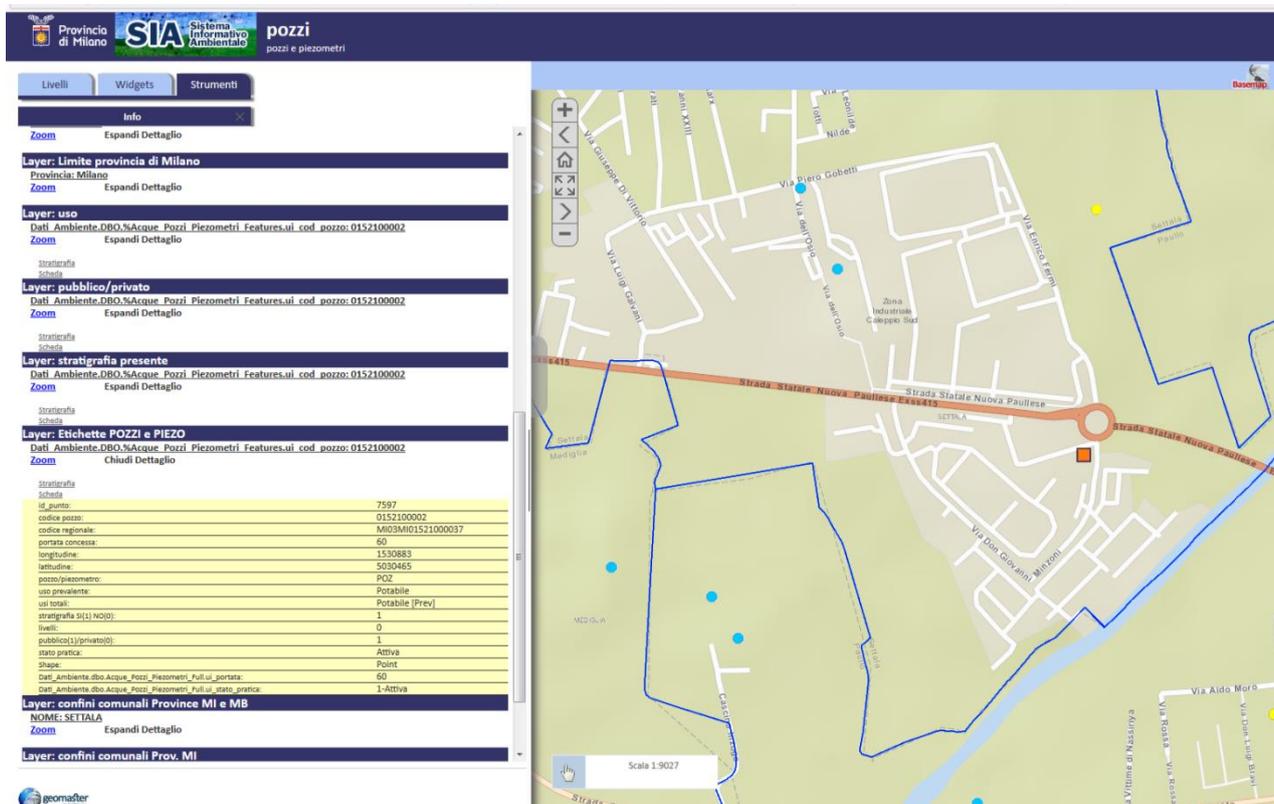


*Pozzo privato ad uso irriguo 1*



*Pozzo privato ad uso irriguo 2*

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**



*Pozzo pubblico a scopo idropotabile*

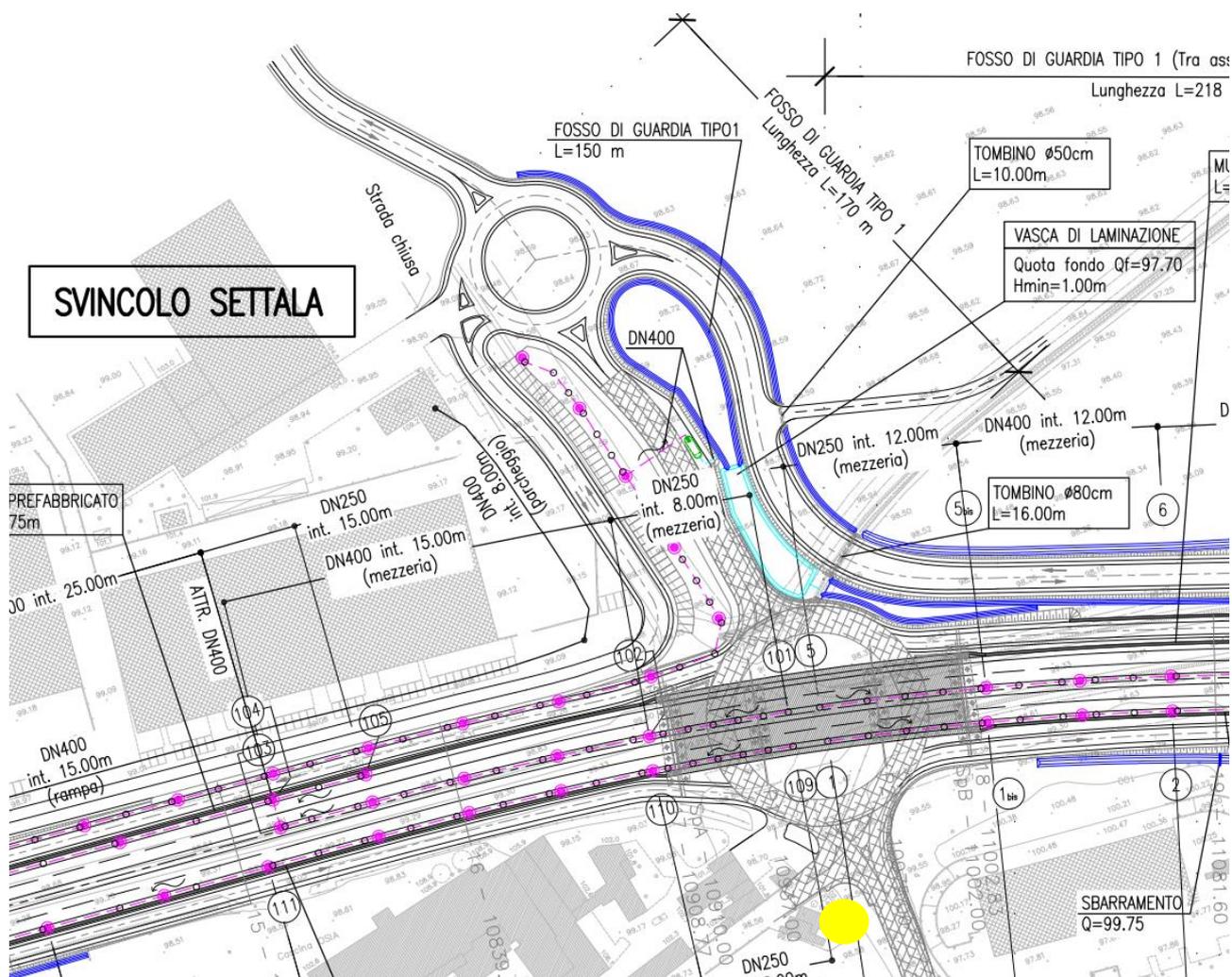
Per conservare le caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano, il decreto legislativo 152/2006 stabilisce che le regioni individuino le aree di salvaguardia dei pozzi a scopo idropotabile distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché le zone di protezione, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda.

La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata. In assenza di indicazioni specifiche essa ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

In particolare, nella zona di rispetto, tra le altre attività, sono vietati la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade.

Il progetto definitivo prevedeva, all'interno della zona di rispetto di 200 m del pozzo idropotabile di Setta, una vasca di laminazione delle acque di piattaforma stradale.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
 dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)  
**Relazione idrologica e idraulica**



*Pozzo pubblico a scopo idropotabile e opere previste dal progetto definitivo*

Ai sensi della vigente normativa ambientale tale attività è vietata. Nel presente progetto esecutivo si prevede quindi di realizzare un sistema di laminazione/infiltrazione all'interno della rotonda nord, esterna alla zona di rispetto e di lasciare l'area indicata nel progetto definitivo come laminazione a disposizione per le mitigazioni ambientali.

Le verifiche post operam e i monitoraggi saranno a carico della stazione appaltante.

**2.5 SCARICO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA – ASPETTI QUALI-QUANTITATIVI**

La normativa nazionale e regionale in termini di scarichi di acque bianche definisce chiaramente dei limiti qualitativi e quantitativi variabili in funzione delle caratteristiche della rete e del ricettore finale dello scarico. In generale, a seconda dei casi, devono essere applicate le disposizioni previste da:

- DLgs 152/2006 – Norme in materia ambientale;

## Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"

### 2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A

dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)

### Relazione idrologica e idraulica

- Regolamento Regionale del 24.03.2006 n.4 - Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne;
- Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA);
- Norme Tecniche di Attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA);
- Legge regionale n.4 del 15.03.2016 - Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua;
- Regolamento Regionale n.7 del 27.11.2017 - Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11.03.2005 n.12.

Regione Lombardia con LR n.4 del 15 marzo 2016 chiedeva l'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica rimandando al successivo regolamento i criteri di dimensionamento degli interventi. Tale regolamento, n.7 del 27.11.2017, non è da applicarsi a progetti che nei 6 mesi successivi alla pubblicazione del regolamento abbiano già avviato il procedimento di approvazione del progetto definitivo.

Nel presente caso si è quindi tenuti all'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica **ma non ai criteri di calcolo previsti dal regolamento regionale del 27.11.2017.** Visto l'elevato livello prestazionale del progetto definitivo si è comunque ritenuto di verificare il sistema di laminazione e scarico secondo quanto indicato dal regolamento regionale citato.

Il progetto definitivo in riferimento al tracciato principale prevedeva:

- la raccolta delle acque di piattaforma, calcolate per eventi pluviometrici di 25 anni di tempo di ritorno mediante caditoie;
- la suddivisione tra prima e seconda pioggia lungo il tracciato principale in corrispondenza di ogni caditoia e in corrispondenza del pozzetto di bypass prima dell'immissione nella vasca di prima pioggia;
- vasca di prima pioggia con successivo sistema di trattamento prima dello scarico nel sistema di fossi con funzione di laminazione, calcolato per tempo di ritorno di 50 anni e funzionamento a gravità;
- scarico finale nei corpi idrici ricettori della zona (attraversamenti minori, canali secondari) secondo i limiti allo scarico indicati dall'allegato G dall'allegato G, paragrafo 2.3 delle norme tecniche di attuazione del PTUA.

Le rampe di svincolo e la viabilità secondaria nel progetto definitivo scaricavano direttamente nei fossi lato strada.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

Il presente progetto esecutivo ha mantenuto i medesimi criteri di dimensionamento ottimizzando le scelte progettuali del definitivo e, dove necessario al fine di rispettare le normative vigenti, introducendo le opportune modifiche.

In particolare:

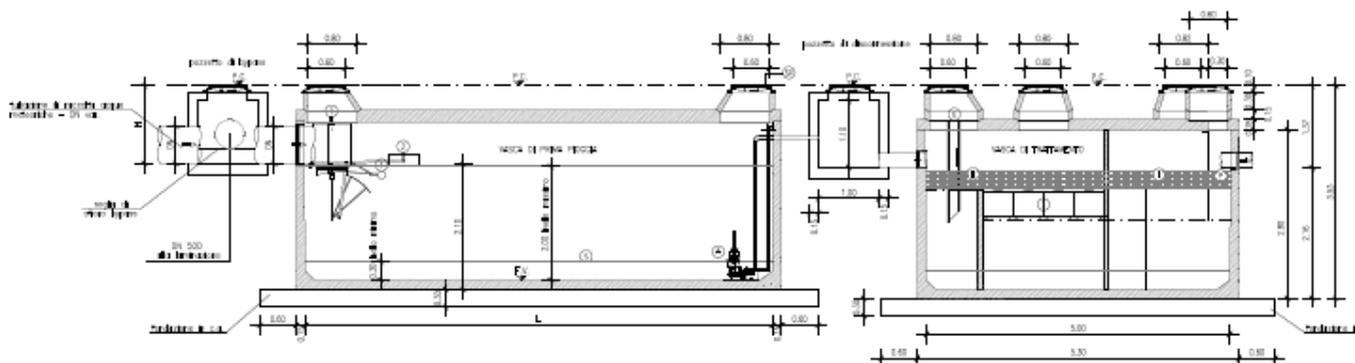
- si sono mantenuti i medesimi tempi di ritorno per il dimensionamento degli elementi di captazione, convogliamento e smaltimento delle acque di piattaforma;
- sono stati ricalcolati gli interassi delle caditoie tenendo in debita considerazione le pendenze longitudinali stradali così come modificate dalle varianti introdotte e meglio descritte nella relazione generale;
- la divisione tra prima e seconda pioggia viene realizzata solo in corrispondenza dei pozzetti di ispezione per garantire una maggiore sicurezza ambientale e controllo dell'efficienza della suddivisione anziché demandare tale delicata funzione anche a tutte le caditoie;
- è stato introdotto un impianto di sollevamento nella vasca di prima pioggia: la soluzione del progetto definitivo non consentiva lo svuotamento della vasca ad evento pluviometrico concluso come richiesto dalla normativa regionale;
- il sistema di trattamento è dimensionato sulla sola prima pioggia: nel progetto definitivo era proposto un sistema in continuo previsto dalla normativa solo nel caso vengano trattate tutte le acque di piattaforma, situazione non congruente con gli scarichi distribuiti lungo tutto il tracciato;
- come già nel progetto definitivo anche in sede di progetto esecutivo non si è considerato il contributo infiltrante dei fossi di laminazione calcolando la volumetria degli stessi, in favore di sicurezza, come se fossero impermeabili;
- la volumetria dei fossi di laminazione è stata calcolata utilizzando le metodologie indicate dal dall'allegato G del RR n.7 del 23.11.2017 per la tipologia di intervento in oggetto e verificando i valori minimi dell'art.12 comma 2 del medesimo regolamento;
- sono stati mantenuti gli stessi punti di scarico del sistema di laminazione nei corpi idrici ricettori, il limite di portata scaricabile è stato aggiornato con quello indicato nell'allegato specifico del RR n.7/2017 per i comuni coinvolti (Settala, Mediglia, Paullo).

Al fine di assicurare che la qualità delle acque da avviare agli scarichi nei corpi idrici superficiali sia compatibile con i parametri indicati dalla tabella III Allegato 5 del D.Lgs 152/1999, a valle del sistema di convogliamento è prevista la posa di una sistema di trattamento costituito in sequenza da:

- dissabbiatore: consentirà il deposito dei solidi sospesi garantendo efficienza al sistema di infiltrazione nel lungo periodo;
- disoleatore a filtri a coalescenza: la portata di dimensionamento è pari a quella di prima pioggia in quanto si ritiene che nelle seconde piogge il carico inquinante sia già transitato e quindi trattato nella fase iniziale della precipitazione.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
 dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)  
**Relazione idrologica e idraulica**

Il trattamento a monte del sistema di infiltrazione previsto nella rotatoria di Settala è tale da rispettare i limiti della tabella IV Allegato 5 del D.Lgs 152/1999.



*Vasca di prima pioggia - Sollevamento - Trattamento*

Secondo il nuovo RR n.7 del 23.11.2017 gli interventi in oggetto sono classificabili come di "impermeabilizzazione potenzialmente alta" per superfici di estensione superiore a 10 ettari e coefficiente di deflusso medio ponderale qualsiasi.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,01$ ha ( $\leq 100$ mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,01$ a $\leq 0,1$ ha ( $\leq 1.000$ mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,01$ a $\leq 0,1$ ha ( $\leq 1.000$ mq)	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da $> 0,1$ a $\leq 1$ ha (da $> 1.000$ a $\leq 10.000$ mq)	qualsiasi		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da $> 1$ a $\leq 10$ ha (da $> 10.000$ a $\leq 100.000$ mq)	$\leq 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		da $> 10$ ha ( $> 100.000$ mq)	$> 0,4$		

*Tabella 1 del RR n.7 del 23.11.2017*

I comuni interessati dall'intervento, le relative classificazioni per livello di criticità idraulica, i limiti allo scarico e le volumetrie minime indicate dall'art.12 sono di seguito riportate:

Comune	Zona	Limite allo scarico [l/s/ha]	Volume minimo [mc/ha]
Settala	A	10	800
Mediglia	A	10	800
Paullo	B	20	600

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

### **3 RETICOLO IDRICO INTERFERITO**

Il reticolo idrico superficiale nella zona di intervento scorre principalmente in direzione nord est – sud ovest sottopassando la SP ex SS415 con numerosi attraversamenti costituiti da semplici tubazioni, manufatti scatolari di dimensioni variabili e ponti.

L'impresa Appaltatrice ha effettuato nei mesi di agosto e settembre 2018 specifici rilievi dei canali e degli attraversamenti esistenti, necessari per una corretta progettazione esecutiva e per un confronto con i consorzi di bonifica, gestori della maggior parte dei canali in oggetto.

L'allargamento stradale del progetto definitivo prevedeva il prolungamento delle tratte di canali interferiti richiedendo il prolungamento dei manufatti a monte e/o a valle. A seguito delle prescrizioni contenute nella determina CIPE 35/2016 e dei conseguenti tavoli tecnici svolti con il Consorzio della Muzza Bassa Lodigiana per definire gli aspetti legati alle interferenze con il reticolo idrico esistente sono scaturite le seguenti indicazioni progettuali:

- il rifacimento completo degli attraversamenti idraulici, anche in corrispondenza delle tratte esistenti; le dimensioni e le quote altimetriche degli stessi sono state oggetto di verifica e condivisione con il Consorzio Bonifica Muzza;
- la realizzazione del manufatto di scavalco al canale Muzza senza pile in alveo, con campata unica, e demolizione del manufatto esistente a tre campate;
- il nuovo ponte a campata unica deve assicurare la transitabilità nel canale dei mezzi adibiti alla manutenzione del canale stesso e garantire la continuità delle strade alzaie su entrambe le sponde.

Il reticolo interferito può essere schematicamente ricondotto a tre tipologie principali:

1. canali principali (Canale Muzza);
2. canali secondari (Roggia Tombona, Roggia Tribiana, Cavo Marocco e Roggia Codogna);
3. attraversamenti minori (fossi e canali di dimensioni ridotte).

#### **3.1 CANALE MUZZA**

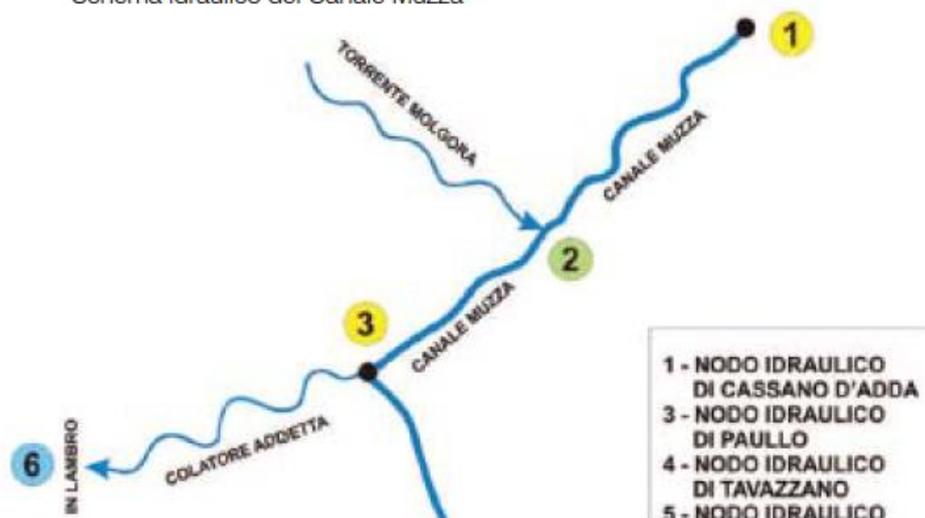
Il Canale Muzza è la più antica derivazione dell'Adda. La sua origine risale infatti all'epoca romana e nel XIII secolo (1220 - 1230) viene realizzato l'attuale percorso, lungo circa 40 km, che "pesca" le acque dell'Adda a Cassano, attraversa il territorio lodigiano per circa 39 km fino a Castiglione e qui le reimmette nell'Adda.

Il Canale distribuisce le acque lungo il suo percorso a 36 derivatori primari, che successivamente, a valle della loro presa, danno origine a numerosi altri canali (circa 400) che costituiscono la rete operativa del sistema irriguo gestito dal Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana. Il canale Muzza, vettore primario di distribuzione, assolve lungo il suo percorso anche alla fondamentale funzione idraulica di

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

smaltimento delle piene di Adda e in particolare del torrente Molgora. La regimazione e gli scarichi vengono effettuati prevalentemente nei nodi idraulici di Cassano (1), Paullo (2) e Tavazzano (3).

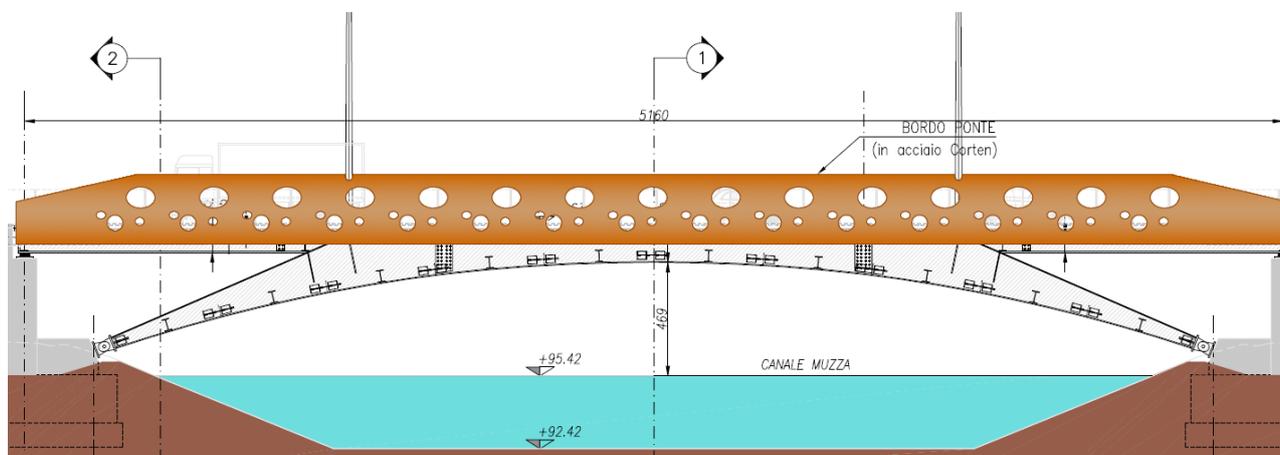
Schema idraulico del Canale Muzza



Il canale nella tratta oggetto di intervento è quindi completamente regolato, portate e livelli sono stabiliti dalle manovre agli organi regolatori gestiti dal Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana.

Al fine di verificare la compatibilità idraulica della nuova opera di attraversamento risulta dunque fondamentale l'indicazione avuta in sede della riunione tecnica del 03.08.2018 alla presenza di Città Metropolitana, durante la quale la ditta Appaltatrice ha acquisito il seguente dato: il massimo livello idrico che si verifica nel canale in corrispondenza dell'attuale ponte della ex SS 415 pari a 95.42mslm.

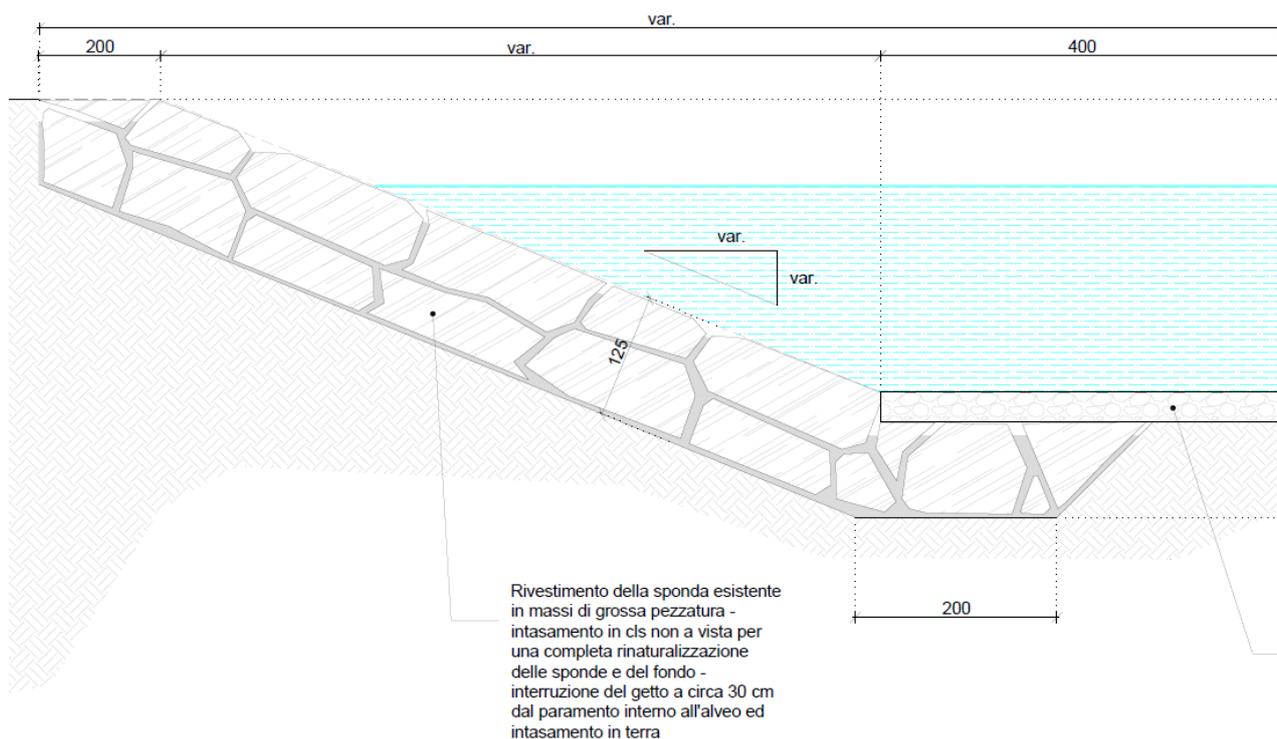
L'intervento di progetto prevede la realizzazione di un ponte a campata unica ad arco di luce complessiva pari a 40.30 m, in sostituzione dell'attuale a più campate che verrà demolito.



Sezione longitudinale nuovo ponte sul canale Muzza

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

Sia la nuova opera che la demolizione della struttura esistente richiederanno il ripristino della sponda che verrà effettuata con massi di grossa pezzatura con intasamento in calcestruzzo non a vista per consentire una completa rinaturalizzazione delle sponde. La parte superficiale del paramento spondale verrà intasata in terra e la berma terminale in alveo sarà protetta da un materasso reno di spessore 30 cm e larghezza 4m in grado di assicurare l'assenza di erosioni localizzate al passaggio tra scogliera e alveo naturale.



*Sezione tipologica sistemazione spondale*

L'intervento previsto nel presente progetto esecutivo è notevolmente migliorativo dal punto di vista idraulico rispetto al progetto definitivo approvato, nel quale l'attraversamento era previsto su più campate come l'esistente.

A conferma di ciò, sulla base delle indicazioni contenute nell'Allegato 1 della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", si possono fare le seguenti considerazioni circa la compatibilità idraulica dell'intervento:

- **Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena:** la struttura di attraversamento non interferisce in alcun modo con l'alveo che manterrà caratteristiche sostanzialmente invariate rispetto alla situazione esistente. Le opere in progetto non modificano il profilo di involuppo della piena.
- **Riduzione della capacità di invaso dell'alveo:** le opere di progetto non modificano in alcun modo la capacità di invaso esistente.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**

**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**

dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)

**Relazione idrologica e idraulica**

- Interazioni con le opere di difesa idrauliche esistenti: la sistemazione spondale prevista sarà perfettamente congruente con la sponda esistente garantendo continuità idraulica all'alveo lungo tutto l'intervento.
- Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento: l'infrastruttura viaria di attraversamento del canale Muzza è costituita da un viadotto con struttura ad arco a campata unica. Il viadotto ha un franco sul livello massimo atteso superiore al minimo richiesto dalla normativa per oltre 2/3 della luce.
- Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena: non verranno introdotte modifiche plano-altimetriche e verrà garantita perfetta continuità alle sponde e al fondo alveo.
- Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale: non vengono introdotte modifiche alla regione fluviale rispetto alla condizione esistente.
- Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena: il livello idrico fornito dal Consorzio assicura i franchi minimi richiesti dalla normativa sia sul ponte che sulle sistemazioni spondali, queste ultime ripristineranno le quote spondali esistenti.

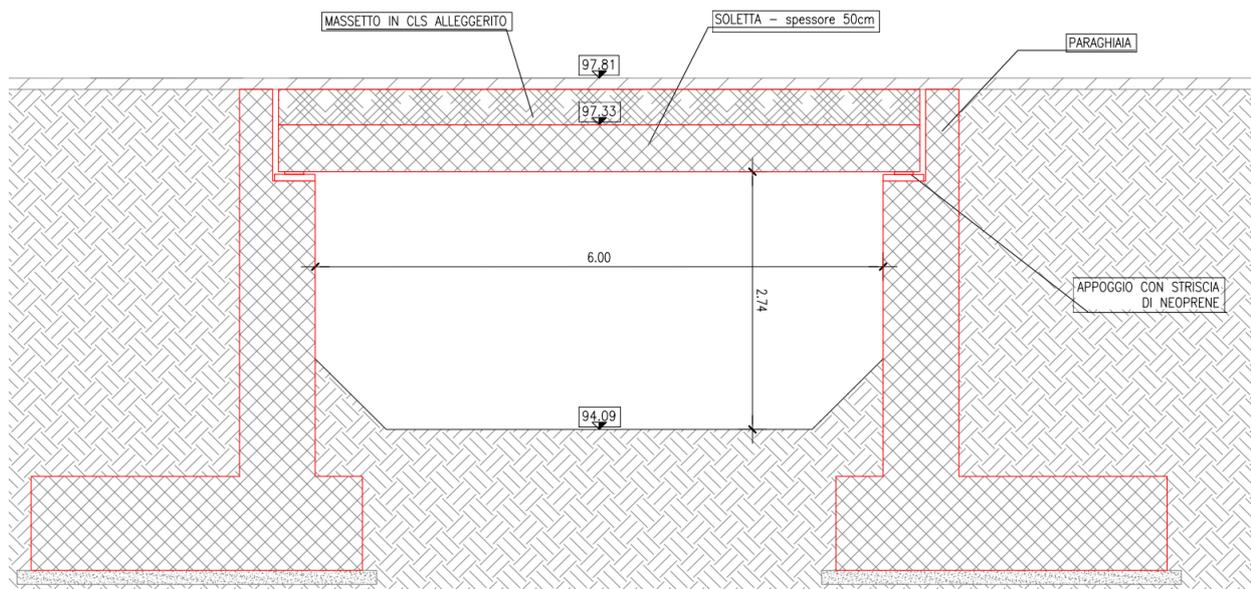
**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

### 3.2 CANALI SECONDARI

Gli attraversamenti dei canali secondari Roggia Tombona, Roggia Tribiana e Cavo Marocco saranno ripristinati come previsto dal progetto definitivo mediante strutture in c.a. costituite da spalle e soletta superiore con luce utile di 6 metri. La quota di imposta delle fondazioni è stata posizionata ad adeguata profondità rispetto al fondo alveo esistente per avere adeguata sicurezza nei confronti di eventuali abbassamenti del fondo, per altro molto improbabili.

La sistemazione della Roggia Codogna è stata oggetto di riunione con il Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana durante la quale si sono concordate le modifiche apportate al progetto definitivo:

- l'interferenza viene risolta con un manufatto scatolare di dimensioni 4.00x3.00m in sostituzione della doppia tubazione  $\Phi 1400$  mm prevista nel PD;
- lo sgrigliatore esistente a valle della Paulese viene mantenuto mentre quello a monte previsto dal PD è eliminato.



*Esempio di attraversamento in "ponticello"*

### 3.3 ATTRAVERSAMENTI MINORI

Gli attraversamenti minori sono costituiti da tombinature scatolari le cui dimensioni sono state oggetto di diverse riunioni con gli enti coinvolti. In linea generale, poiché la rete idrografica interessata dalle opere stradali è costituita da canali di scolo di bonifica o da canali irrigui regolati, si è cercato di non alterare là dove possibile le dimensioni previste dal progetto definitivo approvato. In alcuni casi tuttavia lo sviluppo a livello esecutivo delle viabilità secondarie e delle rampe ha imposto dei vincoli geometrici all'altezza massima del manufatto.

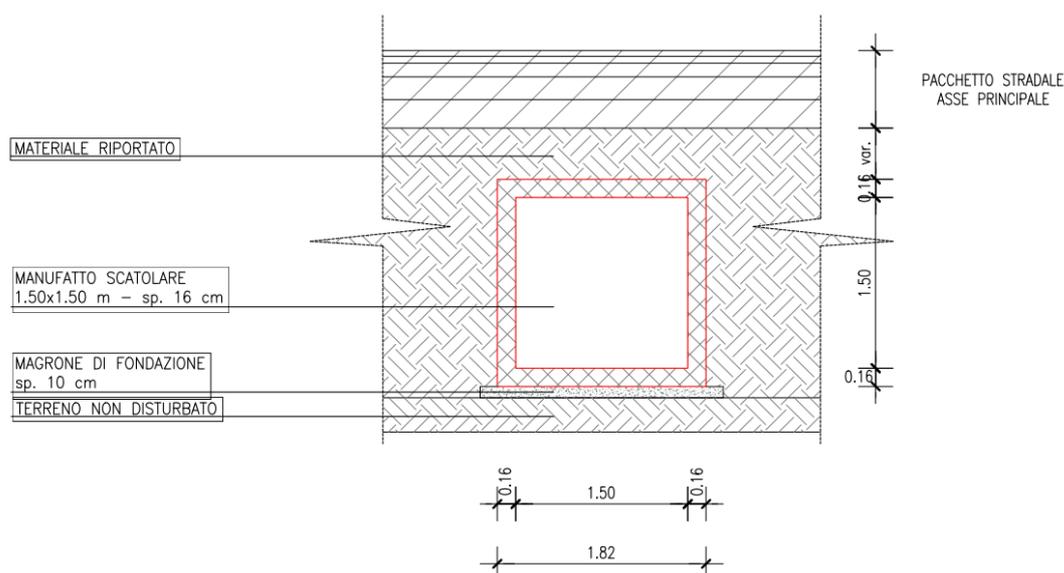
**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

La collaborazione con il Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana ha consentito di risolvere le problematiche riscontrate e concordare una dimensione degli scatoletti tale da soddisfare le necessità idrauliche che l'ente gestore conosce perfettamente.

Si sottolinea che il presente progetto esecutivo risulta migliorativo rispetto al progetto definitivo in riferimento alle sezioni idrauliche che verranno realizzate lungo l'intervento.

Si riportano in allegato i verbali delle riunioni disponibili e le tabelle fornite dal consorzio circa la proprietà degli attraversamenti e le dimensioni degli attraversamenti richieste dall'ente stesso.

L'accoglimento delle richieste avanzate dal Consorzio garantisce il soddisfacimento del franco idraulico sul deflusso delle acque.



*Esempio di attraversamento in "scatolare"*

### 3.4 CANTIERIZZAZIONE

Il completo rifacimento degli attraversamenti idraulici comporterà la realizzazione delle opere in più fasi, in relazione alle fasi realizzative della nuova viabilità sovrastante.

Il deflusso delle acque sarà sempre garantito mediante parzializzazione della sezione per i canali secondari, mentre sugli attraversamenti minori potranno essere effettuate ture collegate a tubazioni di convogliamento. Il periodo di esecuzione delle lavorazioni terrà conto della stagione irrigua e delle relative necessità di adacquamento.

Per quanto riguarda i lavori sul Canale Muzza si rimanda al progetto costruttivo delle opere, al Piano di Sicurezza e Coordinamento e alla valutazione congiunta con il Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana per le necessità minime di deflusso durante l'esecuzione delle opere.

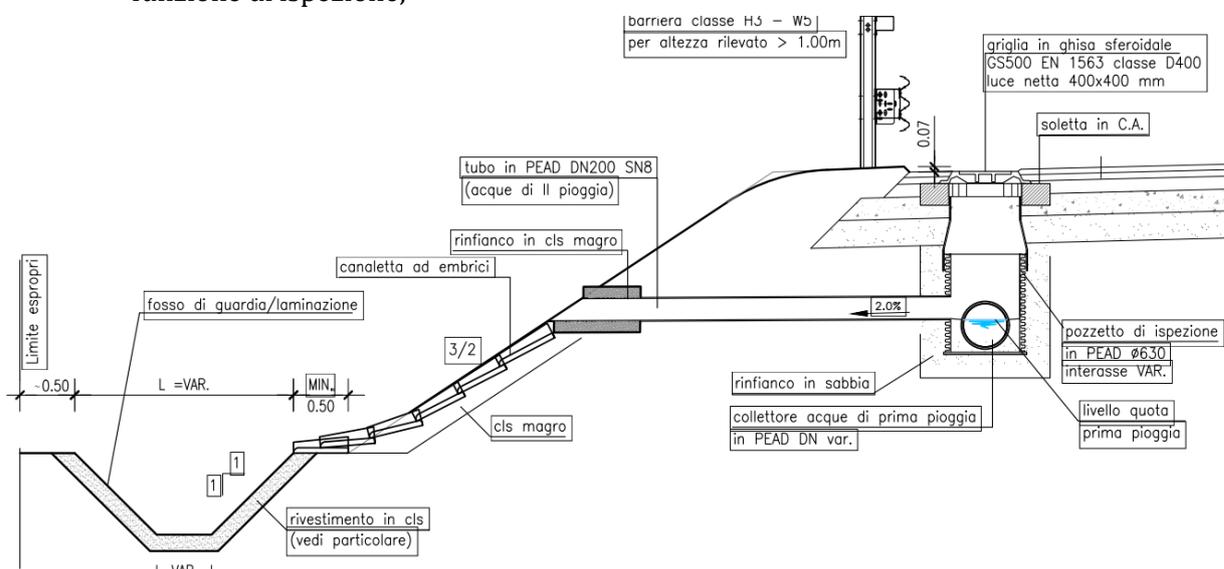
**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

## 4 DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA

### 4.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DEL TRACCIATO PRINCIPALE

Il drenaggio delle acque di piattaforma per le tratte in rilevato del tracciato principale sarà costituito da:

- sistema di captazione: griglie in ghisa sferoidale di luce netta 400x400, a passo opportunamente calcolato assicureranno che durante l'evento pluviometrico di progetto (Tr25 anni), l'acqua interesserà la larghezza della banchina stradale senza arrecare disturbo ai mezzi in transito in carreggiata; verranno captate tutte le acque di prima e seconda pioggia;
- sistema di convogliamento: prevede due casistiche:
  1. le caditoie scaricheranno nella tubazione in PEAD di diametro DN250 sottostante dimensionata per il convogliamento delle acque di sola prima pioggia e in corrispondenza dei pozzetti di ispezione una tubazione laterale verrà attivata al superamento del livello di prima pioggia scaricando le seconde piogge nel fosso al piede del rilevato scorrendo lungo gli embrici previsti lungo il rilevato;
  2. le caditoie scaricheranno nella tubazione in PEAD di diametro variabile DN400-630 sottostante dimensionata per il convogliamento delle acque di prima e seconda pioggia nelle tratte dove non vi è la possibilità di scaricare le seconde piogge nei fossi al piede del rilevato stradale (su manufatti, in presenza di muri); i pozzetti avranno la sola funzione di ispezione;



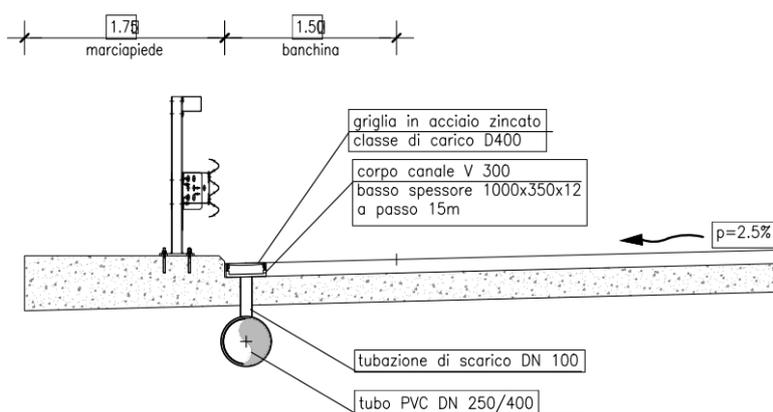
*Schema di drenaggio delle sole prime piogge*

I collettori saranno posati sotto la banchina ad una profondità in generale non inferiore a 1 m dall'estradosso, avranno una rigidità anulare pari a SN 8 (8kN/m<sup>2</sup>). I pozzetti in pead avranno dimensione Ø630 oppure Ø1500 in funzione dei diametri delle tubazioni in ingresso/uscita.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

Le tratte in corrispondenza di manufatti saranno drenate mediante tubazioni DN250 posate con basso ricoprimento e quindi rinfiaccate in calcestruzzo.

In corrispondenza del ponte Muzza una canaletta grigliata continua posata al limite esterno della banchina di larghezza pari a 35 cm e profondità di 12 cm capterà le acque meteoriche. Una tubazione verticale DN100 a passo 15m ne assicurerà lo svuotamento all'interno della tubazione sottostante di diametro variabile DN250-400

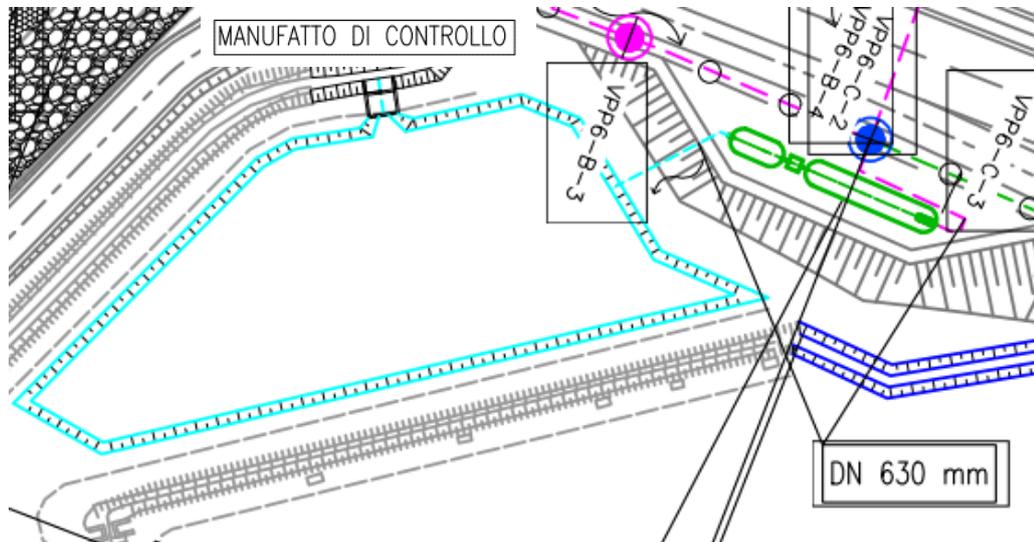


*Schema di drenaggio su ponte*

- sistema di trattamento prima pioggia: le prime piogge saranno convogliate fino alle vasche di prima pioggia, dove le acque rimarranno immagazzinate fino ad evento pluviometrico concluso. Lo svuotamento delle vasche sarà temporizzato e controllato attraverso elettropompa sommergibile con rilancio verso la vasca di trattamento. I trattamenti primari e secondari consentiranno di avere un effluente in grado di soddisfare i limiti allo scarico imposti dalle tabelle III e IV del DLgs 152/2006.

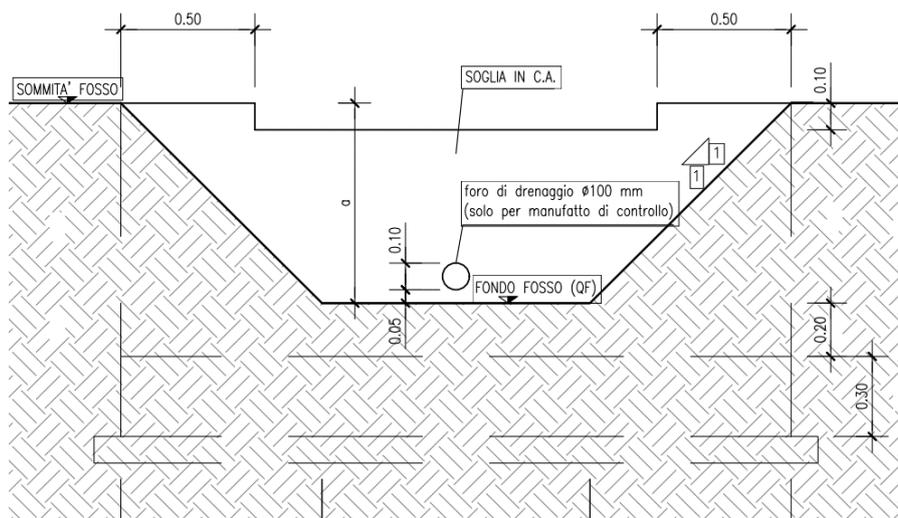


**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
 dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)  
**Relazione idrologica e idraulica**



*Vasca di prima pioggia 6 – Laminazione e limitazione allo scarico*

- **Sistema di scarico:** il manufatto finale di limitazione allo scarico assicurerà che la portata caricata non ecceda quella concessa da normativa. In funzione delle indicazioni del consorzio Muzza verranno fatte ottimizzazioni in fase realizzativa per tenere conto delle effettive esigenze di funzionamento che variano di fosso in fosso.



*Manufatto limitatore di portata*

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

**4.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DEL TRACCIATO SECONDARIO**

Il sistema di drenaggio del tracciato secondario in analogia a quanto previsto nel progetto definitivo non prevede convogliamento e trattamento delle acque piovane.

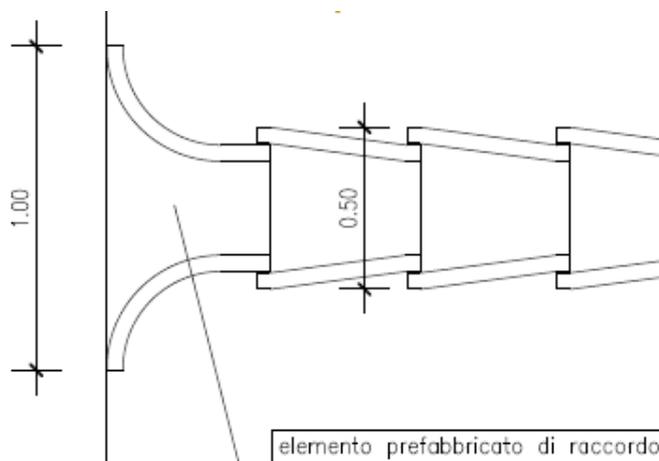
I tempi di ritorno di dimensionamento delle opere varia dal tracciato principale secondo la seguente tabella, come previsto dal progetto definitivo:

TIPO DI OPERA	PERIODO DI RITORNO Tr [anni]
Drenaggio acque di piattaforma-Asse principale	25
Drenaggio acque di piattaforma-Asse secondario	10
Fossi di guardia e sistemi di laminazione-Asse principale	50
Fossi di guardia e sistemi di laminazione-Asse secondario	25

*Criteria di calcolo*

Il drenaggio delle acque di piattaforma per le tratte in rilevato sarà costituito da:

- sistema di captazione in presenza di cordoli o muri: griglie in ghisa sferoidale di luce netta 400x400, a passo opportunamente calcolato assicureranno che durante l'evento pluviometrico di progetto (Tr10 anni), l'acqua interesserà la larghezza della banchina stradale, realizzata con una pendenza accentuata al 4%, senza arrecare disturbo ai mezzi in transito in carreggiata;
- sistema di captazione in rilevato: un elemento di raccordo cordolo-embrice consentirà di convogliare l'acqua captata dalla banchina lungo gli embrici che verranno posati lungo il rilevato stradale;



*Elemento di raccordo cordolo-embrice*

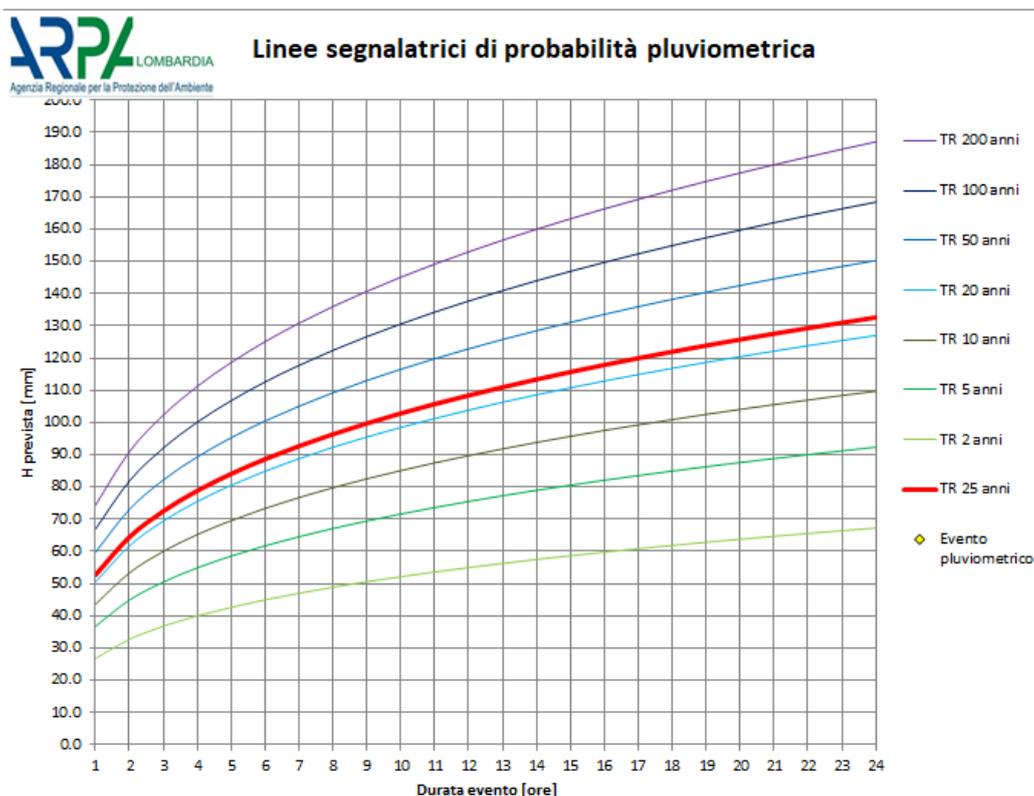
**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

- sistema di laminazione: le acque di piattaforma verranno scaricate nei fossi al piede del rilevato (TR25 anni).

### 4.3 IDROLOGIA

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

Le LSPP elaborate per diversi tempi di ritorno, in riferimento alle coordinate della zona oggetto di intervento sono le seguenti:



*LSPP ARPA Lombardia*

Il tempo di ritorno utilizzato per il dimensionamento delle captazioni e delle reti di convogliamento delle acque di prima e seconda pioggia per il tracciato principale è di 25 anni mentre per la viabilità secondaria 10 anni. I sistemi di laminazione/infiltrazione sono dimensionati per eventi con tempo di ritorno di 50/25 anni.

Nell'utilizzo del metodo di corrivazione per la trasformazione afflussi-deflussi (cfr paragrafo seguente), la durata dell'evento pluviometrico di progetto è pari al tempo di corrivazione e quindi, nel presente caso, in generale inferiore ai 30 minuti.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)  
**Relazione idrologica e idraulica**

L'espressione generale classica della curva di possibilità pluviometrica utilizzata come base per i calcoli idraulici è la seguente:

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

ovvero l'intensità media di precipitazione  $i$  al tempo  $t$  è:

$$i = a t^{n-1}$$

dove

$i$  intensità di pioggia [mm/ora]

$t$  durata della pioggia [ore]

$a, n$  parametri della curva (variabili in funzione del tempo di ritorno)

ARPA definisce la c.p.p. con la seguente espressione per diversi tempi di ritorno:

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

	A1	28.83						
	n1	0.29						
	n2	0.5	per durate inferiori all'ora sempre 0.5 (RR7 23.11.2017)					
Tr	2	5	10	20	25	50	100	200
wT	0.92	1.27	1.50	1.75	1.82	2.07	2.32	2.58
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 25 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	26.5236	36.6141	43.245	50.4525	52.4706	59.6781	66.8856	74.3814

*Parametri LSPP ARPA Lombardia*

Le LSPP si riferiscono ad una durata minima di un'ora e il loro utilizzo per durate sensibilmente inferiore porta ad una sovrastima dell'evento pluviometrico stesso. Per tenere conto di tale aspetto, come indicato anche all'allegato G del RR n.7 del 23.11.2017, al parametro "n" viene assegnato il valore di 0.5 nel calcolo del sistema di captazione.

Il sistema di smaltimento attraverso le laminazioni invece è caratterizzato da durate per le quali possono essere applicati i parametri delle LSPP.

Dalla LSPP di ARPA per durata di un'ora sono stati estrapolati i valori del parametro  $a$  dell'espressione classica, pari ad  $a_1 w_T$  di ARPA, per diversi tempi di ritorno i parametri utilizzati per il presente calcolo sono i seguenti:

	TR10	TR25	TR50
<b>a [mm/h]</b>	43.25	52.47	59.68
<b>n</b>	0.5	captazioni	
<b>n</b>	0.29	laminazioni	

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

La portata al colmo è calcolata tramite la formula razionale:

$$Q = u \cdot S \quad [m^3 / s]$$

dove:

- u è il coefficiente udometrico [ $m^3/s \cdot ha$ ];
- S è la superficie totale da drenare [ha].

In funzione dell'elemento da dimensionare la superficie da drenare varia dalla piattaforma captata dalla singola caditoia all'area complessiva sottesa alle diverse vasche di laminazione.

	Area imp [mq]	Area [ha]
<b>V1</b>	3500	0.35
<b>V2</b>	4483	0.4483
<b>V3</b>	9179	0.9179
<b>V4</b>	10267	1.0267
<b>Settala</b>	3905	0.3905
<b>V5</b>	8168	0.8168
<b>V6</b>	9211	0.9211
<b>V7</b>	9268	0.9268
<b>V8</b>	6676	0.6676
<b>V9</b>	8226	0.8226

*Bacini impermeabili sottesi alle vasche di prima pioggia*

La stima del coefficiente udometrico u, e quindi della portata al colmo, può essere eseguita mediante l'applicazione del metodo della corrivazione secondo cui il coefficiente udometrico assume la seguente espressione:

$$u = 2.78 \cdot \phi \cdot \varepsilon \cdot i$$

dove:

- $\phi$  = coefficiente di afflusso;
- $\varepsilon$  = nel caso di metodo della corrivazione pari a 1.0;
- i = intensità di pioggia relativa al tempo t.

Il tempo di corrivazione è stato così calcolato:

$$T_0 = t_e + \frac{t_r}{1.5}$$

dove:

- T0 = tempo di corrivazione;
- te = tempo di ingresso in rete, per centri urbani con modeste pendenze e caditoie stradali convenzionalmente pari a 7 minuti;
- tr = tempo di rete o di traslazione.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

Il tempo di corrivazione medio delle canalizzazioni in oggetto è stimabile in 15 minuti.

Il coefficiente di afflusso del bacino complessivo  $\varphi$  viene così calcolato:

$$\varphi = \varphi_{\text{imp}} * \text{IMP} + \varphi_{\text{perm}} * (1 - \text{IMP})$$

dove

$$\text{IMP} = \frac{S_{\text{imp}}}{S_{\text{imp}} + S_{\text{perm}}}$$

Come indicato nel progetto definitivo è stato assegnato un coefficiente pari ad 1 alle aree pavimentate e 0.3 alle parti verdi di scarpata.

VPP	Comune	Imp. [mq]	Perm. [mq]	Tot. [mq]	$\varphi$ medio
V1	Settala	3500	327	3598.1	0.940
V2	Settala	4483	766	4712.8	0.898
V3	Mediglia	9179	902	9449.6	0.937
V4	Settala	10267	593	10444.9	0.962
Settala	Settala	3905	759	4132.7	0.886
V5	Settala	9508	1284	8553.2	0.917
V6	Paullo	9211	277	9294.1	0.980
V7	Paullo	10868	3282	11852.6	0.838
V8	Paullo	7876	974	8168.2	0.923
V9	Paullo	8226	1566	8695.8	0.888

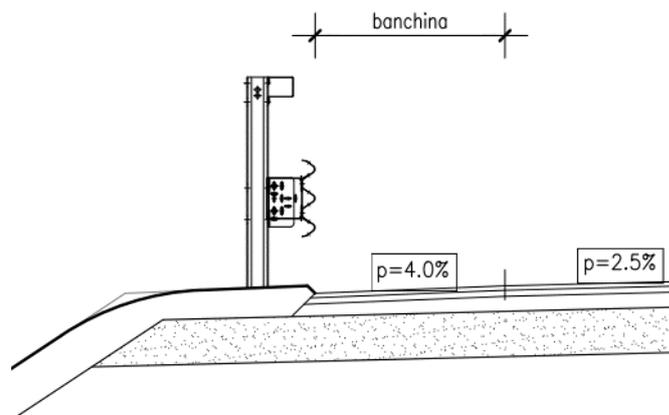
*Bacini complessivi sottesi ai sistemi di laminazione*

#### 4.4 CALCOLO DELL'INTERASSE DELLE CADITOIE

Il calcolo dell'interasse delle caditoie viene effettuato seguendo la metodologia indicata dal "Manuale di progettazione dei sistemi di fognatura" edito da Hoepli nel 2015 per caditoie con salto di fondo.

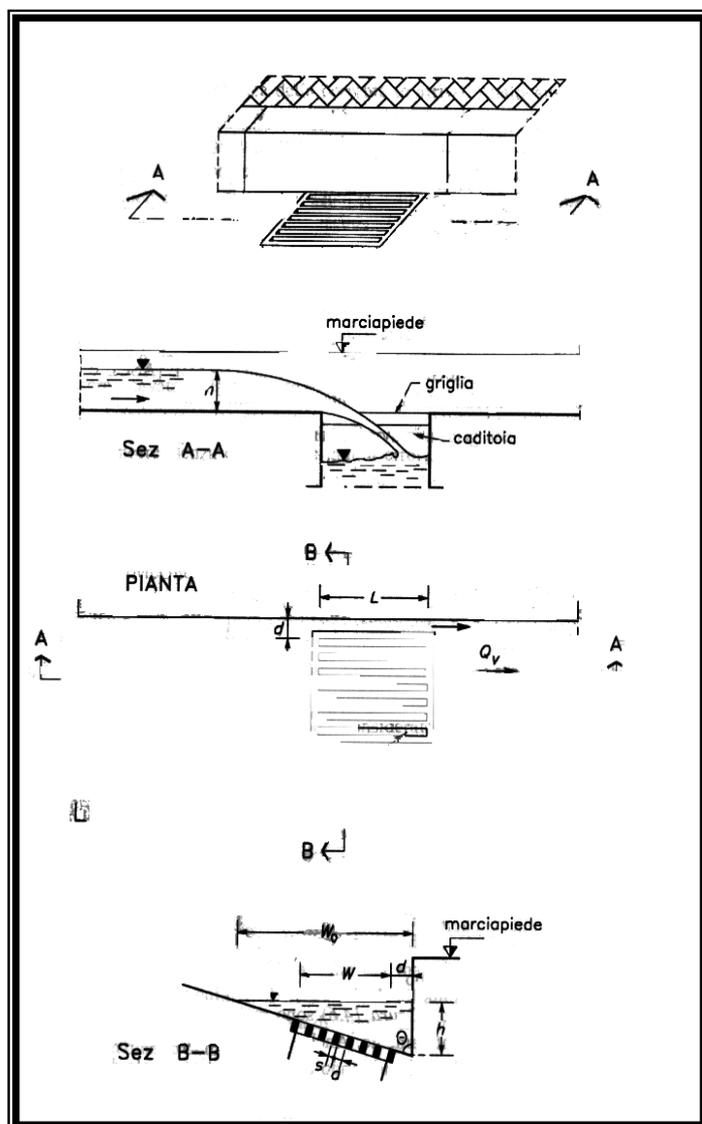
Il calcolo è stato effettuato per tutte le tratte ed in particolare, essendo la pendenza longitudinale stradale da inizio intervento a progressiva 10600 e da 12090 a fine intervento molto ridotta, si è prevista una banchina a pendenza trasversale accentuata al 4% in modo da avere un'altezza massima sulla caditoia al limite dell'arginello di 7 cm. Questo accorgimento ha consentito di avere un passo delle caditoie di 8 m anche nelle tratte più critiche.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)  
**Relazione idrologica e idraulica**



I parametri e i risultati di un caso di calcolo vengono di seguito riportati.

Convogliamento lato cordolo o marciapiede	
Pendenza stradale trasversale [%]	2.5%
Angolo sulla verticale [°]	88.57
Larghezza banchina [m]	1.75
Altezza d'acqua massima ammissibile [m]	0.04375
Pendenza stradale longitudinale [%]	2.20%
Area di deflusso [m <sup>2</sup> ]	0.038
Raggio idraulico cunetta [m]	0.02
Coefficiente di Strickler [m <sup>1/3</sup> /s]	75
Velocità di deflusso in cunetta [m/s]	0.86
Portata longitudinale convogliata [l/s]	32.76
<b>Caditoia</b>	
Larghezza caditoia [m]	0.4
Larghezza caditoia sull'orizzontale [m]	0.40
Lunghezza caditoia [m]	0.4
Spessore barre	0.024
Distanza della caditoia dal cordolo [m]	0.05
Depressione caditoia [m]	0
Portata evacuata [l/s]	5.44
Lunghezza minima longitudinale [m]	0.264
Coefficiente di sicurezza per intasamento	1.25
Portata effettiva evacuata [l/s]	4.35
Calcolo interasse caditoie	
Portata drenata [l/s]	
Parametri ccp	
a [mm/h]	52.47
n	0.5
Parametri formula razionale	
Tc[min]	7
ε	1



**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

φ	1
i [mm/h]	153.62
u [l/s/ha]	427.06
Area drenata [m <sup>2</sup> ]	101.91
Larghezza piattaforma [m]	11
Lunghezza drenata [m]	9.26
Interasse caditoie [m]	9

Tratta	Larghezza drenata	Pendenza longitudinale	TR	Interasse caditoie calcolato
Da inizio intervento a pk 9938	11 m	0.11%	25	8.5**
Da pk 9938 a pk 10078	11 m	0.11 % - 0.38%	25	8.5**
Da pk 10078 a pk 10490	11- 14 m	0.10% - 0.38%	25	8.5**
Da pk 10490 a pk 10942	11- 14 m	0.46% - 2.41%	25	8.5
Rampa svincolo Settala	6.5 m	0.2%	10	17.5
Da pk 10942 a asse ponte Muzza	11m	2.20%	25	8.5
Da asse ponte Muzza a pk 11700	11m	0.08% - 1.1%	25	8.5
Viabilità secondaria Paullo	4.75m	0.25%	10	19
Da pk 11700 a pk 12090	11m	0.26% - 2.41%	25	8.5
Da pk 12090 a pk 12350	11m	0.04%	25	8**
Da pk 12350 a fine intervento	11m	0.04%	25	8**

Il passo delle caditoie del progetto dell'asse principale è stato uniformato ad interasse 8m.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

Al fine di consentire una corretta captazione nelle tratte a ridotta pendenza longitudinale è previsto di accentuare la pendenza trasversale della banchina portandola al 4% (tratte indicate con \*\* in tabella).

Il ponte sul canale Muzza ha pendenza longitudinale nulla, ciò implica la necessità di posare una griglia di captazione longitudinale.

La larghezza drenata dal modulo di canaletta di lunghezza un metro è pari alla carreggiata completa: 14.25 m. L'evento pluviometrico con tempo di ritorno di 25 anni genera una portata per metro lineare di canaletta pari a 0.61 l/ml.

La canaletta grigliata di larghezza 35 cm è in grado di captare le acque che vengono raccolte nella sottostante vasca che, per vincoli strutturali del ponte, risulta di altezza pari a 10 cm. Considerando un battente nella vasca di 7 cm ed applicando la seguente legge di afflusso sottobattente per la stima della portata evacuata dalla tubazione verticale DN100 di scarico:

$$Q=0.97*\pi*DN^2/4*(2gh)^{0.5}$$

si ottiene una portata evacuata di 8.93 l/s, riconducibile ad un'area drenata di 306 mq. Sulla larghezza del ponte Muzza di 14.25m sarebbe quindi necessario posizionare uno scarico ogni 21.47 m (306/14.25).

Negli interventi di progetto si è previsto uno scarico ogni 15 ml, in favore di sicurezza rispetto a quanto strettamente richiesto dal calcolo.

#### **4.5 ACQUE DI PRIMA PIOGGIA**

Il Regolamento Regionale n. 4 del 24 marzo 2006 definisce acque di prima pioggia quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche.

Al punto 3 dell'Art.5 del regolamento della Regione Lombardia si prescrive che "la rete delle acque di prima pioggia deve essere dimensionata prendendo in considerazione gli eventi di breve durata e di elevata intensità caratteristici della zona, e comunque quantomeno assumendo che l'evento si verifichi in 15 minuti".

Le acque di prima pioggia corrispondono quindi ad una pioggia di 5mm con durata di 15 minuti che porta ad un contributo di 20 mm/h per ogni metro quadrato di bacino contribuyente.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*

**Relazione idrologica e idraulica**

	<b>Area imp [mq]</b>	<b>Qpp [l/s]</b>
<b>V1</b>	3500	19.44
<b>V2</b>	4483	24.91
<b>V3</b>	9179	50.99
<b>V4</b>	10267	57.04
<b>V5</b>	8168	45.38
<b>V6</b>	9211	51.17
<b>V7</b>	9268	51.49
<b>V8</b>	6676	37.09
<b>V9</b>	8226	45.70

*Prime piogge complessive afferenti alle singole vasche*

Le acque di prima pioggia e di lavaggio così definite devono prima del loro convogliamento in corpo d'acqua superficiale ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo essere avviate in vasche di raccolta (vasche di prima pioggia) dimensionate in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante.

<b>ID</b>	<b>Sup. imp. [mq]</b>	<b>Volume [mc]</b>
V1	3500	17.50
V2	4483	22.42
V3	9179	45.90
V4	10267	51.34
Settala	3905	19.53
V5	8168	40.84
V6	9211	46.06
V7	9268	46.34
V8	6676	33.38
V9	8226	41.13

*Volumi minimi vasche prima pioggia*

#### **4.6 SISTEMA DI CONVOGLIAMENTO**

La capacità di convogliamento delle tubazioni è stata effettuata applicando la legge di Chézy del moto uniforme

$$Q = A \cdot \chi \cdot (R \cdot i)^{0.5}$$

dove:

A superficie

$\chi$  coefficiente di scabrezza secondo Strickler  $\chi = K_s \cdot R_1 / 6$ , con  $K_s$  coefficiente di Strickler funzione del materiale costituente la sezione di deflusso, in questo caso posto uguale a 80 per la sezione di progetto in PEAD;

R raggio idraulico

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

i pendenza longitudinale minima pari a 0.2 %.

Le tubazioni di prima pioggia costituite da tubazioni DN250 posate alla pendenza dello 0.2% possono convogliare fino a 25 l/oltre i quali vanno in pressione.

I pozzetti di scarico sono stati posizionati ad interasse di 24 m e sono a servizio della semicarreggiata di larghezza pari a 11m. L'area pavimentata sottesa al singolo pozzetto è pari a 264 mq che, per un evento pluviometrico con tempo di ritorno di 25 anni, genera una portata di 11.3 l/s corrispondente ad un riempimento della tubazione pari a circa il 50%. Le tubazioni laterali di scarico delle seconde piogge sono state posizionate al di sopra del mezzo tubo DN250 garantendo la sicurezza ambientale degli scarichi.

Le tubazioni di prima e seconda pioggia sono state dimensionate per convogliare con grado di riempimento massimo del 70% e velocità massima di 5 m/s le acque di piattaforma generate dalle singole tratte.

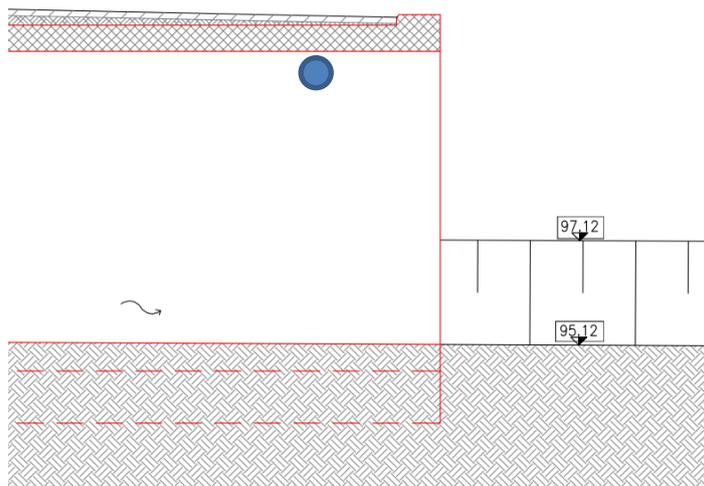
I collettori afferenti alle vasche V7, V8 e V9 sono di sola prima pioggia.

Tratta	Portata max Carreggiata singola	Pendenza minima tubazione	DN	Riempimento
Da inizio intervento a pk 9938 (V1)	74.7 l/s	0.2%	500	50%
Da pk 9938 a pk 10078 (V2)	48.0 l/s	0.2%	400	56%
Da pk 10078 a pk 10490 (V3)	25.0 l/s	0.2%	400	35%
Da pk 10490 a pk 10942 (V4)	105 l/s 210 l/s	0.2% 0.2%	500 630	65% 69%
Rampa svincolo Settala	110 l/s	0.2%	500	68%
Da pk 10942 a asse ponte Muzza (V5)	154.4 l/s 20 l/s	1.27% 0.2%	500 400	43% 30%
Da asse ponte Muzza a pk 11700 (V6)	20 l/s	0.2%	400	30%
Viabilità secondaria Paullo	4.75m	0.25%	10	

*Portate di prima e seconda pioggia*

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

In generale la rete di convogliamento è stata progettata evitando le interferenze con i manufatti idraulici tuttavia alla progressiva 11253.61, la tubazione DN400 proveniente dal ponte sul canale Muzza dovrà essere appesa all'intradosso del manufatto. La sezione del manufatto ha una altezza libera ai fini idraulici di 5.6m dal fondo, la sponda ha un'altezza di 2m. La posizione della tubazione risulta quindi idraulicamente compatibile con il massimo deflusso idrico atteso all'interno del manufatto.



*Sezione longitudinale attraversamento pk 11253.61 con indicazione della tubazione interferente*

#### **4.7 SISTEMA DI SMALTIMENTO**

Il sistema di smaltimento è costituito dai fossi al piede del rilevato e aree di laminazione che ricevono le acque scaricate dalle tubazioni dimensionate per le sole prime piogge. Il sistema così progettato assicura una distribuzione costante delle portate scaricate salvaguardando il fosso nei pressi delle vasche di prima pioggia e trattamento da una eccessiva pressione idrica.

Il volume dei fossi è stato calcolato secondo la metodologia delle "sole piogge" proposto dal RR n.7/2017 per tempo di ritorno di 50 anni in riferimento alla massima portata scaricabile, in funzione del comune di appartenenza che ne diversifica la massima portata scaricabile per ettaro impermeabile.

In assenza di nuove indicazioni sono stati mantenuti gli stessi punti di scarico del sistema di laminazione nei corpi idrici ricettori previsti dal progetto definitivo, il limite di portata scaricabile è stato aggiornato con quello indicato dal RR n.7 del 23.11.2017.

Le superfici impermeabili dei bacini scolanti afferenti alle laminazioni n.5, 7 e 8 non coincidono con quelle delle rispettive vasche di prima pioggia in quanto, in favore di sicurezza sia per superficie che per tempo di ritorno dell'evento considerato, sono state inserite anche parti di viabilità secondarie:

- laminazione 5: una parte della rampa sud-est;

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

- laminazione 7: una parte della rampa nord-est;
- laminazione 9: semicarreggiata della controstrada nord.

In particolare si fa notare che, rispetto al progetto definitivo:

- la volumetria complessiva di laminazione del tracciato principale è aumentata passando da 6874.6 a 6976 mc;
- circa 4000 mq di pavimentazione impermeabile (Rampa nord ovest Settala) vengono smaltite per infiltrazione;
- lo sfioro delle seconde piogge attraverso i pozzetti lungo il tracciato assicura un migliore e uniforme apporto di acque di piattaforma ai fossi;
- si garantisce una maggiore sicurezza ambientale delle acque di scarico in quanto la suddivisione delle acque di prima e seconda pioggia non viene demandata alla griglia di captazione ma ai pozzetti di sfioro;
- i fossi al piede sono stati dotati di manufatti di controllo per assicurare che la volumetria calcolata sia effettivamente disponibile e non condizionata dalla pendenza del fosso stesso (per altro molto limitate già naturalmente) e le tipologie adottate sono le seguenti:

FOSSI DI GUARDIA E LAMINAZIONE			
TIPO	DIMENSIONI		
	a (m)	b (m)	A (m <sup>2</sup> )
tipo 1	1.00	1.00	2.00
tipo 2	1.00	2.00	3.00
tipo 3	1.00	3.00	4.00
tipo 4	1.50	2.00	5.25
tipo 5	1.50	4.00	8.25
tipo A	0.50	0.50	0.50
tipo B	0.75	1.00	1.30

*Tipologie fossi da elaborato 1822\_E\_D\_3.21.2\_01*

- visto l'ambito di elevata criticità idraulica nella zona di realizzazione dello svincolo Cerca, si è scelto di applicare i requisiti minimi di volumetria di laminazione previsti dal RR n.7 del 23.11.2017 s.m.i., di fatto realizzando una laminazione per tempo di ritorno di 50 anni per l'area complessiva dello svincolo, decisamente superiore ai 25 anni previsti dal progetto definitivo.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**

**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**

*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*

**Relazione idrologica e idraulica**

Si riporta di seguito la tabella relativa alle superfici drenanti e relative volumetrie calcolate in cui si è aggiunto anche il volume di laminazione effettivamente realizzato attraverso i fossi di guardia e laminazione.

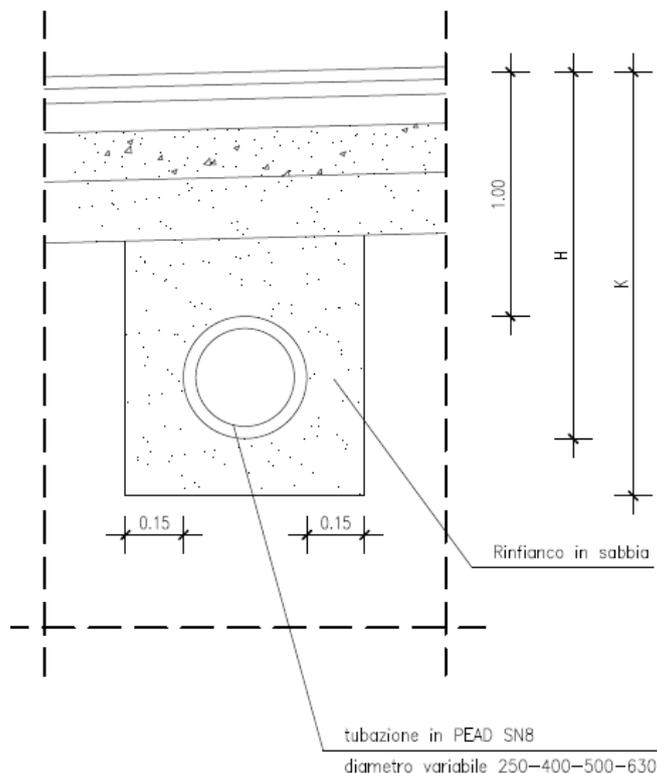
**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

Imp. [mq]	Perm. [mq]	Tot. [mq]	$\varphi$ medio	Minimo	Sole Piogge	Volumetria realizzata	Ricettore	Portata l/s
3500	327	3598	0.940	270.6	265.4	330	fosso pk 9944	3.38
4483	766	4713	0.898	338.5	325.8	2052	fosso pk 9944	4.23
9179	902	9450	0.937	708.6	694.2		fosso pk 9944	8.86
10267	593	10445	0.962	803.7	795.6	825	Cavo Marocco - pk 10508.39	10.05
3905	759	4133	0.886				infiltrazione	
9168	1284	9553	0.914	698.5	677.3	711	Roggia Tribiana - pk 11253.61	8.73
9211	277	9294	0.980	546.2	547.3	866	Roggia Brunora Carcassola - pk 11353.38	18.21
10868	3282	11853	0.838	595.7	559.9	653	Roggia codogna - 12083	19.86
7876	974	8168	0.923	452.3	442.3	464	Roggia 12378	15.08
8226	1566	8696	0.888	463.3	446.0	1076	Zela di paullo 12544.90	15.44
<b>76683</b>	<b>10730</b>	<b>79902</b>		<b>4877.57</b>	<b>4753.87</b>	<b>6976.00</b>		

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

**4.8 SCHIACCIAMENTO DELLE TUBAZIONI**

Le tubazioni previste dal progetto sono in PEAD strutturato di diametro variabile 250-400-500-600 mm e seguono le indicazioni di posa della norma UNI EN 1046. La posa con rinfiacco in sabbia è prevista con affondamento della testa della tubazione di 1m dal piano viabile.



PROFONDITÀ DI POSA TUBAZIONI IN PEAD		
DN	H(m)	K(m)
250	1.25	1.40
400	1.40	1.55
500	1.50	1.65
630	1.63	1.78

*Tipologia di posa tubazioni*

Per le condizioni di posa prescelte la norma sperimentale indica la classe SN8 come adeguata dal punto di vista dello schiacciamento.

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

RIGIDITA' ANULARE SUGGERITA PER AREE CON TRAFFICO (prospetto 2)

RICOPRIMENTO DA 1 a 3 metri

Materiale di riporto	Tipo di compattazione	Terreno naturale indisturbato					
		1 	2 	3 	4 	5 	6 
1 	Buona(W)	SN4	SN4	SN8	SN8	SN16	**
2 	Buona(W)		SN8	SN8	SN16	**	**
3 	Buona(W)			SN16	**	**	**
4 	Buona(W)				**	**	**

RICOPRIMENTO DA 3 a 6 metri

Materiale di riporto	Tipo di compattazione	Terreno naturale indisturbato					
		1 	2 	3 	4 	5 	6 
1 	Buona(W)	SN2	SN2	SN4	SN4	SN8	SN8
2 	Buona(W)		SN4	SN4	SN8	SN8	SN8
3 	Buona(W)			SN8	SN8	SN16	**
4 	Buona(W)				**	**	**

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

**CLASSIFICAZIONE TERRENI SECONDO UNI ENV 1046**

	<p align="center"><b>Terreno Tipo 1</b></p> <p>Ghiaia a singola pezzatura, ghiaia ben vagliata, mescole di ghiaia e sabbia poco vagliata.          Ghiaia a granulometria fine:          pietrischetto: frammenti di dimensione 4-8 mm          Es. Roccia frantumata, ghiaia di fiume o di costa, ghiaia morenica, ceneri vulcaniche.          Classificazione secondo norma inglese BS5930: GU, GW, GP          Classificazione secondo norma tedesca DIN18196: GE, GI</p>
	<p align="center"><b>Terreno Tipo 2</b></p> <p>Sabbia di unica dimensione, sabbia ben vagliata, mescole di ghiaia e sabbia, mescole di ghiaia e sabbia poco vagliata.          Es. sabbia da dune e depositi alluvionali, sabbia da vallata, sabbia di bacino, sabbia morenica, sabbia da terrapieni o da spiaggia          Granulometria sabbia: 0,25 – 2 mm.          Classificazione secondo norma inglese BS5930: SU, SW, SP          Classificazione secondo norma tedesca DIN18196: SE, SI</p>
	<p align="center"><b>Terreno Tipo 3</b></p> <p>Ghiaia con limo, mescole poco vagliate di ghiaia, limo e sabbia. Ghiaia con argilla, miscele poco vagliate di ghiaia limo e sabbia. Sabbia con limo, mescole poco vagliate di sabbia e limo. Sabbia con argilla, miscele poco vagliate di sabbia e limo.          Es. ghiaia drenata, detriti da riporto, ghiaia con argilla. Sabbia liquida, terriccio, sabbia loess. Sabbia con terriccio, argilla alluvionale, marna alluvionale.          Classificazione secondo norma inglese BS5930: GM, GC, SM, SC          Classificazione secondo norma tedesca DIN18196: GU, GT, SU, ST</p>

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**



**Terreno Tipo 4**

Limo inorganico, sabbia molto fine, farina di roccia, sabbia fine con limo o argilla. Argilla inorganica, argilla particolarmente plastica.

Es. loess, terriccio, marna alluvionale, argilla

Classificazione secondo norma inglese

BS5930:ML, CL

Classificazione secondo norma tedesca DIN18196: UL, TA, TL, TM.



**Terreno Tipo 5**

Terreno granulato misto con mescole di Humus e calcare. Limo organico e limo organico argilloso. Argilla organica, argilla con mescole organiche.

Es. Strato superficiale, sabbia calcarea, sabbia da tufo. Calcare marino, terreno superficiale. Fango, terriccio.

Classificazione secondo norma inglese

BS5930: Pt, F

Classificazione secondo norma tedesca

DIN18196: HN, HZ



**Terreno Tipo 6**

Torba, altri terreni altamente organici. Fanghi.

Es. Torba, fanghi.

Classificazione secondo norma inglese

BS5930: GM,GC, SM, SC

Classificazione secondo norma tedesca DIN18196: GU, GT, SU, ST

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

#### **4.9 INFILTRAZIONE**

La vasca di Settala, necessaria al drenaggio della rampa e del parcheggio a servizio delle attività commerciali, come detto in premessa, non può scaricare nella vasca di laminazione prevista dal progetto definitivo per la presenza dell'area di rispetto di un pozzo idropotabile.

Al fine di scaricare le portate di piattaforma, previo trattamento in grado di assicurare il livello qualitativo previsto dal DLgs 152/2006 per le acque destinate all'infiltrazione nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, è stato dimensionato un sistema infiltrante costituito da trincea drenante potenziata da 4 pozzi drenanti.

Il calcolo è stato effettuato tramite l'equazione di continuità o equazione dei serbatoi applicata alla situazione in esame:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{d}{dt} W(t)$$

in cui la variazione del volume invasato al tempo t nel fosso è pari alla differenza tra la portata entrante dovuta all'evento meteorico riversatosi sulla piattaforma in esame e la portata uscente dispersa nel terreno circostante.

La portata entrante  $Q_e(t)$  consiste nell'idrogramma di piena, calcolato con il metodo della corrivazione, verificatosi in seguito ad un evento pluviometrico di tempo di ritorno di 50 anni durata variabile da 5' a 6h procedendo per passi temporali di calcolo di un minuto.

La funzione  $Q_u(t)$ , che rappresenta la portata uscente per infiltrazione dalla trincea e dai pozzi. La relazione utilizzata per il calcolo della portata infiltrata in generale è  $Q_u(t) = k[A]$ , dove A è la superficie di infiltrazione e k la permeabilità del terreno. Si considera la trincea infiltrante sui due lati e sul fondo e il pozzo infiltrante sulla superficie conica laterale.

$W(t)$  rappresenta il volume che si invasa per effetto del riempimento del sistema (pozzi+tubazione+trincea).

Il procedimento di calcolo aggiorna ad ogni passo temporale:

- la portata entrante in relazione alla pioggia entrante e alla durata dell'evento prescelto;
- il livello di riempimento del sistema infiltrante;
- la portata in uscita in relazione al livello di riempimento del punto precedente.

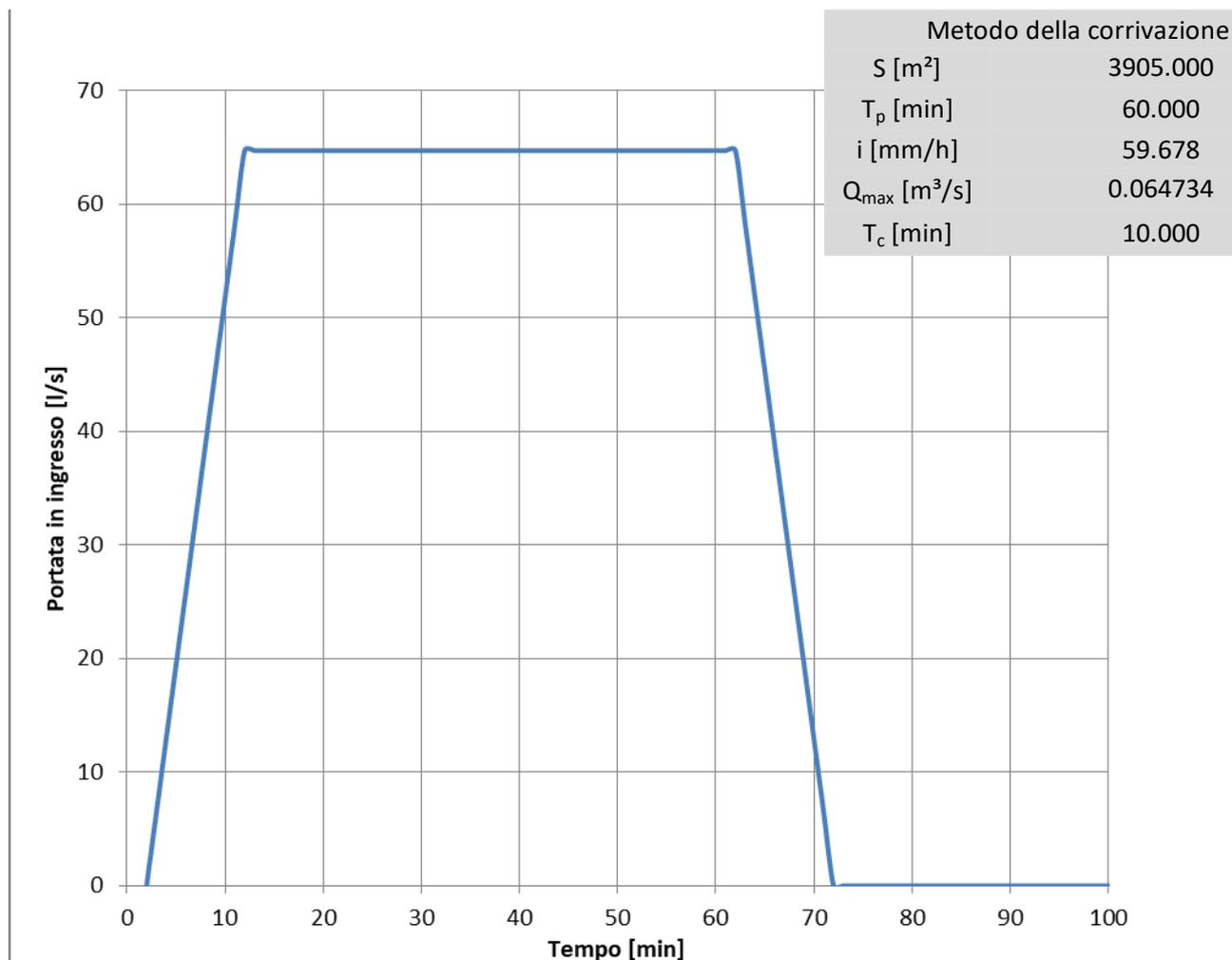
Per tentativi viene individuata la durata dell'evento che massimizza il volume necessario per l'infiltrazione.

Nel progetto definitivo venivano indicati i seguenti dati per la zona di Settala:

- livello di falda a -4.50 da piano campagna;

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
 dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)  
**Relazione idrologica e idraulica**

- permeabilità pari a  $6.94 \cdot 10^{-5}$  m/s.



*Andamento delle portate in arrivo al sistema di infiltrazione*

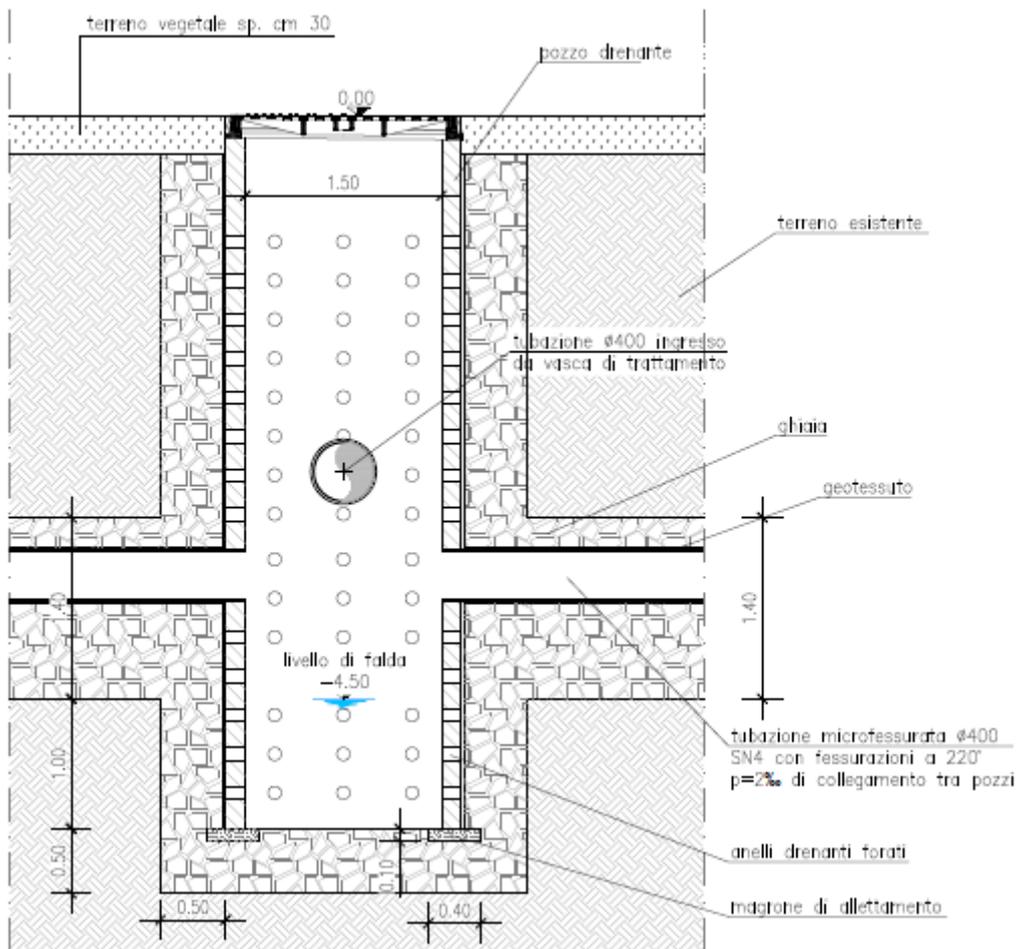
Il volume di invaso fornito dal sistema è dato da:

- volume interno ai 4 pozzi che possono infiltrare per un massimo di 1.5m di altezza, considerando la quota di ingresso tubazione e il massimo livello di falda;
- volume interno a 70 ml di tubazione DN400;
- volume della trincea drenante di lunghezza pari a 70 ml, larghezza 2.3m e altezza 1.4m che, essendo riempita di ghiaia, è contribuyente solo in parte (indice dei vuoti 0.5).

Dai calcoli effettuati in riferimento al sistema sopra descritto, la cui area pavimentata afferente è di circa 3900mq, risulta che:

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

- l'evento che massimizza il volume ha durata di 60 minuti;
- la portata di picco entrante è di 64 l/s;
- la portata massima uscente dal sistema completamente pieno è di 27 l/s;
- il sistema con la geometria sopra descritta si riempie al 98%.



*Sistema di infiltrazione*

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

**5 ALLEGATI – DOCUMENTAZIONE CONSORZIO MUZZA BASSA LODIGIANA**

- a) Lettera Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana 28/05/2018  
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IDROLOGICO – IDRAULICA e RELAZIONE GENERALE
- b) Lettera Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana 28/01/2019
- c) Lettera Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana  
Verbale del 4 aprile 2019

**Lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paullese"**  
**2° Lotto - 1° Stralcio - tratto A**  
*dalla S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+476 (Intersezione TEEM)*  
**Relazione idrologica e idraulica**

**Sommario**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>2</b>
2.1	NORMATIVA NAZIONALE .....	2
2.2	NORMATIVA REGIONE LOMBARDIA.....	3
2.3	VINCOLI - P.G.R.A. ....	5
2.4	VINCOLI - POZZI.....	7
2.5	SCARICO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA – ASPETTI QUALI-QUANTITATIVI .....	10
<b>3</b>	<b>RETICOLO IDRICO INTERFERITO.....</b>	<b>14</b>
3.1	CANALE MUZZA.....	14
3.2	CANALI SECONDARI .....	18
3.3	ATTRAVERSAMENTI MINORI.....	18
3.4	CANTIERIZZAZIONE .....	19
<b>4</b>	<b>DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA .....</b>	<b>20</b>
4.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DEL TRACCIATO PRINCIPALE.....	20
4.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DEL TRACCIATO SECONDARIO .....	24
4.3	IDROLOGIA .....	25
4.4	CALCOLO DELL'INTERASSE DELLE CADITOIE .....	28
4.5	ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....	31
4.6	SISTEMA DI CONVOGLIAMENTO.....	32
4.7	SISTEMA DI SMALTIMENTO.....	34
4.8	SCHIACCIAMENTO DELLE TUBAZIONI .....	38
4.9	INFILTRAZIONE.....	42
<b>5</b>	<b>ALLEGATI – DOCUMENTAZIONE CONSORZIO MUZZA BASSA LODIGIANA .....</b>	<b>45</b>



Lodi, 29 maggio 2018

Spett.le

**CITTA' METROPOLITANA**

**Settore progettazione e  
manutenzione strade**

Area pianificazione territoriale generale,  
delle reti infrastrutturali e servizi di  
trasporto pubblico

Via Soderini, 24

20146– Milano (MI)

c.a.

ing. Carlo Maria Merlano

arch. Susanna Marinoni

e, p.c.

**Giunta Regionale**

**DIREZIONE GENERALE TERRITORIO  
URBANISTICA E DIFESA DEL SUOLO  
DIFESA DEL SUOLO**

Piazza Città di Lombardia, 1

20124 - Milano (MI)

[territorio@pec.regione.lombardia.it](mailto:territorio@pec.regione.lombardia.it)

c.a.

arch.. Diego Terruzzi

**Prot.:** n. 1433/18/CM/ab

**OGGETTO:** SS SP 415 "PAULLESE" INTERFERENZE CON CANALE MUZZA E  
RETICOLO DI COMPETENZA CONSORTILE.

*Tavolo tecnico tra Città Metropolitana di Milano e Consorzio Bonifica  
Muzza Bassa Lodigiana.*

**VERBALE DI RIUNIONE DEL 25 MAGGIO 2018**

Con la presente questo Consorzio, a seguito di quanto condiviso nell'ambito del Tavolo Tecnico in oggetto, opportunamente istituito al fine di coordinare le lavorazioni riguardanti la cantierizzazione delle opere relative alla Riqualficazione della SP 415 Paullese per Città Metropolitana di Milano ed alla costituzione del nuovo Scolmatore Tombona per Regione Lombardia, specifica quanto segue:

1. l'acquisizione delle aree propedeutiche alla realizzazione delle opere stradali, eseguita da Città Metropolitana, indispensabile anche alla realizzazione delle opere idrauliche, prevederà l'intestazione catastale delle porzioni destinate alle infrastrutture d'alveo di progetto al Demanio Pubblico dello Stato – Ramo bonifica (nota del 12 ottobre 2016, prot. N. 2016/13616/DGP-SOT dell'Agenzia del Demanio);



2. si provvederà, quanto prima, a fornire le quote topografiche dei piani di posa ed i relativi dimensionamenti dei manufatti di sottopasso alla SP 39 "Cerca" del Fontanile Tombona ed il relativo sovrappasso di Sorgenti della Muzzetta (ponte canale), verificando in contraddittorio la conformità altimetrica dei rilievi eseguiti per le progettazioni di entrambe le infrastrutture;
3. relativamente all'intersezione del progetto stradale con il Canale Muzza, in virtù della collaborazione mostrata da codesto Ente nonché dalla sensibilità emersa dal tavolo tecnico sul tema della sicurezza idraulica, si richiede che la progettazione esecutiva preveda di eseguire il raddoppio del citato attraversamento mediante manufatto privo di pile di appoggio in alveo, bensì con appositi pulvini laterali opportunamente difesi in pietrame di tipo "Rezzato" posato a secco. Al fine di garantire la continuità di transito lungo le alzaie di servizio al canale, specie sulla sponda destra, si condivide la possibilità di prevedere due manufatti di sottopasso aventi dimensioni e quote da concordare;
4. relativamente all'intersezione del progetto stradale con gli altri canali in gestione a questo Consorzio si ritiene utile l'approfondimento della corretta sezione idraulica e delle quote di scorrimento sulla base delle portate stagionali relative ai singoli corsi d'acqua oggetto di lavorazioni, con particolare attenzione al riposizionamento del manufatto sgrigliatore attualmente installato sul Canale Codogna;
5. nell'ambito del tavolo prefettizio istituito a seguito degli eventi alluvionali del novembre 2014, questo Consorzio informerà le amministrazioni comunali di Settala e Mediglia circa la possibilità di intervenire sulla criticità di deflusso idraulico del Fontanile Sorgenti della Muzzetta in prossimità dell'intersezione con il nodo stradale Cerca – Pauledese, emersa nella fase di studio eseguita da questo Consorzio per l'individuazione delle principali cause di allagamento del territorio Settalese;

In merito al punto n°3 della presente, attraversamento sul Canale Muzza, in coerenza alle indicazioni sopra riportate circa l'assenza di pile in alveo, questo Consorzio ritiene opportuna anche la rimozione delle pile del ponte esistente, in specifica aderenza alle previsioni di adeguamento funzionale del Muzza. Quest'ultimo infatti, come noto, riceve le immissioni di torrenti che drenano l'est Milanese, caratterizzati oltre che da deflussi tanto repentini quanto intensi, anche da un notevole trasporto in sospensione e in galleggiamento, per i quali le pile costituiscono punti di accumulo e possibile ostruzione della sezione di deflusso, inducendo un concreto rischio di esondazione.

Al fine di una maggior illustrazione della criticità idraulica insistente sul Canale Muzza e quindi ulteriormente motivare le ragioni dell'efficacia circa l'esecuzione della lavorazione da questo



Consorzio richiesta, si allega alla presente la Relazione Tecnica Generale e la Relazione Idrologico Idraulica contenuta nella progettazione definitiva della CONVENZIONE PER LA PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DELLO SCOLMATORE ROGGIA GARDINA TRA I COMUNI DI SETTALA E LISCATE - TRA: Regione Lombardia Direzione Generale Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo e il Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana edizione Aprile 2017.

Si ritiene opportuno, infine, nell'ottica dell'importante coordinamento previsto dal tavolo tecnico in oggetto, prevedere un incontro per la giornata di mercoledì 20 giugno p.v. presso gli uffici di Lodi di questo Consorzio in via Nino Dall'oro n°4, per la definizione delle modalità operative che dovranno essere considerate in fase di progettazione esecutiva.

Rimanendo a disposizione per qualsiasi chiarimento in merito, si coglie l'occasione per ringraziare per la collaborazione e porgere distinti saluti.

Il Responsabile Tecnico  
dott. ing. Marco Chiesa

**Referente:** arch. Alberto Belloni – 339 2297626 – [ambiente@muzza.it](mailto:ambiente@muzza.it)



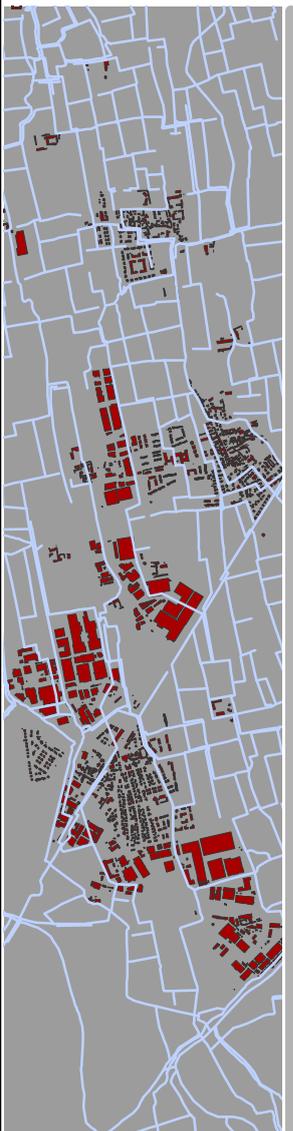
## CONVENZIONE PER LA PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DELLO SCOLMATORE ROGGIA GARDINA TRA I COMUNI DI SETTALA E LISCLATE



Regione Lombardia  
Direzione Generale Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo



Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana



### PROGETTO DEFINITIVO

## RELAZIONE GENERALE

EDIZIONE: APRILE 2017

Il Responsabile del Procedimento

dott. ing. Marco Chiesa

I Progettisti

dott. ing. Ettore Fanfani; dott. ing. Marco Chiesa

NOTE GENERALI:

Scolmatore Roggia Gardina

# ***Convenzione per la progettazione dell'intervento di realizzazione dello scolmatore roggia Gardina tra i comuni di Settala e Liscate***

Progetto Definitivo edizione Aprile 2017

## **Relazione Generale**

### **Generalità**

Il presente progetto definitivo, edizione aprile 2017, costituisce il secondo step progettuale dell'intervento di cui alla "Convenzione per la progettazione dell'intervento di realizzazione dello scolmatore roggia Gardina tra i comuni di Settala e Liscate" di cui alla D.G.R. 4058/2015, in essere tra Regione Lombardia - D.G. Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo e il Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana. L'importo omnicomprensivo della citata convenzione è pari a euro 50.000,00 e comprende tutte le attività connesse alla progettazione, sino al presente step, del relativo intervento.

La normativa di riferimento è costituita dal Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture".

Il primo livello progettuale di fattibilità tecnica ed economica è stato redatto con riguardo ad un insieme di opere molto più ampio rispetto al solo scolmatore Gardina, allo scopo di elaborare un piano approfondito di intervento organico esteso ad una ampia fascia di territorio nel quale la realizzazione dello stesso scolmatore Gardina si inserisse in maniera integrata e coordinata alle esigenze della zona intercomunale nel suo insieme.

**Pertanto il presente progetto costituisce, con riferimento allo scolmatore Gardina, l'evoluzione e lo sviluppo tecnico delle informazioni e delle analisi realizzate nel più esteso livello di fattibilità tecnica ed economica citato, sulla base dell'avanzamento della conoscenza del territorio in oggetto e delle complesse problematiche di carattere idraulico ed idrogeologico che lo caratterizzano.**

La presente progettazione definitiva delle opere concerne, oltre alla definizione di dettaglio delle soluzioni tecniche adottate, l'individuazione della geometria, le dimensioni, i materiali e le sagome delle opere da realizzarsi. Ad ulteriore supporto di

tale approfondimento sono stati eseguiti nuovi rilievi plano-altimetrici e sopralluoghi in sito al fine di ottenere il quadro morfologico locale sul quale inserire le opere in progetto.

Il procedimento scaturisce dall'istanza promossa dall'Amministrazione Comunale di Settala a seguito dei molteplici episodi alluvionali che hanno coinvolto il territorio urbanizzato del Comune negli anni 2014 e 2015.

Lo studio allargato ha evidenziato come la situazione di sofferenza idraulica del territorio settalese, non possa essere trattata in maniera avulsa dal contesto della circolazione idrica di tutto il territorio contiguo, con il quale, in particolare sotto tale aspetto, costituisce un omogeneo continuo.

Sotto tale profilo è risultato pertanto molto importante il gruppo di lavoro istituito e coordinato dalla Prefettura di Milano che ha visto il coinvolgimento di diversi Enti ed Istituzioni pubbliche, che concorrono, a diverso titolo tecnico od amministrativo, alla gestione della rete idrica del territorio di Settala.

Regione Lombardia ha quindi affidato al Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana l'esecuzione del presente progetto al fine di indagare la genesi delle criticità idrogeologiche recentemente palesatesi in modo persistente, fornendo al contempo risposte concrete in termini di interventi realizzabili anche nel breve periodo per un miglioramento immediato, se possibile, della situazione.

Emerge, come detto, che la trattazione del problema non può essere circoscritta al solo ambito territoriale settalese, in quanto, come ci sarà modo di vedere, si ha a che fare con una situazione di deficit generale che coinvolge, per diversi aspetti, una regione di territorio ben più ampia e corsi d'acqua esterni al territorio in oggetto stesso: basti pensare al canale Muzza, recapito dello scolmatore Gardina.

Nel presente livello definitivo di progettazione si darà rilievo, in coerenza alle previsioni normative, alla definizione fisica delle opere ed ai fattori che direttamente od indirettamente influiscono sul loro dimensionamento.

Come si vedrà nel seguito, la zona del comune in oggetto è ubicata in una fascia di confini plurimi tra diverse Amministrazioni territoriali: oltre che ovviamente Comunali, sono presenti due provincie, Milano e Lodi, lo scrivente Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana e il Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi. L'immagine che segue riporta la zona in oggetto in Regione Lombardia, con indicata la cartografia con l'indicazione dei confini consortili e provinciali.



### ***La zona oggetto della perizia progettuale nell'ambito del territorio Lombardo***

Pervenendo quindi all'oggetto della presente perizia progettuale, viene nel seguito descritto lo scenario idrologico ed idraulico di riferimento che porta all'individuazione della realizzazione del nuovo scolmatore Gardina quale opera per il miglioramento della condizione idraulica dell'abitato di Settala, con specificazione dell'attuale assetto del medesimo fontanile, nell'ambito di un territorio ubicato nella parte nord del comprensorio Muzza, tipicamente una fascia caratterizzata da una forte natura fontanilizia dei corsi d'acqua, quale è appunto la natura del canale Gardina.

## **Lo scenario idrologico ed idraulico di riferimento: le motivazioni della realizzazione dello scolmatore Gardina**

Occorre premettere che, come descritto nella perizia di fattibilità tecnica ed economica, nell'ambito del progetto "Convenzione per la progettazione dell'intervento di realizzazione dello scolmatore roggia Gardina tra i comuni di Settala e Liscate" la realizzazione dello scolmatore Gardina fa parte di uno dei lotti funzionali comprendente oltre al canale stesso, anche un'area di allagamento per la laminazione leggera di un volume di piena di origine pluviale di circa 85.000 mc.

**Per chiarezza, il presente progetto definitivo comprende la sola realizzazione dello scolmatore Gardina e le relative opere complementari, non è invece compresa la realizzazione dell'area di allagamento 1-Nord per la laminazione leggera.**

A fronte di tale impostazione funzionale, la realizzazione del solo scolmatore Gardina, svincolata dalla suddetta area, è parimenti funzionale rispetto agli obiettivi prefissati per l'abitato di Settala, ovviamente con effetti proporzionalmente inferiori coerentemente alla minore entità degli interventi ed al minor impegno economico necessario, offrendo al contempo la possibilità di poter rendere cantierabile nel breve periodo un intervento efficace, stante l'importo economico necessario sensibilmente inferiore, pari a circa la metà dell'intero lotto. Quest'ultimo rimarrebbe ovviamente realizzabile nel momento in cui ci fosse la necessaria copertura economica.

Si ritiene opportuno in primo luogo descrivere la dinamica idraulica alla base della realizzazione dello scolmatore in oggetto, in quanto pur a fronte della semplicità funzionale che lo caratterizza, si tratta comunque di un intervento articolato.

Le motivazioni tecniche che portano alla sua realizzazione risiedono infatti nella opportunità di evitare l'immissione delle sue portate nel canale Cattaneo Settala, in corrispondenza dell'intersezione con la S.P. 39 "cerca", allo scopo di riottenere la capacità idraulica di quest'ultima, idoneamente alla ricezione delle portate scaricate dall'abitato di Settala. Infatti, allo stato, l'alveo di valle del Gardina non è in grado di vettoriare i deflussi di piena che gli pervengono dal bacino sotteso e dalle numerose immissioni puntuali di altri fontanili (descritte nel seguito), dovendo gioco forza scaricare la parte in eccesso nella citata Cattaneo Settala, con il risultato di saturarne la capacità ricettiva in tutto il tratto di valle dove invece scarica, come detto, l'abitato di Settala.

Pertanto con l'intervento in progetto l'aliquota dei deflussi di piena in ingresso all'alveo di monte del Gardina, rispetto all'intersezione con la Cattaneo Settala (vedasi la relazione idrologico - idraulica per la descrizione tecnica di dettaglio) vengono mantenuti e vettoriati nell'alveo di valle dello stesso Gardina, configurato appunto quale scolmatore (unitamente al tratto d'alveo di monte), prevedendone lo scarico nel canale Muzza dopo un percorso di alcuni km (nel quale si ottiene altresì un'aliquota di laminazione in linea), ovvero, in funzione dello stato idraulico dei corsi d'acqua e dei territori di valle, in diversione parziale nel cavo Marocco, in località Gardino.

Il fine è quindi quello di liberare idraulicamente la cattaneo Settala che costituisce il recettore delle portate pluviali derivanti dall'omonimo abitato, che in essa scarica attraverso il recapito da alcuni canali, limitrofamente alla Provinciale "Cerca": tra questi il principale è il **fontanile Torchio**, vettore ormai fortemente promiscuo (riceve gli scarichi pluviali urbani della zona ovest dell'abitato di settala) che ha origine a nord dell'urbanizzato in oggetto, in corrispondenza della frazione di Premenugo.

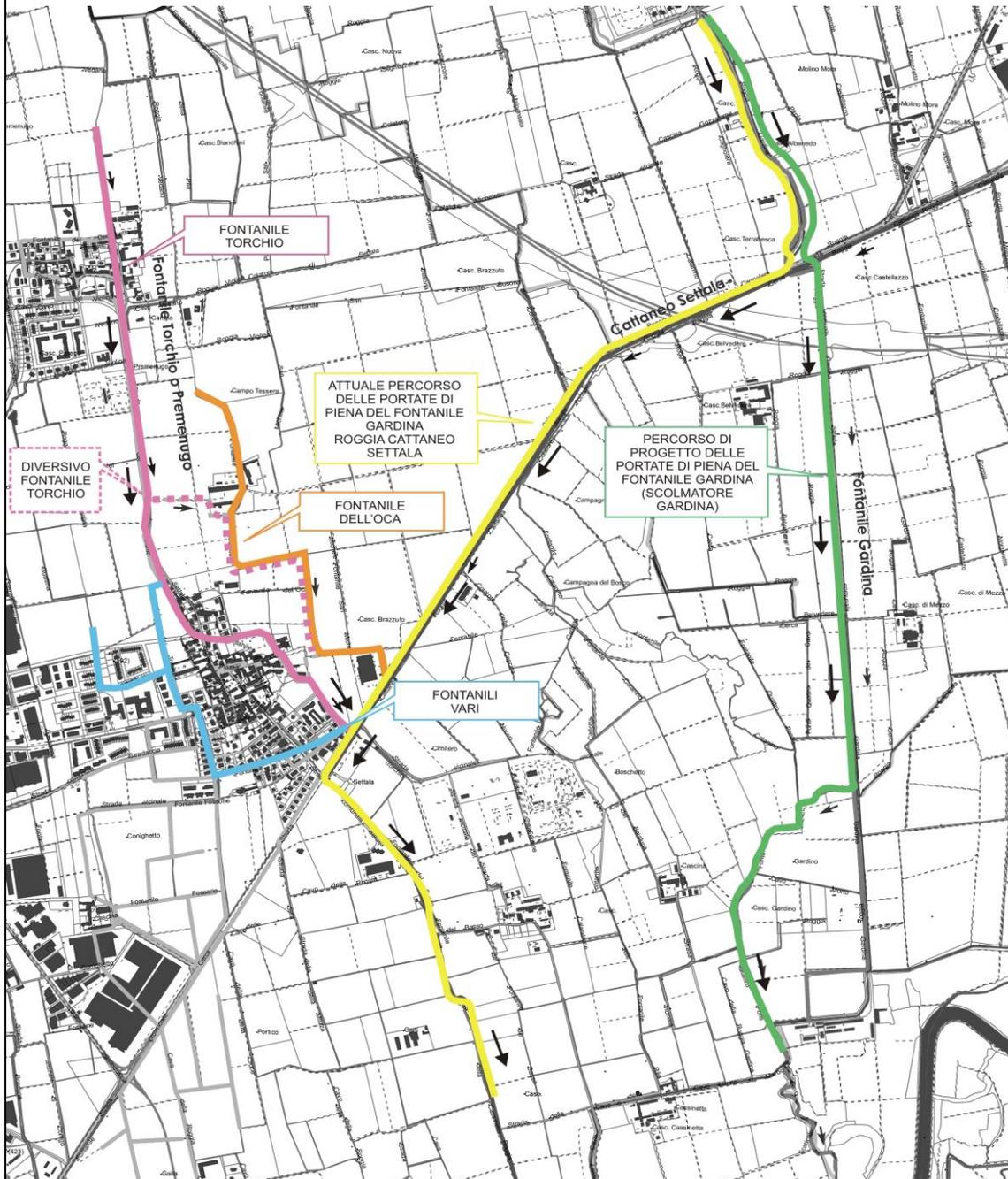
Tale fontanile è stato a sua volta costretto in alcuni lunghi tratti di tombinatura per complessivi 300 metri circa nel tratto urbano di Settala, oltre ad essere intersecato con ponti e strutture che ne hanno sensibilmente ridotto la capacità idraulica, in rapporto ai volumi idrici di origine pluviale cui è assoggettato. Il risultato è che attualmente è affetto da evidenti limiti di deflusso che provocano esondazioni a monte, nella parte nord di Settala, come testimoniato dalla carta delle aree allagate già prodotta in sede di perizia di fattibilità e qui riproposta per opportuna continuità tecnica.

Al fine del superamento di tale criticità fisica, si è individuato un percorso in diversivo del fontanile Torchio, per il deflusso delle portate in eccesso rispetto a quelle limite consentite dai vincoli urbani sopra citati. Esso coincide con parte dell'alveo di un altro fontanile (fontanile dell'Oca), all'esterno dell'abitato settalese, sino alla re-immissione nel Torchio, circa 250 a monte dell'intersezione con la S.P. 39 "Cerca" (vedasi lo specifico elaborato planimetrico). Come si vedrà nel seguito, esso viene definito e dimensionato al fine di poter contenere una portata di esubero di oltre 500 l/s, corrispondente alle necessità di smaltimento in occasione di eventi di tempo di ritorno superiori a 5 anni.

Lo schema planimetrico dei flussi idrici e delle diversioni che interessano i corsi d'acqua oggetto di intervento sopra descritti, è contenuto nella figura seguente.

Essa fa riferimento alla situazione attuale con lo scarico in roggia Cattaneo Settala dei deflussi del Gardina in confronto con l'assetto idraulico del medesimo a seguito del presente intervento.

# FONTANILE GARDINA SCHEMA DELLA DIVERSIONE DELLE PORTATE DI PIENA DALLA ROGGIA CATTANEO SETTALA AL NUOVO SCOLMATORE GARDINA



**Fontanile Gardina: schema della diversione delle portate di piena dalla roggia Cattaneo Settala al nuovo scolmatore Gardina**

## **Lo scoltatore Gardina nella parte nord del territorio del comprensorio Muzza - Bassa Lodigiana**

Come sopra indicato la zona in oggetto è contraddistinta da una storica marcata prerogativa idrogeologica: la minima soggiacenza della falda che si manifesta con uno degli elementi principali che hanno caratterizzato il territorio oggetto dell'intervento, ovvero la risorgenza da falda in corrispondenza di molteplici "teste" di affioramento idrico, dalle quali viene distribuita al territorio con una rete più o meno fitta di fontanili. Il Gardina è uno di questi: dalla zona meridionale dell'abitato di Liscate si sviluppa verso sud con andamento pressoché rettilineo, in fregio alla via di accesso alla località Gardino.

L'orientamento planimetrico di tali corsi d'acqua ha direzione preferenziale nord-sud, coerentemente al natural declivio di questi territori ed hanno da lunghissimo tempo costituito fonte di approvvigionamento idrico sia per la pratica irrigua che per la valorizzazione naturalistica ed ambientale del territorio ad essa connaturata.

Essi sono stati fatti oggetto altresì, nel corso degli anni, di numerose e pesanti modifiche all'assetto degli alvei, tipicamente con chiusure in sezioni canalizzate chiuse, spesso con percorsi deviati o rettificati, onde consentire lo sviluppo urbanistico locale, abitativo, commerciale o viabilistico. Ovviamente una simile involuzione ne ha snaturato in buona parte, in particolare in certe zone densamente urbanizzate, la loro peculiare funzionalità idraulica. Ciò è evidente anche solo confrontando le carte dei reticoli idrici storici con quelle attuali, come ampiamente descritto nella perizia di fattibilità tecnica ed economica. Negli ultimi anni, altresì, la capacità di risorgiva si è molto attenuata ed in più zone praticamente azzerata, sia per una gestione non sempre ottimale dei citati punti di affioramento, sia per un progressivo abbassamento delle quote piezometriche di falda, di natura idrogeologica.

Si tratta quindi di un territorio che pur a fronte di una natura storicamente fontanilizia, quale principale peculiarità territoriale, oggi vede drasticamente ridotta l'effettiva erogazione da risorgiva.

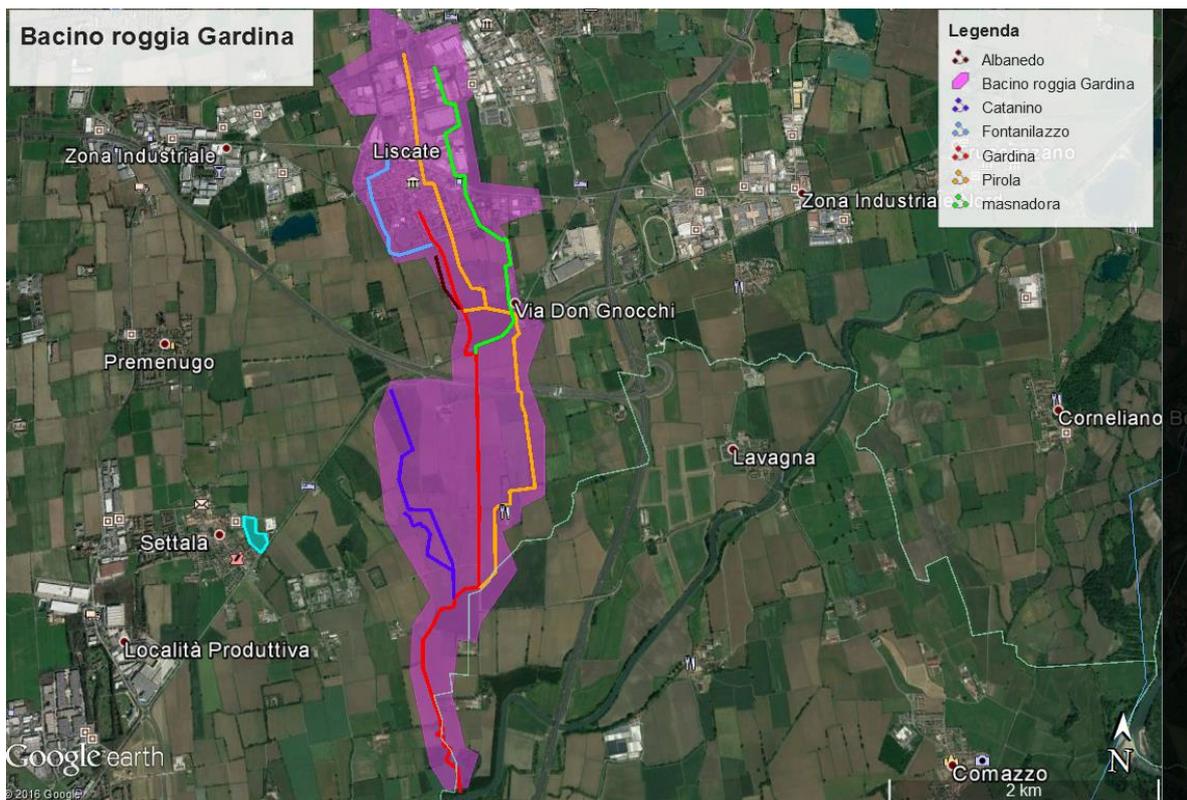
E' utile pertanto in questo senso il supporto esplicativo fornito dalla carta "*Carta geologica con piezometria e soggiacenza della falda freatica*" - edizione Settembre 2013 elaborata dalla allora Provincia di Milano, estesa a tutto il territorio provinciale ed utilizzata anche in altre recenti analisi tecniche. Pur nel suo carattere stagionale, essa rende conto che (purtroppo con una graduazione non proprio di dettaglio) nell'area in studio la soggiacenza della falda può raggiungere valori minimi, compresi nel range 0 - 5 metri, con estese aree di sub-affioramento. Tale condizione tuttavia non è

generalizzabile a tutta l'area in oggetto in quanto, come sopra accennato, si sono registrati negli ultimi anni, verosimilmente un ventennio, consistenti riduzioni nelle risorgenze fontanilizie della zona, in particolare di quella afferente al Gardina, che ha visto di conseguenza ridurre notevolmente le portate di formazione propria.

Per contro, in esso confluiscono diversi altri fontanili, oggi connotati da una spiccata funzionalità di drenaggio, ovvero di ricezione e vettoriamento dei deflussi di origine pluviale raccolti dai sistemi di drenaggio urbano, costituendo essi stessi i recapiti idrici di ampie superfici urbanizzate, sia di carattere residenziale (l'abitato di Liscate) che commerciale e produttivo (innumerevoli superfici commerciali e produttive della zona). Tale circostanza fa sì che vengano immessi in Gardina consistenti volumi idrici da smaltire in occasione di eventi pluviali critici.

I fontanili in immissione nel Gardina sono i seguenti: **Fontanilazzo, Pirola, Masnadora, Catanino e Albanedo** che scaricano nella parte iniziale e centrale del Gardina, alcuni a monte della sua intersezione con la s.p. 39 "Cerca", altri a valle, come meglio evidenziato nello specifico elaborato grafico e nella planimetria di seguito riportata.

Il fontanile **Albanedo** si origina nel centro urbano di Liscate dal quale fuoriesce dopo un lungo tratto tombinato in sinistra idraulica alla via don Milani alla destra della quale vi è il Gardina, che come visto, ha la testa d'incile all'inizio della stessa via. Dopo un percorso di poco più di 500 metri, il Gardina sottopassa la strada e si unisce all'Albanedo costituendo un unico canale che mantiene appunto il nominativo Gardina. Il **Fontanilazzo** entra nello stesso Gardina dopo aver lambito il confine ovest e sud in diversione all'abitato di Liscate, il **Pirola** proviene dai territori a nord di Liscate e dopo aver attraversato l'abitato di quest'ultimo scarica nel Gardina in due punti nel suo tratto a monte dell'intersezione con la S.P. 39 "Cerca". Il **Masnadora** proviene anch'esso da nord di Liscate dove attraversa superfici densamente edificate a fini commerciali e produttivi, prima di lambire il lato est di Liscate ed immettersi nel Gardina subito a valle della S.P. 39 in scarico da un ponte canale. Quella del **Catanino** è l'immissione più meridionale del Gardina, il citato fontanile si origina infatti limitrofamente alla s.p. 39 e si sviluppa nelle campagne a sud di essa, immettendosi nel tratto finale del nuovo scolmatore, dove riprende parte dell'alveo della rrggia Molgoretta.



Tali canali, come si evince dall'estratto planimetrico locale sopra riportato, attraversano o lambiscono l'abitato di Lisate ed i territori a nord, dei quali drenano, quali recettori finali, buona parte della superficie urbanizzata. Tale condizione fa sì che, pur a fronte di una progressiva riduzione delle portate da falda sopra descritta, essi siano caratterizzati da consistenti portate di natura pluviale che pervengono in definitiva al Gardina.

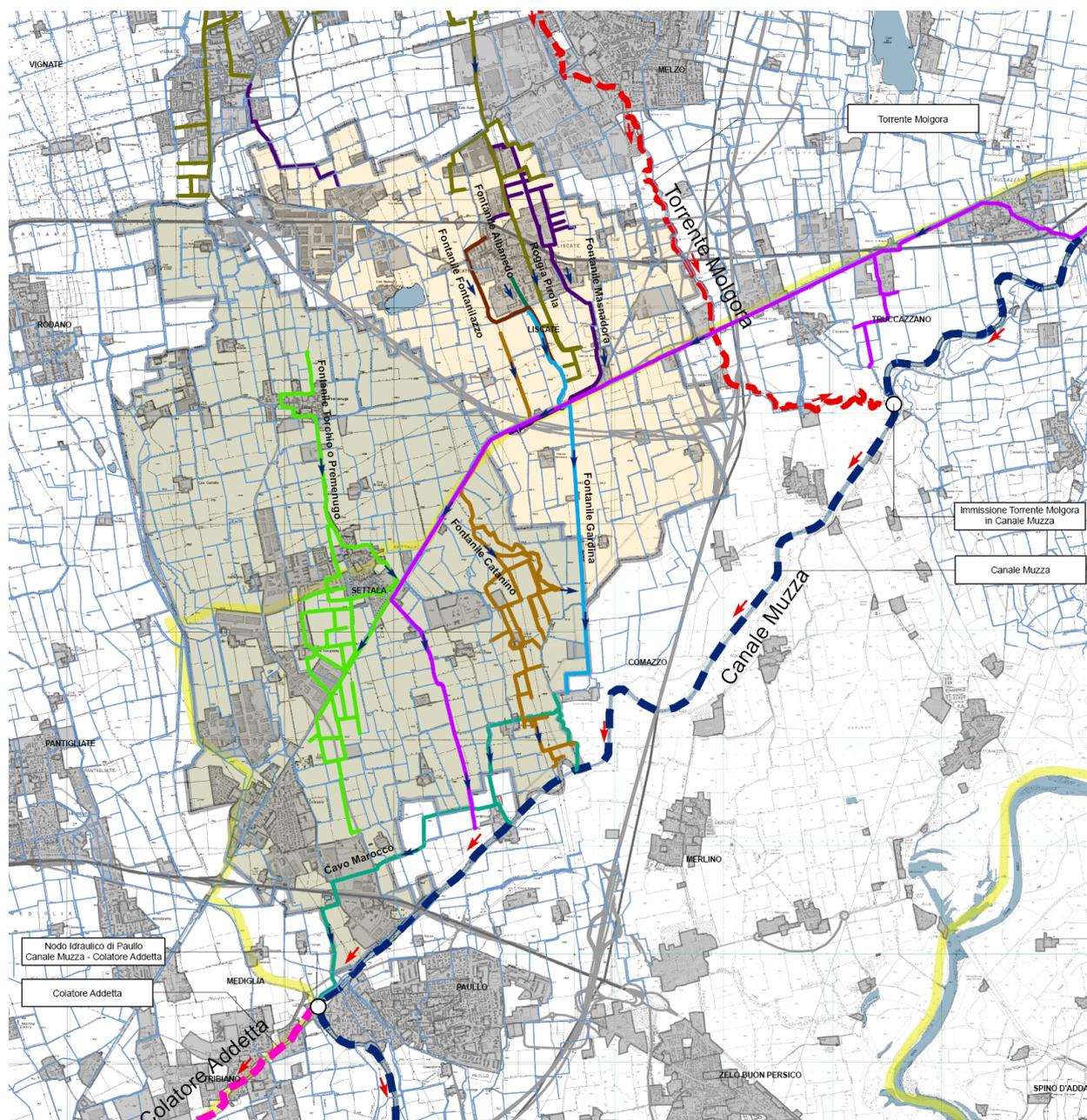
Oggi essi pertanto contribuiscono direttamente alla formazione del relativo carico idraulico che, come si vedrà e come già descritto nella precedente perizia di fattibilità, satura la capacità idraulica della roggia Cattaneo Settala, attuale recapito ultimo, stante l'impossibilità di vettoriarle nel tratto di valle dello stesso Gardina.

Una parte importante di tali volumi idrici di origine pluviale - urbana pervengono al Gardina in corrispondenza dalla **stazione di rilancio fognaria** presente a valle di Lisate lungo via Milani, dove, in occasione di eventi pluviali intensi, attraverso il locale sfioratore di piena, vengono scaricati, secondo le previsioni idrologiche dell'Ente gestore, circa 3 mc/s.

Tale assetto idraulico unitamente a tutti gli altri input idrologici, costituisce lo scenario di base per la definizione della capacità idraulica necessaria (nonchè delle dimensioni dei manufatti di intersezione e regolazione che su di esso insistono che necessitano di adeguamento dimensionale o funzionale in virtù del nuovo assetto idraulico) di cui

dotare il nuovo scolmatore Gardina al fine di liberare l'alveo della Cattaneo Settala e poter utilmente recepire le portate di piena dell'abitato di Settala in occasione di eventi pluviali intensi e ridurre conseguentemente la frequenza di accadimento di fenomeni di esondazione.

Si riporta nel seguito un estratto mappa del reticolo superficiale della zona in oggetto, con la specificazione dei reticoli di origine fontanilizia insistenti sulla zona di Liscate e di Settala. Si noti la stretta interrelazione idraulica del sistema Torchio - Cattaneo Settala – Gardina con la restante parte del reticolo irriguo idraulico.



***Planimetria dei reticoli fontanilizi insistenti sulle aree di Liscate e Settala***

**Si tratta pertanto della realizzazione di un nuovo canale avente la principale funzionalità di scolmatore di piena relativamente ai deflussi pluviali che ad esso pervengono, completamente diverso da quello che ad oggi è il fontanile Gardina, dotato della sola funzionalità irrigua connessa alla peculiarità fontanilizia che lo caratterizza (ed eccessivamente sfruttato in termini colatizi).**

### **Risultati attesi in termini di tempi di ritorno e di riduzione delle aree allagate**

Attualmente il tempo di ritorno dell'evento di crisi dell'abitato di Settala, in considerazione di tutti gli input idrologici che su di esso insistono, sia di carattere naturale che in particolar modo antropizzato, è incredibilmente basso e pari a 2 anni. Esso, come noto, ha avuto validazione sperimentale in occasione degli eventi pluviali del maggio e giugno 2015.

Le opere previste nella presente perizia progettuale, costituite dalla realizzazione del solo scolmatore Gardina e relative opere complementari, **si propongono di portare il tempo di ritorno di crisi attesa ad oltre 5 anni, valore che, in considerazione delle risorse economiche disponibili e delle opere necessarie, appare il miglior obiettivo conseguibile** (vedasi la relazione idrologico - idraulica per la specificazione tecnica)

Tale risultato è coerente con gli obiettivi attesi del lotto 2 nel suo complesso di cui alla perizia di fattibilità, "*lotto 2 - Bacino Nord Scolmatore Gardina - Area allagabile 1-Nord, del valore di 1,9 m€*" del quale il presente progetto costituisce a sua volta un lotto funzionale. Il lotto complessivo è caratterizzato da un tempo di ritorno di riferimento pari a 12 anni, coerentemente al un maggiore impegno economico che comporta.

Lo schema che segue riassume la correlazione tra i risultati attesi in termini di tempo di ritorno per ciascun intervento considerato.

### **Risultati attesi - Tempi di ritorno**

#### **Ipotesi di lotti funzionali di intervento**

#### **Lotto 2 - Bacino Nord**

#### **Bacino Nord - Settala**

Potenziamento capacità di vettoriamento e scarico

con laminazione dinamica e leggera dei volumi pluviali.

Stima della riduzione della frequenza media di crisi attesa:

**da 2 a > 5 anni (qui in progetto)**

#### **Interventi**

**1N**

**Scolm. Gardina**

-

**1N + 1NA**

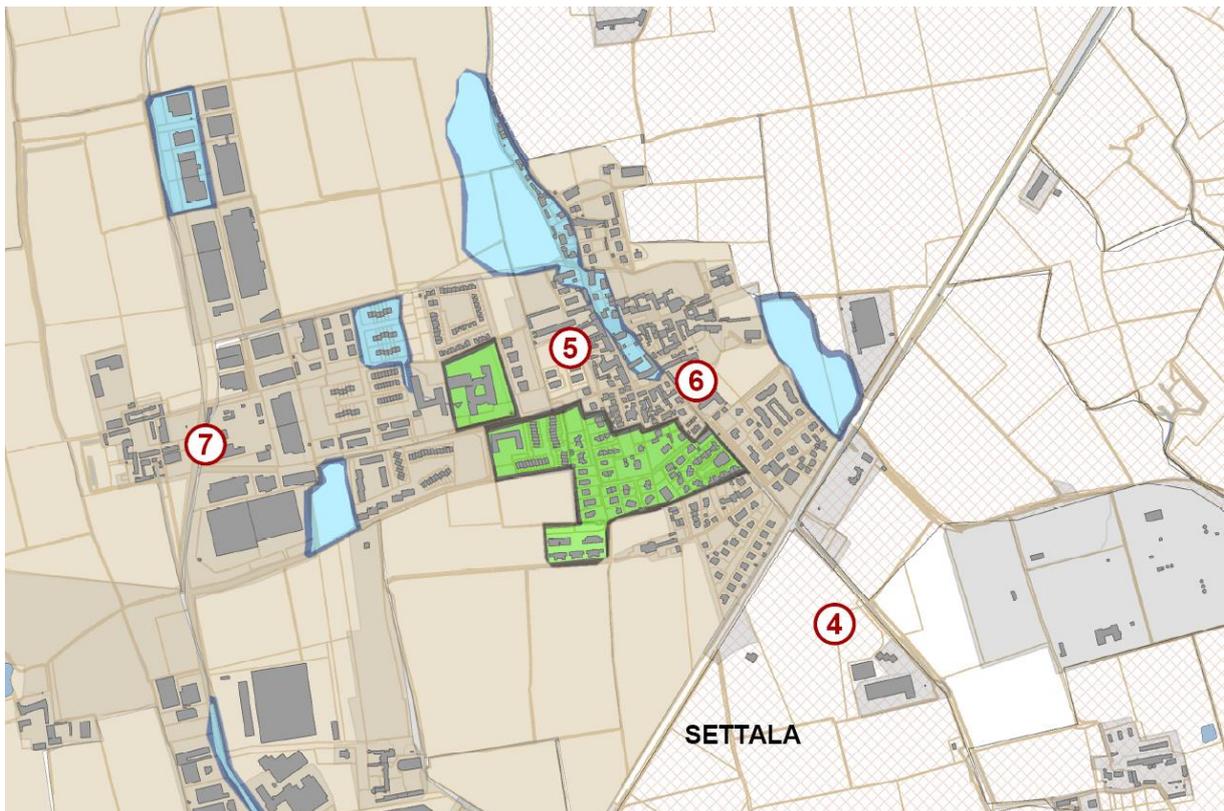
**Scolm. Gardina + area all. 1 - Nord**

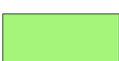
**da 2 a 12 anni**

La relazione idrologico - idraulica espone compiutamente, con riferimento all'intero intervento, le valutazioni, le analisi e le calcolazioni eseguite alla base della definizione sopra descritta delle opere.

In termini di aree allagate, ai fini dell'individuazione delle aree soggette ai benefici delle opere qui previste, si riporta lo stralcio planimetrico, con riferimento all'abitato di Settala, con l'indicazione delle aree soggette ad allagamento in occasione degli eventi pluviali intensi del maggio - giugno 2015 in particolare, oltre che quelli del novembre 2014.

Si possono distinguere in particolare due differenti zone oggetto di allagamenti, la prima conseguente al rigurgito provocato dal lungo tratto tombinato del fontanile Torchio, mentre la seconda è presente subito a monte della s.p. 39 "cerca" per il rigurgito provocato dall'impossibilità di recapito idraulico dello stesso Torchio nella Cattaneo Settala, il cui alveo era impegnato dai deflussi in esso scaricati dal Gardina.



-  aree allagate evento novembre 2014
-  aree parzialmente allagate evento novembre 2014
-  aree allagate:  
evento novembre 2014  
eventi maggio-giugno 2105
-  aree con assenza di criticità rilevanti

Si prevede che a seguito dell'esecuzione delle opere previste, per eventi di intensità sino a 5 anni di tempo di ritorno, le aree già interessate da allagamenti in occasione del maggio 2015 (mappate in azzurro nella carta) non ne saranno assoggettate. Quindi sino all'intensità citata si prevede che non vi saranno aree assoggettate ad allagamenti. Le simulazioni eseguite nell'ambito della relazione idrologico - idraulica specificano compiutamente i risultati ottenuti in merito.

Nel seguito verranno elencate e descritte le opere previste dall'intervento distinte anche nelle lavorazioni che lo compongono ai fini della realizzazione del nuovo scolmatore Gardina e del diversivo del fontanile Torchio, seguite dalle valutazioni di

carattere economico per l'individuazione dell'impegno di spesa necessario e dalle valutazioni in merito alle modalità di affidamento delle opere ed alle prescrizioni in tema di sicurezza dei lavoratori.

### **Le opere previste in progetto**

Le opere consistono nella realizzazione del nuovo canale scolmatore Gardina mediante l'adeguamento statico, idraulico e funzionale del fontanile Gardina, comprendente le strutture d'alveo del fontanile e tutti i manufatti di sovrappasso ed intersezione presenti. Si tratta pertanto del risezionamento dell'alveo con movimenti terra secondo le sagome e le dimensioni progettuali, la formazione di difese idrauliche in pietrame posato a secco, il rifacimento di manufatti di regolazione ed intersezione idraulica o viabilistica inadeguati strutturalmente, altimetricamente e/o dimensionalmente, al fine del conseguimento della capacità idraulica di progetto. La realizzazione del tratto di diversivo al fontanile Torchio comporta principalmente movimenti terra e l'esecuzione di alcuni manufatti di modesta entità. Le operazioni preliminari per tutte le opere prevedono la rimozione della vegetazione arborea ed arbustiva presente in alveo interferente con la nuova sezione idraulica dello scolmatore.

Stante la contenuta soggiacenza della falda per le ragioni esposte in precedenza, che può portare il canale ad esercitare una funzione drenante sotterranea, si rende opportuna la predisposizione di uno strato di tessuto non tessuto al fine di interdire l'asportazione della frazione fine del materiale inerte costituente i paramenti di sponde e fondo del canale esercitata dalla corrente di filtrazione.

Con l'esecuzione di indagini di dettaglio in sito di carattere topografico, anche mediante l'ausilio di strumentazione GPS dedicata, si sono individuate compiutamente la geometria, le dimensioni e la tipologia delle opere in progetto, in considerazione che il nuovo canale mantiene comunque la sua originaria funzionalità irrigua contestualmente a quella, nuova, di vettore di deflussi di piena.

**Le opere previste, individuate per tipologia e modalità di affidamento sono nel seguito descritte.**

### **Opere in appalto:**

Vengono affidate in appalto tutte le opere di carattere provvisoria e di deviazione delle acque, la maggior parte della rimozione della vegetazione insistente sulle zone di esecuzione dei lavori, il risezionamento dell'alveo del canale, con la formazione di

dossi coronelle arginali dove si rendessero necessarie, la formazione di difese in pietrame calcareo di tipo "rezzato" posato a secco (in pezzatura media) previa la posa di tessuto non tessuto per il controllo dei moti di filtrazione come spiegato. Altresì è prevista in appalto l'adeguamento e la realizzazione dei manufatti in c.c.a. ed acciaio presenti lungo il canale.

ottenibile mediante la formazione di specifiche opere provvisorie quali sbarramenti idraulici provvisori per la deviazione delle acque, piste temporanee di cantiere in materiale inerte per la movimentazione e l'approvvigionamento dei materiali, oltre a tutte le opere di carattere generale necessarie all'esecuzione degli interventi principali.

Nel dettaglio le opere da eseguirsi in appalto sono descritte e specificate nell'elenco seguente:

**- Opere provvisorie e di carattere generale:**

Esecuzione di tutte le opere di carattere provvisorio, preparatorio e logistico per consentire un ottimale svolgimento di tutti i lavori, deviazione di tutte le acque opere di aggotamento, tubazioni provvisorie, ture in terra, recupero fauna ittica (legge Regionale 31/08), sbarramenti e segnaletica stradale preparazione del cantiere e ogni altra prestazione o lavoro provvisorio necessario, compresa la rimozione delle stesse e i pristini stati. Sono comprese altresì le opere, propedeuticamente alle lavorazioni principali, di decespugliamento e rimozione della vegetazione dall'alveo, ovvero da fondo e paramenti di sponda.

- **Risezionamento e adeguamento dell'alveo dello scolmatore Gardina:** da eseguirsi con idonei mezzi meccanici con parziale posizionamento del materiale rimosso in loco e contestuale ripristino dei profili di sponda secondo sagome, quote e dimensioni delle sezioni di progetto riportate negli elaborati grafici. Parte del materiale rimosso dovrà essere caricato e trasportato nell'apposita area di stoccaggio e movimentazione materiali di risulta, ubicata nell'ambito dell'area di cantiere.

- **Difese idrauliche in pietrame sullo scolmatore Gardina:** Formazione di difesa spondale per il ripristino e la messa in sicurezza delle strutture d'alveo del canale Gardina mediante fornitura e posa di blocchi di pietrame di medio-grande pezzatura (blocchi ciclopici del volume compreso tra 0,60 mc e 1,00 mc) di pietra calcarea tipo "rezzato" da collocarsi a secco, con conformazione a "piano sega" della faccia a vista del paramento. Il tutto previa regolarizzazione e sistemazione della sagoma di sponda, ivi compresa l'imbottitura delle erosioni per ricostituire il profilo del piano di posa secondo geometria, sagome, quote e dimensioni di cui agli elaborati grafici. Intasamento degli interstizi e delle cavità tra i blocchi ciclopici con pezzi di pietrame idonei di piccole dimensioni al fine di assicurare la continuità strutturale del

paramento. Fornitura e posa in opera di telo in tessuto non tessuto costituito da filo continuo al 100 % di polipropilene, del peso al metro quadrato non inferiore a 600 gr/mq, fornito in pezzatura idonea al completo ricoprimento delle sezioni di progetto. Le linee di giunzione dovranno prevedere una sovrapposizione di almeno 50 cm tra i teli adiacenti. Scavo in sezione ristretta con idoneo mezzo meccanico della nicchia di posa su fondo e paramenti spondali dell'alveo, secondo sagome, quote e dimensioni riportate per le sezioni di progetto negli elaborati grafici, con parziale utilizzo in loco per la eventuale imbottitura delle erosioni di sponda. Il restante materiale di scavo dovrà essere caricato e trasportato nell'apposita area di stoccaggio e movimentazione materiali di risulta, ubicata nell'ambito dell'area di cantiere.

Le difese idrauliche dovranno essere realizzate in corrispondenza dei manufatti idraulici, delle briglie di fondo per il controllo dell'erosione, nei punti di particolare velocità della corrente o di necessità particolari, secondo quanto riportato negli elaborati grafici.

**- Nodo di intersezione s.p. 39 "cerca" scolmatore Gardina: Rifacimento dei manufatti in c.c.a. di sottopasso ed intersezione idraulica al nodo di attraversamento della s.p. 39 "cerca"** comprendente il sottopasso del Gardina alla s.p. 39 e il contestuale sovrappasso sulla Cattaneo Settala, nonché il sottopasso del fontanile Masnadora alla medesima Cattaneo Settala. Tale nodo di intersezione rappresenta il maggior punto intervento dal punto di vista dei manufatti coinvolti, comprendendo tre canali ed un'importante arteria viabilistica.

**- Rifacimento dei manufatti in c.c.a. scolmatore Gardina: di sottopasso ed intersezione idraulica e viabilistica dislocati lungo il canale** mediante impiego di manufatti prefabbricati in c.c.a. di sezione idonea coerentemente al nuovo assetto idraulico del canale scolmatore e formazione di strutture di raccordo, quali i muri d'ala, in c.c.a. gettato in opera. Installazione di parapetti metallici e difese idrauliche a monte e valle del manufatto per la difesa dall'erosione.

L'elenco complessivo dei manufatti in rifacimento o interessati da adeguamento unitamente a quelli in essere già idonei è contenuto nella seguente tabella.

### Elenco dei manufatti dello scolmatore Gardina

n° manufatto	descrizione	tipologico	tipologia di intervento
1	briglia in blocchi di cls	-	rimozione/demolizione
2	sifone	-	demolizione e rifacimento
3	ponte cascina Guzzafame	1	demolizione e rifacimento
4	ponte stradale	-	esistente
5	ponte campestre	-	restauro conservativo
6	ponte stradale	1	demolizione e rifacimento
7	attraversamento strada Cerca	-	demolizione e rifacimento
8	ponte canale Cattaneo Settala	-	demolizione e rifacimento
9	ponte canale	-	demolizione e rifacimento
10	ponte campestre	-	esistente
11	ponte campestre	-	esistente
12	ponte teem	-	esistente
13	ponte teem strada vicinale	-	esistente
14	man. di ferma per la deriv. irrigua	-	restauro conservativo
15	ponte per accesso cabina snam	-	esistente
16	ponte campestre	2	demolizione e rifacimento
17	ponte campestre	2	demolizione e rifacimento
18	ponte campestre	2	demolizione e rifacimento
19	manufatto partitore " Risalone"	-	demolizione e rifacimento
20	salto di fondo in lastre di beola	-	esistente
21	ponte campestre	-	restauro conservativo
22	man. scarico ramo aff. al can. muzza	-	restauro conservativo

Vedasi altresì la tavola n° 7b degli elaborati grafici.

- **Formazione del diversivo idraulico al fontanile Torchio** per la diversione delle portate eccedenti la relativa capacità idraulica mediante adeguamento di parte del percorso del fontanile dell'Oca e l'esecuzione dei manufatti in c.c.a. di imbocco e sbocco.

- **Opere di carattere ambientale** comprendenti piantumazioni di essenze arboree autoctone, quali pioppo bianco, pioppo cipressino, carpino piramidale, ciliegio da fiore, nonché le sistemazioni ambientali e forestali locali. Sono lavorazioni che andranno concordate e definite con gli enti Parco Regionali Adda Sud e Agricolo Sud Milano al fine del migliore inserimento ambientale dell'intervento.

## **Opere in economia per amministrazione diretta:**

**Si prevedono di eseguire in economia mediante amministrazione diretta**, con maestranze proprie, acquisto diretto di materiali e nolo a caldo di mezzi operativi, gli interventi propedeutici a quelli principali quali le piantumazioni, il decespugliamento dei paramenti di sponda del canale e delle zone limitrofe interessate dall'esecuzione dei lavori. I lavori di piantumazione, integrativi a quelli previsti in appalto, costituiscono opere importanti per l'inserimento ambientale delle opere e sono dedicate al miglioramento degli aspetti naturalistici e paesaggistici tipici della zona. Sono altresì previste le opere di sistemazione forestale o di miglioramento ambientale che derivassero dalla condivisione con gli Enti competenti di cui sopra.

Sono altresì previste in amministrazione diretta eventuali difese spondali in pietrame nel tratto finale dello scolmatore (dove riprende l'alveo del canale Molgoretta) necessarie per il ripristino di eventuali piccole frane celate dalla vegetazione, non rientranti nelle lavorazioni previste in appalto, nonché una parte delle opere provvisoriale da eseguirsi per il conseguimento delle condizioni ottimali di lavoro (delle lavorazioni principali) quali ture in terra, deviazione delle acque insistenti sul canale oggetto dei lavori, piste di cantiere ecc.

Tale scelta si ritiene opportuna, come meglio specificato nel seguito, per ragioni di carattere tecnico - logistico in quanto pur trattandosi di opere di modesta entità, comportano una esecuzione in stretta coerenza con la gestione idraulica della rete afferente al Gardina.

In conseguenza delle variabili condizioni meteorologiche potrebbe altresì cambiare la configurazione delle opere provvisoriale originariamente previste, ovvero potrebbe rendersi necessario eseguire gli interventi in una breve "finestra" temporale meteorologicamente utile rispetto ad un periodo di disponibilità iniziale più ampio.

Ciò determina condizioni che difficilmente possono essere codificate ed organizzate per essere organicamente inserite nel corpo lavori di cui alle opere principali, mentre l'esecuzione diretta da parte del Consorzio consente di disporre della necessaria flessibilità esecutiva ed organizzativa, espletata con le maestranze consortili e di predisporre, in modo efficace ed economico, noli a caldo ed acquisti diretti di materiali così come previsto per la realizzazione di opere in economia in amministrazione diretta di cui all'art. 36 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.

Si tratta pertanto di opere per le quali è necessaria una specifica, diretta conoscenza dei luoghi ed una organizzazione delle lavorazioni che possa adattarsi alle diverse condizioni operative locali e soprattutto alla regolazione idraulica della rete irriguo-idraulica gestita. Ne discende pertanto una difficoltosa definizione tecnico - economica

delle opere che risultano difficilmente organizzabili ed inquadrabili in una organica pianificazione operativa, che risulta invece necessaria per lavorazioni da affidarsi in appalto.

Nel dettaglio le opere da eseguirsi in economia per amministrazione diretta sono le seguenti:

- 1) Piantumazioni di essenze autoctone lungo tutto il corso del Canale Gardina, dalla testa del fontanile a sud di Liscate, sino alla progressiva 3,500 km: pioppo bianco, pioppo cipressino, carpino piramidale, ciliegio da fiore, da concordarsi con i Parchi Regionali competenti sul territorio: Parco Adda Sud e Parco Agricolo sud Milano. Tali opere sono integrative di completamento alle opere ambientali previste in progetto.
- 2) Decespugliamento dei paramenti del canale invasi da rovi ed arbusti ed erbe infestanti comprese le lavorazioni di sistemazione delle aree di cantiere.
- 3) Esecuzione di parte delle opere provvisorie necessarie a ottenere le ottimali condizioni di lavoro per tutte le opere in esecuzione quali: ture in terra, deviazione acque, aggettamenti ecc.
- 4) Esecuzione di difese spondali in pietrame di piccola entità mediante fornitura e posa in opera di blocchi calcarei tipo "rezzato", previa sistemazione delle frane spondali causate dagli eventi alluvionali in oggetto e predisposizione delle sagome di posa, compresa la riprofilatura dei piani campagna ad essi limitrofi

Si prevedono di eseguire altresì in economia le sistemazioni minori, complementari ai lavori principali, in tratti del canale particolarmente inaccessibili, nonché gli interventi per eventuali situazioni di criticità che come detto, a causa della elevata difficoltà di accesso e di ispezionabilità in essere del corso d'acqua, si evidenziassero solo in corso d'opera a seguito delle operazioni di decespugliamento e di messa in asciutta.

### **Spesa prevista e quadro economico**

I costi degli interventi previsti sono elencati e descritti nello specifico allegato "computo metrico estimativo" in cui la stima economica è stata effettuata in base ai listini prezzi di mercato correnti, in particolare il prezzario per Opere Pubbliche della Regione Lombardia attualmente in vigore.

Come detto sono previste essere eseguite in economia tramite amministrazione diretta (con utilizzo della mano d'opera consortile ed acquisti di materiali con nolo a caldo di

mezzi meccanici), entro i limiti economici e normativi di cui al comma 2 dell'art. 36 del D.Lgs 18 aprile 2016 n°50 e s.m.i., le opere minori, di entità relativamente modesta, che necessitano di interventi minuziosi e non si prestano quindi, per caratteristiche intrinseche, ad essere inseriti nella valutazione complessiva dell'appalto.

La spesa presunta omnicomprensiva ammonta a € **1.066.772,62.=** distinti nel seguente quadro economico:

A) Opere con affidamento in appalto	€ 528.783,80
B) Oneri sic. D.lgs 81/2008	€ 12.000,00
C) Opere in amm. diretta (escluse dall'appalto)	€ 35.000,00
D) Sommano per lavori ed opere	€ 575.783,80
E) IVA di Legge (22% di D)	€ 126.672,44
F) Spese tecniche generali (10% di D+G)	€ 83.930,38
G) Espropri	€ 263.520,00
H) Danni per frutti pendenti e occ. temp.	€ 11.126,00
I) Imprevisti	€ 5.740,00
L) Sommano complessiv. per intervento	€ 1.066.772,62

### **Affidamento dei lavori**

Ai sensi dell'articolo 216 comma 14 del D.Lgs 50/2016 si mantiene in applicazione l'articolo 61 del D.P.R. 5 Ottobre 2010 n° 207, Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs 12 Aprile 2006 n° 163 Codice dei Contratti, in base al quale i lavori sono classificati nella categoria prevalente di Opere generali: **Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica «OG8» per importi di classifica III.**

In conformità a quanto previsto dal Decreto Legislativo n° 50/2016 e s.m.i., si prevede di affidare i lavori principali in appalto, con affidamento a corpo, tramite procedura negoziata di cui al comma 2 lettera "b" dell'art. 36 del Decreto n° 50 del 18 aprile 2016 con selezione dell'offerta migliore mediante il criterio del prezzo più basso determinato attraverso ribasso percentuale sull'importo dei lavori posto a base di gara.

Il contratto sarà stipulato "a corpo".

Si prevedono altresì di eseguire in amministrazione diretta una modesta parte delle lavorazioni, con maestranze proprie, acquisto diretto di materiali e nolo a caldo di mezzi operativi.

L'esecuzione avverrà in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs 50/2016 al comma 2 dell'art. 36.

### **Coordinamento della sicurezza**

In conformità a quanto previsto dalla normativa vigente in materia verrà redatto un piano di sicurezza e coordinamento che l'appaltatore sarà obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni. Sarà predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte del Consorzio, ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008 e s.m.i., in conformità all'allegato XV, punti 1 e 2, al citato Decreto n. 81 del 2008, corredato dal computo metrico estimativo dei costi per la sicurezza di cui al punto 4 dello stesso allegato.

Il piano di sicurezza e coordinamento verrà affiancato dal piano operativo di sicurezza (POS) che, redatto a cura dell'Impresa aggiudicataria, costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento.

Il POS sarà predisposto e consegnato alla Direzione Lavori o al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori e si riferirà alle scelte proprie autonome e relative responsabilità dell'Impresa aggiudicataria, nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza, redatto ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprenderà il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato Decreto n. 81 del 2008, con riferimento allo specifico cantiere e dovrà essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni. I piani di sicurezza dovranno essere redatti in conformità all'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.

La presente documentazione progettuale comprende l'elaborato "Prime indicazioni sulla stesura dei piani di sicurezza e coordinamento contenente tutte le caratteristiche

e le condizioni di lavoro e le specificità relative alle misure da adottarsi in merito alla sicurezza dei lavoratori.

## **Elenco elaborati**

### **Elaborati alfanumerici:**

Il presente progetto esecutivo si compone dei seguenti elaborati:

### **elaborati alfanumerici:**

- 1- **Relazione generale** in cui sono evidenziati gli aspetti caratteristici generali e specifici delle opere nonché i criteri utilizzati alla base delle scelte esecutive.
- 2- **Relazione tecnica specialistica idrologico - idraulica** nella quale sono descritte le condizioni idrometeorologiche che hanno caratterizzato il mese di novembre 2014 e dato luogo agli eventi calamitosi che hanno colpito la rete consortile ed in particolare il canale Cà de Bolli.
- 3- **Relazione specialistica geologico - geotecnica** relativa agli aspetti riguardanti la caratterizzazione geologica della zona dei lavori. Altresì è riportata la caratterizzazione geologica generale del territorio con particolare riferimento alla zona oggetto dei lavori.
- 4- **Relazione specialistica strutturale** nella quale vengono analizzati gli aspetti statici delle opere, prendendone in esame le diverse tipologie funzionali.
- 5- **Crono programma** elaborato secondo la tempistica generale ed in quella specificatamente operativa connessa alla sola fase dei lavori. Nel calcolo del tempo necessario alla esecuzione delle opere si è considerata, su base statistica, l'incidenza dei giorni con condizioni climatiche sfavorevoli, nonché le interruzioni connesse con l'esercizio irriguo.
- 6- **Elenco dei prezzi**, dedotti dai listini correnti, in particolare dal prezzario Regionale Opere Pubbliche in vigore, integrato da alcune voci di costo dedotte dai prezzi correnti di mercato della zona;
- 7- **Analisi dei prezzi** applicati nella determinazione del costo delle opere previste, con riferimento alle lavorazioni tipologiche sui due canali oggetto delle opere;
- 8- **Prospetto dell'incidenza della mano d'opera** in cui sono evidenziate le percentuali di incidenza della mano d'opera delle varie fasi lavorative e delle varie voci di costo sull'importo complessivo;
- 9- **Computo metrico estimativo definitivo e quadro economico** redatti applicando le quantità riscontrate dal progetto ai prezzi di cui l'elenco richiamato nel precedente punto 4. Nel quadro economico sono indicati i costi riguardanti le opere, i costi per l'applicazione dell'IVA e le spese generali e tecniche;

- 10-**Rilievo topografico: elenco punti rilevati** contenente le specifiche indagini palnoaltimetriche condotte per la rilevazione topografica di dettaglio nelle zone di esecuzione dei lavori.
- 11-**Prime indicazioni sulla stesura dei piani di sicurezza e coordinamento** riportante tutte le caratteristiche e le condizioni di lavoro e le specificità relative alle misure da adottarsi in merito alla sicurezza dei lavoratori;
- 12-**La relazione del Responsabile del procedimento** che definisce, come detto, la composizione del progetto come previsto al comma 4 dell'art. 23 del D.Lgs 50/2016.
- 13-**Rassegna fotografica generale** in cui si sono evidenziate le peculiarità strutturali e ambientali delle zone dell'intervento.
- 14-**Piano particellare di esproprio** indicante l'insieme delle superfici oggetto di acquisizione per l'esecuzione delle opere in progetto.
- 15-**Studio di fattibilità ambientale** relativo agli aspetti ambientali e naturalistici relativi alla realizzazione delle opere.
- 16-**Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici** che regola, sulla base delle specifiche tecniche, i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti in progetto.

## Elaborati grafici

<b>TAV. 01</b>	INQUADRAMENTO TERRITORIALE ALLA SCALA PROVINCIALE Confini amministrativi e di gestione idraulico - territoriale	1:50.000
<b>TAV. 02</b>	INQUADRAMENTO TERRITORIALE ALLA SCALA SOVRACOMUNALE Infrastrutture viabilistiche esistenti e di progetto insistenti sul territorio	1:20.000
<b>TAV. 03</b>	IL SISTEMA ADDA-MOLGORA-MUZZA-ADDETTA-LAMBRO Allegato allo Studio Idraulico	1:30.000
<b>TAV. 04</b>	INQUADRAMENTO TERRITORIALE ALLA SCALA SOVRACOMUNALE Il reticolo principale, di bonifica ed irrigazione	1:20.000
<b>TAV. 05</b>	CARTA GEOLOGICA CON PIEZOMETRIA E SOGGIACENZA DELLA FALDA FREATICA Area Liscate - Settala	scale varie

<b>TAV. 06</b>	FONTANILE GARDINA - CATTANEO SETTALA - FONTANILE TORCHIO PREMENUGO Il sistema idraulico dell'area oggetto delle lavorazioni	1:10.000
<b>TAV. 06a</b>	FONTANILE GARDINA Abaco dei manufatti	1:8.000
<b>TAV. 07a</b>	FONTANILE GARDINA Planimetria dello stato di fatto - condizione idraulica attuale	1:6.000
<b>TAV. 07b</b>	FONTANILE GARDINA Planimetria dello stato di progetto - condizione idraulica futura	1:4.000
<b>TAV. 07c</b>	FONTANILE GARDINA Profilo longitudinale	scale varie
<b>TAV. 07d</b>	FONTANILE GARDINA Sezioni per la movimentazione terra	1:100
<b>TAV. 08</b>	FONTANILE GARDINA Manufatto n°2 - sifone	1:50
<b>TAV. 09</b>	FONTANILE GARDINA Intersezione Fontanile Gardina con SP39 "Cerca"	1:100
<b>TAV. 09a</b>	FONTANILE GARDINA Manufatto n°7 - attraversamento stradale	1:50
<b>TAV. 09b</b>	FONTANILE GARDINA Manufatto n°8 - ponte canale su Cattaneo Settala	1:50
<b>TAV. 09c</b>	FONTANILE GARDINA Manufatto n°9 - ponte canale del Fontanile Masnadora	1:50
<b>TAV. 10</b>	FONTANILE GARDINA Manufatto n°19 - partitore del "Risalone"	1:50
<b>TAV. 11</b>	FONTANILE GARDINA Manufatto tipologico - attraversamento	1:50

<b>TAV. 12</b>	FONTANILE GARDINA Manufatto tipologico - briglia di fondo e difesa spondale in pietrame	1:50
<b>TAV. 13a</b>	FONTANILE TORCHIO E PREMENUGO Planimetria dello stato di progetto e sezione tipologica degli interventi	1:10.000
<b>TAV. 13b</b>	FONTANILE TORCHIO E PREMENUGO Manufatto di immissione	1:50
<b>TAV. 13c</b>	FONTANILE TORCHIO E PREMENUGO Manufatto di scarico	1:50
<b>TAV. 14</b>	PIANO PARTICELLARE DEGLI ESPROPRI Sezioni tipologiche di esproprio	1:5.000
<b>TAV. 15</b>	OPERE PROVVISORIALI Intersezione Fontanile Gardina con SP39 "Cerca"	1:200
<b>TAV. 16</b>	CARTA DELLA PREFATTIBILITA' AMBIENTALE Il sistema dei vincoli	1:15.000
<b>TAV. 16a</b>	CARTA DELLA COMPENSAZIONE AMBIENTALE Sezione tipologica e simulazione fotografica	1:6.000



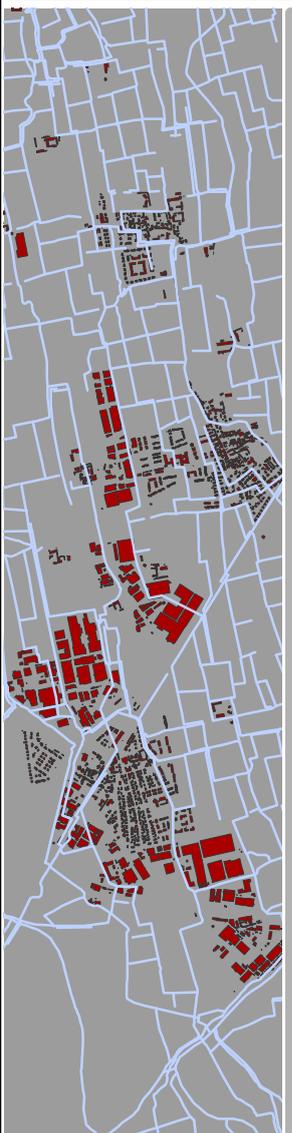
## CONVENZIONE PER LA PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DELLO SCOLMATORE ROGGIA GARDINA TRA I COMUNI DI SETTALA E LISCLATE



Regione Lombardia  
Direzione Generale Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo



Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana



**PROGETTO DEFINITIVO**

# **RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IDROLOGICO - IDRAULICA**

EDIZIONE: APRILE 2017

Il Responsabile del Procedimento

dott. ing. Marco Chiesa

I Progettisti

dott. ing. Ettore Fanfani; dott. ing. Marco Chiesa

NOTE GENERALI:

Scolmatore Roggia Gardina



**Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana**

via Nino Dall'Oro 4 - 26900 LODI tel. 0371 - 420189 r.a. fax 0371 - 50393

email: [cmuzza@muzza.it](mailto:cmuzza@muzza.it)

**Evento alluvionale del 12/13 Novembre 2014**

**Evento alluvionale del 7/16 Giugno 2015**

**Evento alluvionale del 15 Maggio 2015**

**Analisi idrologica comune di Settala**

**Aprile 2017**

La presente analisi idrologica è finalizzata all'individuazione delle portate di riferimento, indispensabili per la valutazione delle proposte progettuali per la riduzione del rischio idraulico nel territorio di Settala. La stima di tali portate e' stata effettuata con riferimento a tre eventi pluviali che come già descritto negli altri elaborati, negli ultimi due anni hanno dato luogo a tracimazioni ed allagamenti:

- l'evento del Novembre 2014
- l'evento del Giugno 2015
- l'evento del Maggio 2015

Nella strutturazione dello studio, come noto, si è fatto riferimento a tre successive fasi analitiche, funzionali al completamento dell'indagine idrologica, delle quali nella prima, di inquadramento territoriale sono state definite le proprietà del bacino imbrifero: dimensioni, caratteristiche geomorfologiche e di copertura del suolo.

Il secondo step è consistito nell'esame dei dati idroclimatici ufficiali (dati A.R.P.A. Lombardia, registrati alla stazione di Rodano) relativi ai tre eventi meteorologici di riferimento e nella conseguente individuazione dello stato di criticità associato.

Il singolo evento è stato esaminato in modo tale da individuare i valori di pioggia massimi riferiti a durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, che sono stati successivamente confrontati con le serie storiche di dati, registrati al pluviometro di Cassano d'Adda, permettendo la caratterizzazione statistica dell'evento. E' stata scelta la stazione di Cassano D'Adda poichè è la stazione più vicina al bacino tributario che presenta la più completa serie storica di dati pluviometrici, superiore a cinquant'anni, (dal 1961 al 2010, registrati meccanicamente dal pluviografo del Consorzio dell'Adda), rispetto alla stazione pluviometrica di Rodano attiva da soli venti anni.

Nella terza fase, propriamente modellistica, è stata identificata la risposta idrologica dei due bacini individuati, Nord e Sud, in corrispondenza agli input di pioggia predefiniti nelle precedenti fasi, attraverso la simulazione dei processi che intervengono nella trasformazione tra gli afflussi e i deflussi. Alla base della determinazione dell'onda di piena vi è la definizione dell'Idrogramma, per il quale è stato adottato il modello dell'invaso lineare che schematizza il bacino come un serbatoio a funzionamento lineare. Il modello dell'invaso si basa sull'ipotesi che la formazione della piena del bacino avvenga per fenomeni di vaso simili a quelli che hanno luogo in un serbatoio soggetto ad afflussi variabili nel tempo ed a deflussi dipendenti dalle caratteristiche idrauliche della sua bocca di uscita.

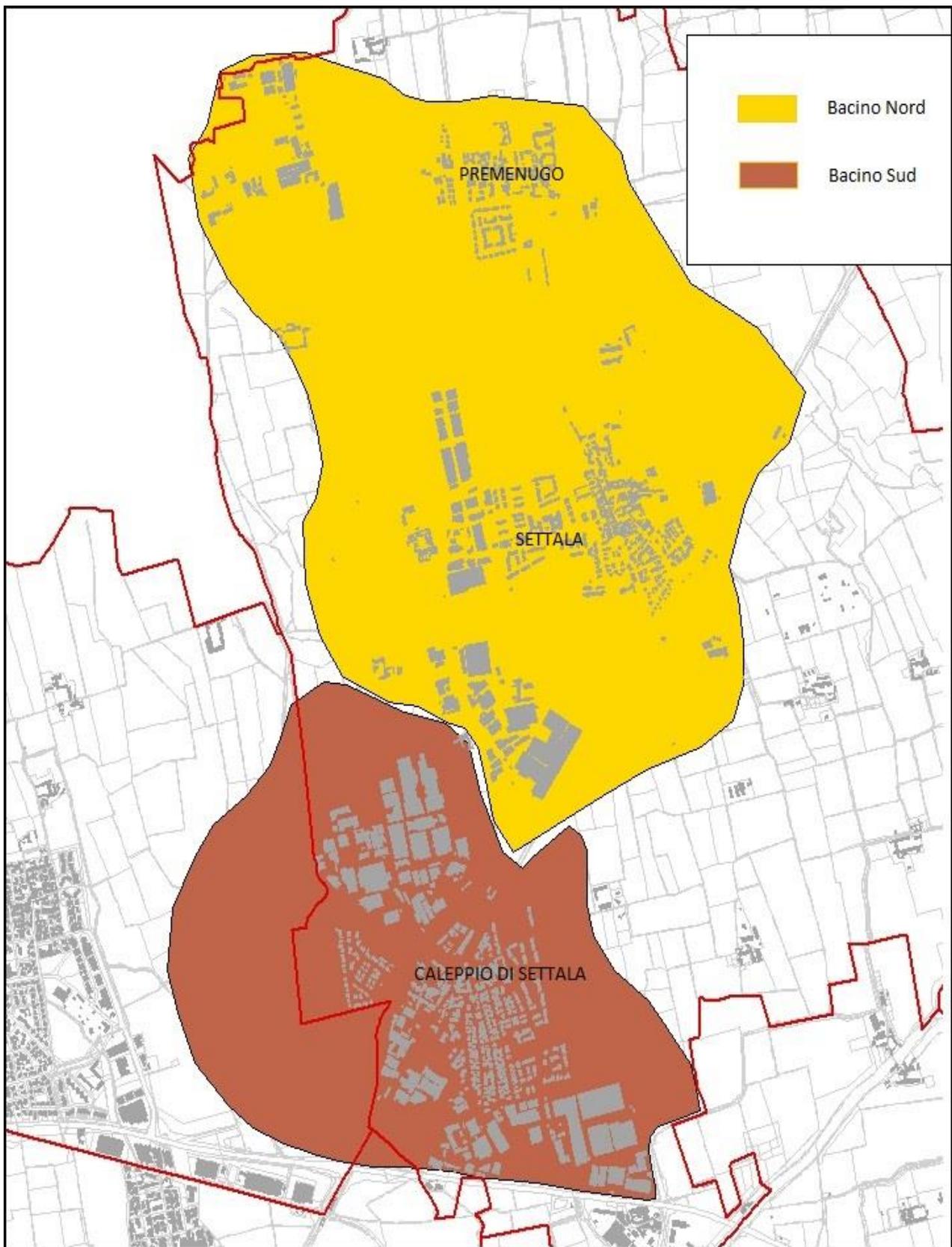
## Inquadramento Territoriale

Data la promiscuità irriguo - idraulica dell'assetto di drenaggio dei territori oggetto dell'analisi si è deciso di suddividere la porzione di territorio in due sottobacini ognuno dei quali sottende un "unico recettore equivalente" di tutte le portate di scolo. Quest'ultimo è un "canale equivalente" ideale, virtuale, che percorre il bacino sostituendosi convenzionalmente alla funzionalità dei recettori esistenti reali. Il riferimento ad un bacino equivalente è di fatto la migliore approssimazione idrologica possibile per un territorio che sarebbe impossibile interpretare diversamente per la complessità, la molteplicità delle connessioni, le ridondanze funzionali che ne caratterizzano l'assetto idraulico.

Ripartizione Idrologica Preliminare

<b><i>Bacino Equivalente 1 (bacino Nord: Settala - Premenugo)</i></b>	<b><i>Area (mq)</i></b>	<b><i>Area (ha)</i></b>
<b><i>TOTALE</i></b>		<b><i>638</i></b>
<i>Bacino Rurale</i>	<i>4760000</i>	<i>476</i>
<i>Bacino Urbano di cui:</i>	<i>1620000</i>	<i>162</i>
Commerciali (impermeabilità 85%)	<i>480000</i>	<i>48</i>
Aree Residenziali con Impermeabilizzazione 38%	<i>1140000</i>	<i>114</i>
<b><i>Bacino Equivalente 2 (bacino Sud: Caleppio - zona Indust.)</i></b>	<b><i>Area (mq)</i></b>	<b><i>Area (ha)</i></b>
<b><i>TOTALE</i></b>		<b><i>377</i></b>
<i>Bacino Rurale</i>	<i>2350000</i>	<i>235</i>
<i>Bacino Urbano di cui:</i>	<i>1420000</i>	<i>142</i>
Commerciali (impermeabilità 85%)	<i>820000</i>	<i>82</i>
Aree Residenziali con Impermeabilizzazione 38%	<i>600000</i>	<i>60</i>

**Il bacino oggetto della presente relazione idrologico - idraulica è il bacino Nord Settala - Premenugo. Si riporta comunque l'analisi completa per continuità e completezza della trattazione.**



***Ripartizione del territorio settalese nei due bacini individuati:  
Bacino Nord - Settala e Bacino Sud - Caleppio zona industriale***

## **Classificazione della permeabilità dei suoli e della Copertura**

*Suddivisione in classi delle varie tipologie di terreno*

<b>CLASSE</b>	<b>Potenzialità di deflusso</b>
CLASSE A	<u>Scarsa potenzialità di deflusso</u> : comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
CLASSE B	<u>Potenzialità di deflusso moderatamente bassa</u> : comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
CLASSE C	<u>Potenzialità di deflusso moderatamente alta</u> : comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
CLASSE D	<u>Potenzialità di deflusso molto alta</u> : comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

I valori del Curve Number CN sono riportati nella tabella seguente, per i diversi tipi di suolo e con riferimento alla cosiddetta condizione di umidità precedente l'inizio dell'evento, di tipo standard (AMC antecedent moisture conditions di tipo II)

<b>Tipo di copertura (uso del suolo)</b>	<b>TIPO DI SUOLO</b>			
	A	B	C	D
Terreno coltivato				
Senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone Condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone Condizioni	30	58	71	78

Terreni boscosi o forestali				
Terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, parchi				
Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali				
Impermeabilità media % 65	77	85	90	92
38	61	75	83	87
30	57	72	81	86
25	54	70	80	85
20	51	68	79	84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade				
Pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

**Parametri Utilizzati:**

Tipologia di terreno : tipo B Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Tipo di copertura uso del suolo :

per il territorio rurale – Terreno coltivato con interventi di conservazione e spazi aperti

**CN pesato pari a 70**

per il territorio urbano – Aree Commerciali (impermeabilità 85%)

**CN pesato pari a 92**

– Aree Residenziali con Impermeabilizzazione 38%

**CN pesato pari a 75**

Condizioni antecedenti all'evento: nella analisi della S.c.s vengono considerate le condizioni antecedenti l'evento e vengono classificate le diverse condizioni in tre diversi tipi di caratteristiche:

- secco AMC 1
- mediamente umido AMC 2
- umido e saturo AMC 3

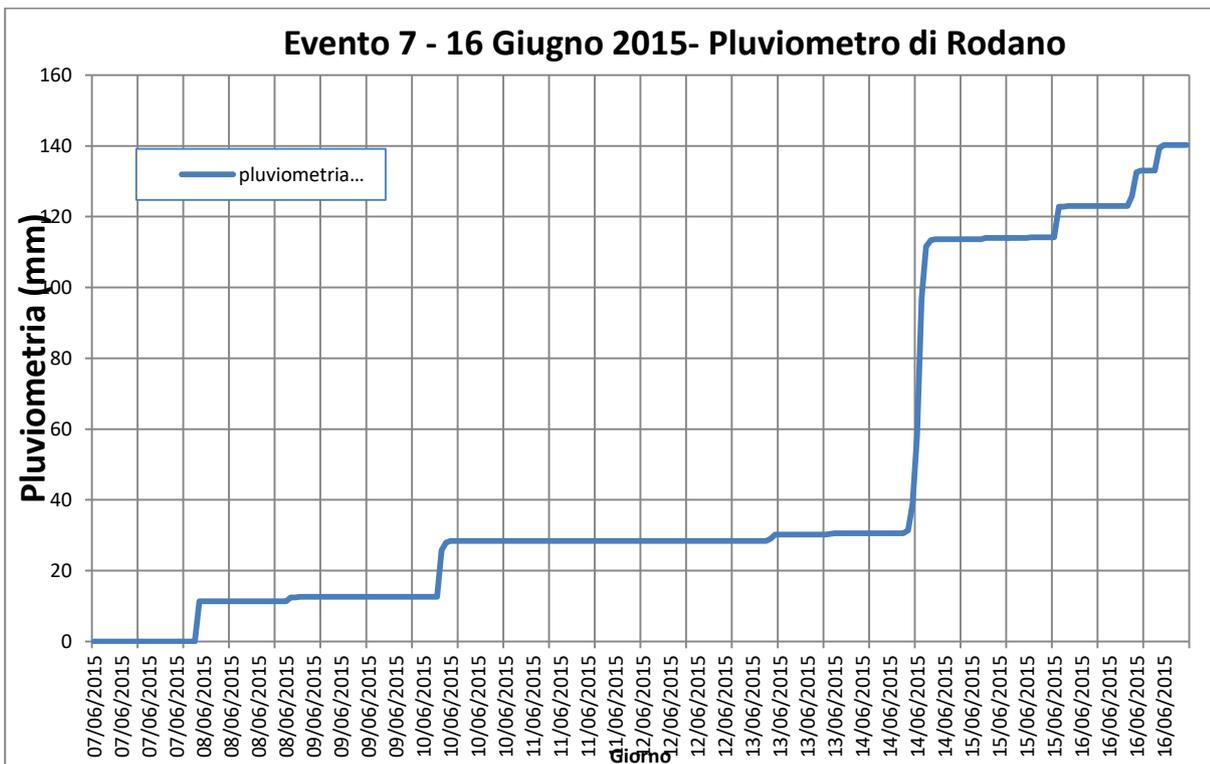
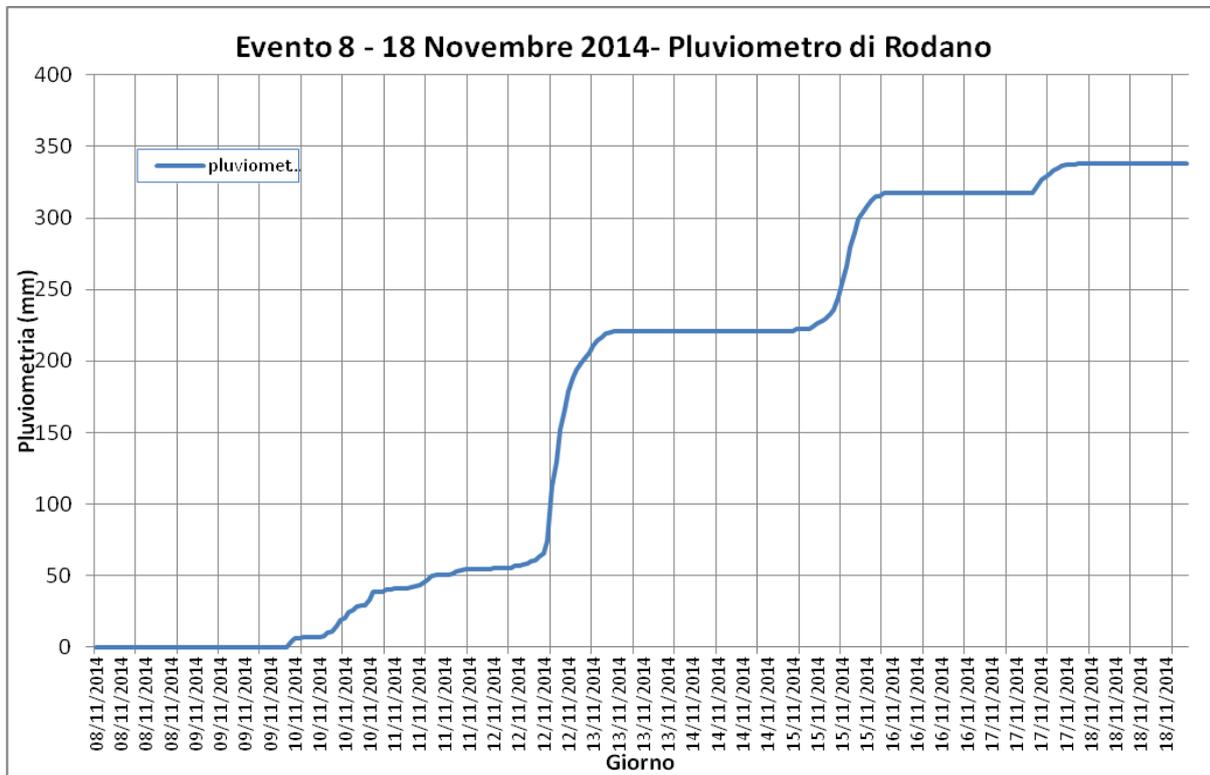
La distinzione tra le tre diverse tipologie di saturazione del terreno e' rimandata alla tabella sottostante, dove la definizione della classe di Antecedent Moisture Condition (AMC) avviene in funzione della pioggia complessivamente caduta nei 5 giorni precedenti l'evento

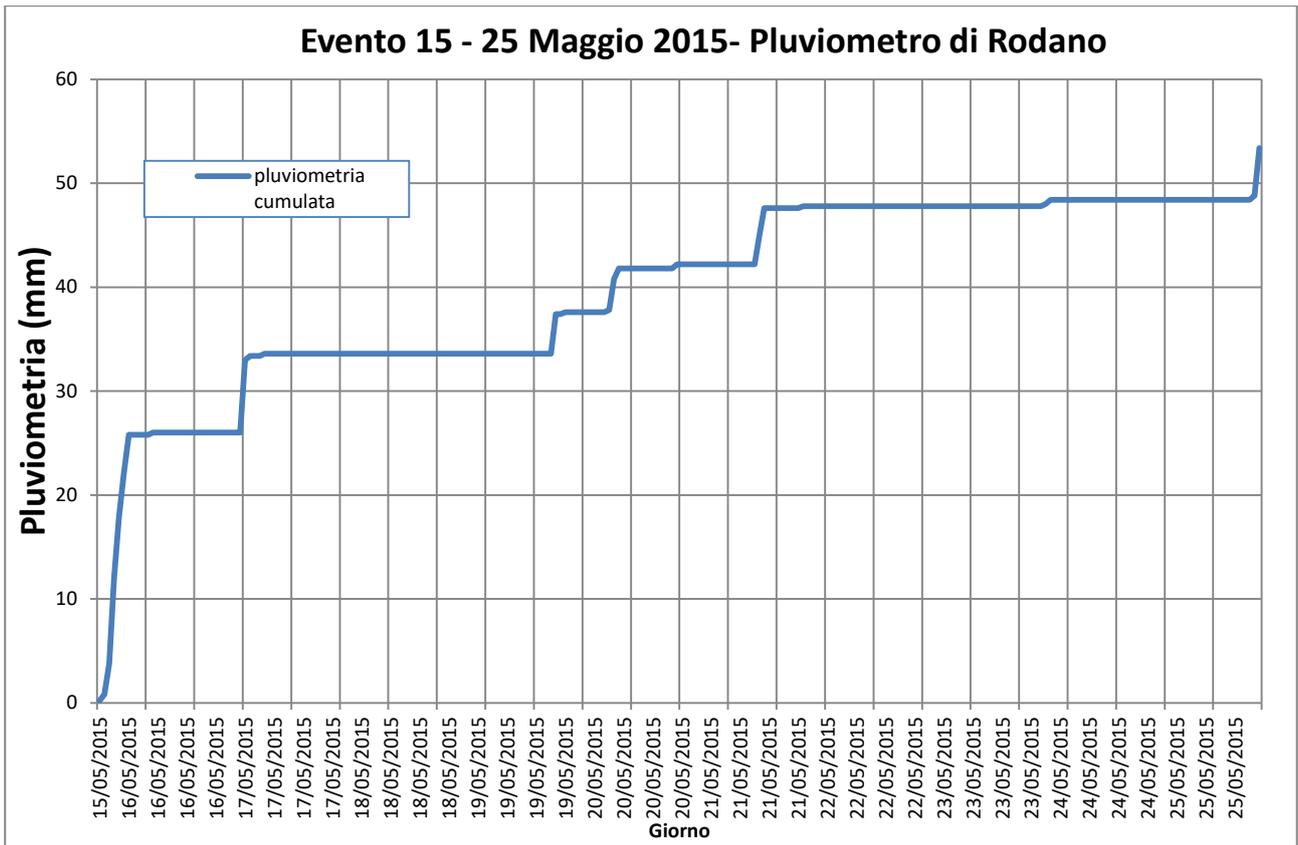
	classe	<b>Stagione di riposo</b>	Stagione di crescita
Precipitazione nei 5 gg precedenti	AMC 1	<b>&lt;12.7 mm</b>	<35.5 mm
	AMC 2	<b>12.7 - 28 mm</b>	35.5 - 53.3 mm
	AMC 3	<b>&gt;28 mm</b>	>53.3 mm

# Analisi Meteo-climatica degli eventi

## Eventi pluviometrici registrati nel novembre 2014 , giugno 2015 e maggio 2015

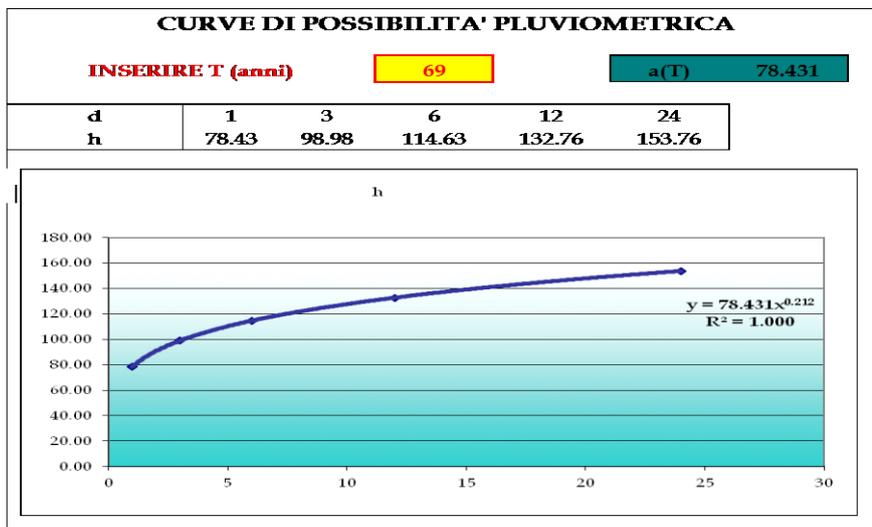
- Dati registrati al pluviometro di Rodano





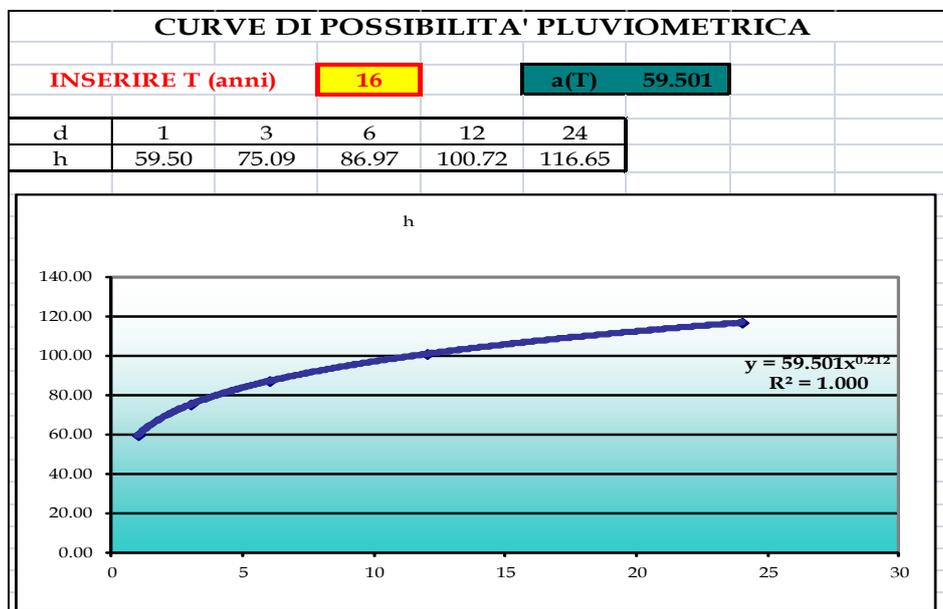
**Deduzione del tempo di ritorno dell'evento del 12/13 Novembre 2014 in confronto alla Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda**

Dall'analisi dei dati pluviometrici dell'evento del 12/13 novembre, data la corrispondenza tra i dati registrati e quelli dell'indagine statistica, e' stato possibile individuare la coerenza dell'evento con la curva di possibilità climatica, avente **tempo di ritorno di 69 anni**.



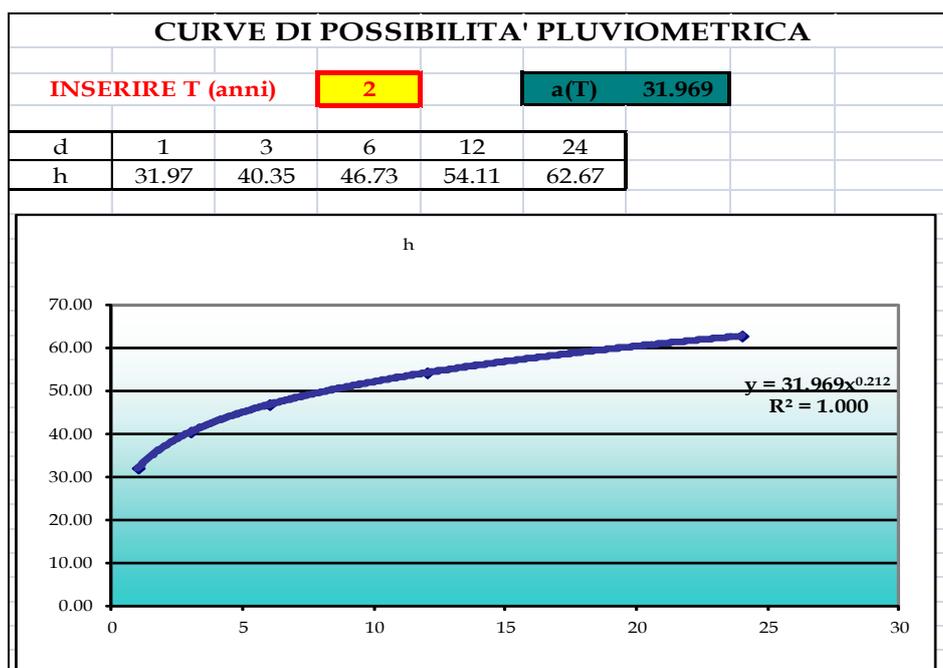
**Deduzione del tempo di ritorno dell'evento del 14 Giugno 2015 in confronto alla Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda**

Dall'analisi dei dati pluviometrici dell'evento del 14/15 Giugno, data la corrispondenza tra i dati registrati e quelli dell'indagine statistica, e' stato possibile individuare la coerenza dell'evento con la curva di possibilità climatica, avente **tempo di ritorno di 16 anni**.



**Deduzione del tempo di ritorno dell'evento del 15 Maggio 2015 in confronto alla Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda**

Dall'analisi dei dati pluviometrici dell'evento del 15 Maggio, data la corrispondenza tra i dati registrati e quelli dell'indagine statistica, e' stato possibile individuare la coerenza dell'evento con la curva di possibilità climatica, avente **tempo di ritorno di 2 anni**.



## Modellazione Afflussi Deflussi

Definizione degli eventi meteorologici critici e delle condizioni antecedenti l'evento del 12/13 Novembre 2014

<b><i>Eventi pluviometrici stazione di Rodano</i></b>	<b><i>Precipitazione registrata in mm</i></b>	<b><i>classe di partenza</i></b>
precipitazione prima del 1° evento	6.1 mm	
1°evento 10/11 Novembre	49.5 mm	AMC 1
<b><u>precipitazione prima del 2° evento</u></b>	<b><u>55.6 mm</u></b>	
<b><u>2° evento di precipitazione del 12/13 Novembre</u></b>	<b><u>165.4 mm</u></b>	<b><u>AMC 3</u></b>

Definizione degli eventi meteorologici critici e delle condizioni antecedenti l'evento del 14 Giugno 2015

<b><i>Eventi pluviometrici stazione di Rodano</i></b>	<b><i>Precipitazione registrata in mm</i></b>	<b><i>classe di partenza</i></b>
1°evento 10 Giugno 2015	16 mm	AMC1
<b><u>precipitazione prima del 2° evento</u></b>	<b><u>16 mm</u></b>	
<b><u>2° evento di precipitazione del 14 Giugno</u></b>	<b><u>83 mm</u></b>	<b><u>AMC 2</u></b>

Definizione degli eventi meteorologici critici e delle condizioni antecedenti l'evento del 15 Maggio 2015

<b><i>Eventi pluviometrici stazione di Rodano</i></b>	<b><i>Precipitazione registrata in mm</i></b>	<b><i>classe di partenza</i></b>
1°evento 8 Maggio 2015	3.2 mm	AMC1
<b><u>precipitazione prima del 2° evento</u></b>	<b><u>3.2 mm</u></b>	
<b><u>2° evento di precipitazione del 14 Giugno</u></b>	<b><u>35 mm</u></b>	<b><u>AMC 2</u></b>

### Calcolo del numero di curva relativo nelle diverse condizioni di saturazione nel terreno nel Bacino considerato

I valori rispettivi del parametro CN ricavati dalla tabella soprastante sono riferiti alla condizione AMC 2. I corrispondenti valori di AMC 1 e AMC 3 si ottengono dalle seguenti relazioni:

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 CN(II)},$$

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057 CN(II)}.$$

Per le diverse tessiture territoriali nei bacini equivalenti sono state calcolati i numeri di curva a seconda delle tre diverse tipologie di saturazione del terreno e il CN complessivo pesato sull'area:

<b><i>Bacino 1 Nord</i></b>	<b><i>AREA in ha</i></b>		<b><i>CN AMC 1</i></b>	<b><i>CN AMC 2</i></b>	<b><i>CN AMC 3</i></b>
<i>Bacino Rurale</i>	<u>476</u>		50.36	70	84.44
<i>Bacino Urbano</i> Commerciali (impermeabilità 85%)	<u>48</u>		79.64	90	95.44
<i>Bacino Urbano</i> Aree Residenziali con Impermeabilizzazione 38%	<u>114</u>		56.60	75	87.46
<b><i>TOTALE</i></b>	<b><i>638</i></b>	<b><i>CN PESATO</i></b>	<b><i>53.96</i></b>	<b><i>72.55</i></b>	<b><i>85.88</i></b>
<b><i>Bacino 2 Sud</i></b>	<b><i>AREA in ha</i></b>		<b><i>CN AMC 1</i></b>	<b><i>CN AMC 2</i></b>	<b><i>CN AMC 3</i></b>
<i>Bacino Rurale</i>	<u>235</u>		50.36	70	84.44
<i>Bacino Urbano</i> Commerciali (impermeabilità 85%)	<u>142</u>		79.64	92	95.44
<b><i>TOTALE</i></b>	<b><i>377</i></b>	<b><i>CN PESATO</i></b>	<b><i>58.52</i></b>	<b><i>78.28</i></b>	<b><i>87.52</i></b>

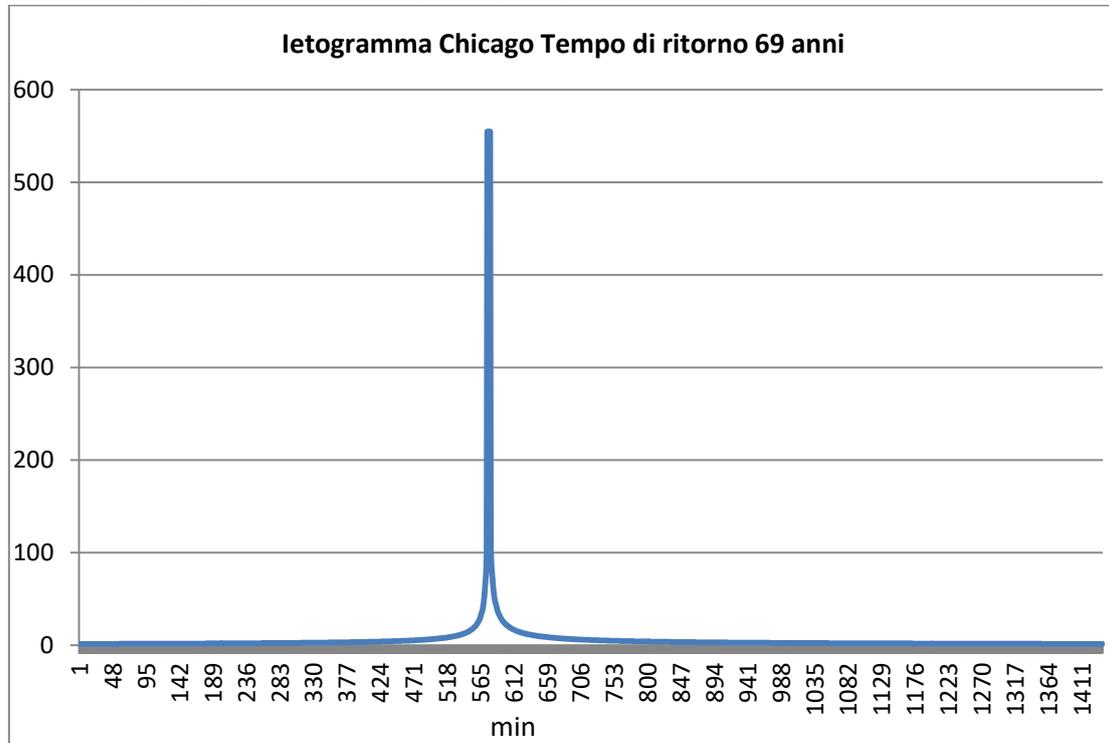
**Analisi idrologica evento 12/13 Novembre 2014**

**Bacino Equivalente n°1 - Bacino Nord**

**Calcolo portata per tempo di ritorno 69 anni in condizione AMC 3**

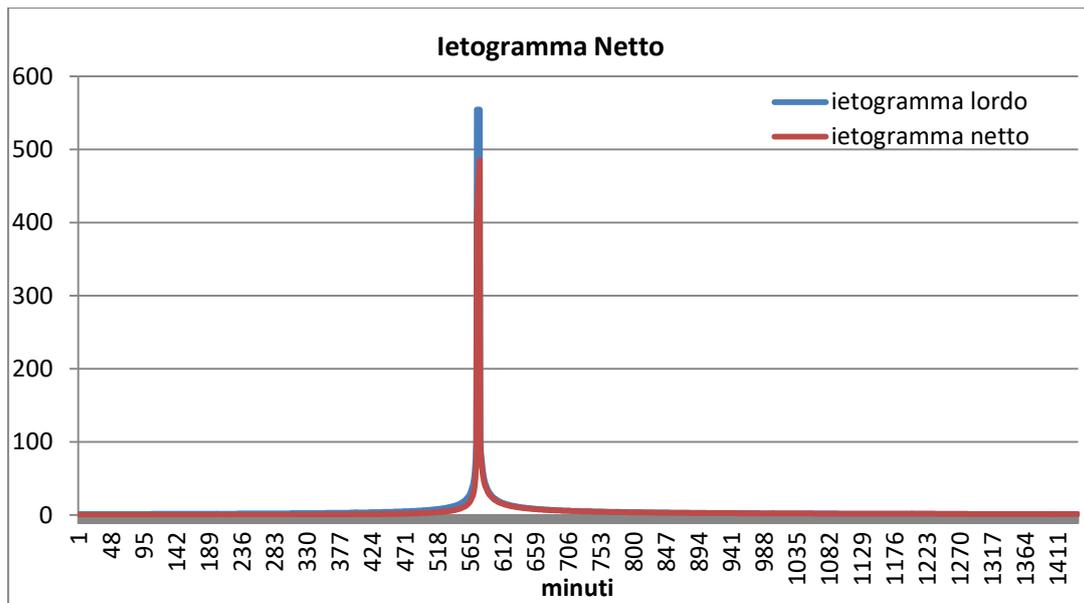
Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda per TR 69 anni  $h = 78,431 t^{0.212}$

Ietogramma di pioggia lordo – tempo di pioggia 1440 minuti



**Calcolo Pioggia Netta**

Numero di Curva CN AMC 3	85.88
Coefficiente afflusso	0.73
Ietogramma di pioggia Lorda e Netta	



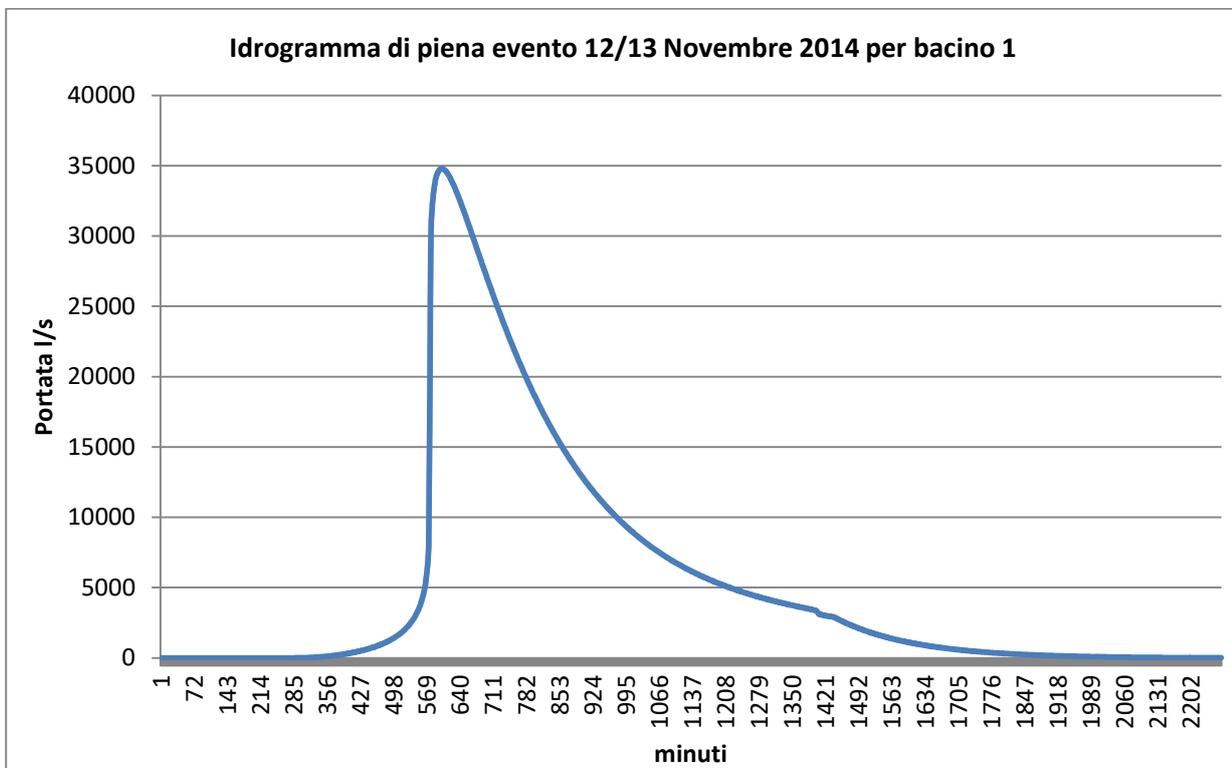
**Modello di trasformazione afflussi Deflussi**

Metodo dell'invaso lineare

Tempo di corrivazione del Bacino calcolato con formula di Ogrosky – Mockus: 250 min

Area complessiva del bacino **638 ha** - Portata di piena: **34.795,00 l/s**

coeff. Udometrico **54,5 l/s \* ha**

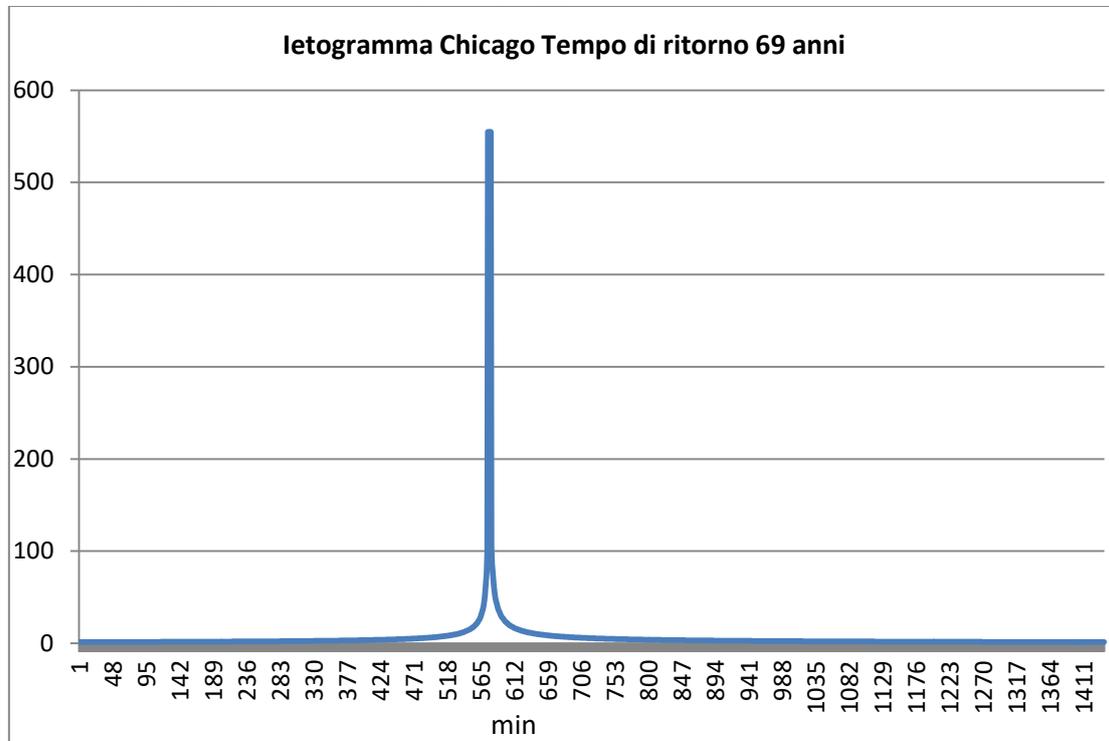


## **Bacino Equivalente n°2 - Bacino Sud**

### **Calcolo portata per tempo di ritorno 69 anni in condizione AMC 3**

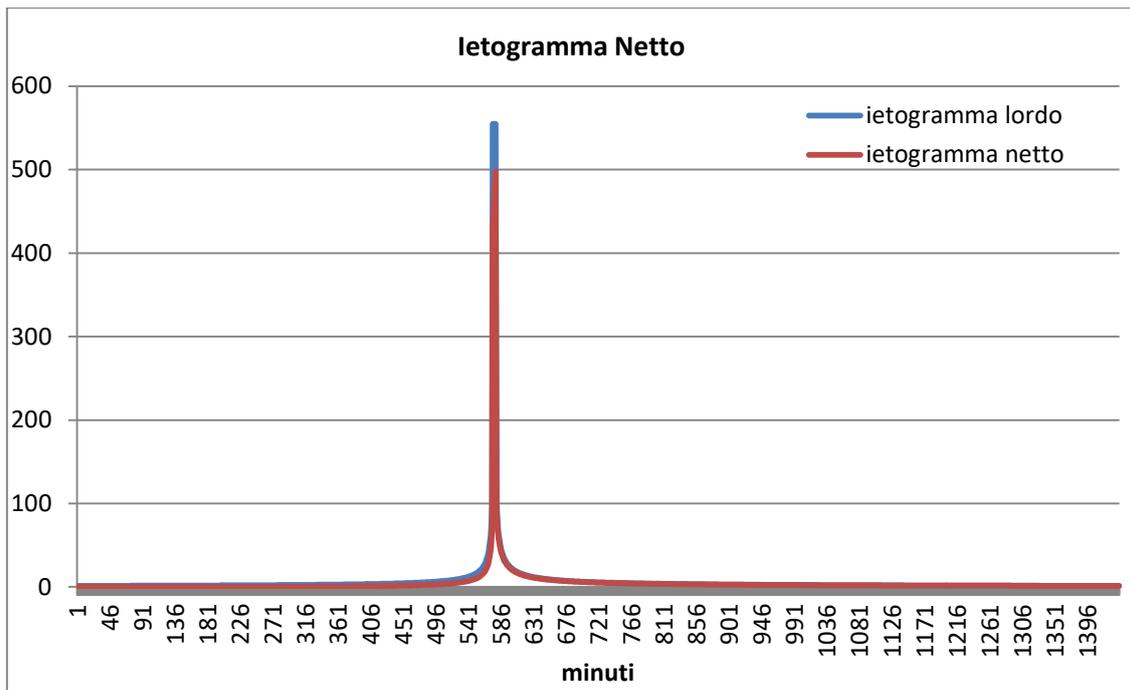
Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda per TR 69 anni  $h = 78,431 t^{0.212}$

Ietogramma di pioggia lordo – tempo di pioggia 1440 minuti



### **Calcolo Pioggia Netta**

Numero di Curva CN AMC 3	87.52
Coefficiente afflusso	0.80
Ietogramma di pioggia Lorda e Netta	



**Modello di trasformazione afflussi Deflussi**

Metodo dell'invaso lineare

Tempo di corrivazione del Bacino calcolato con formula di Ogrosky – Mockus: 220 min

Area complessiva del bacino **377 ha** - Portata di piena: **23.940,00 l/s**

coeff. Udometrico **63,5 l/s \* ha**



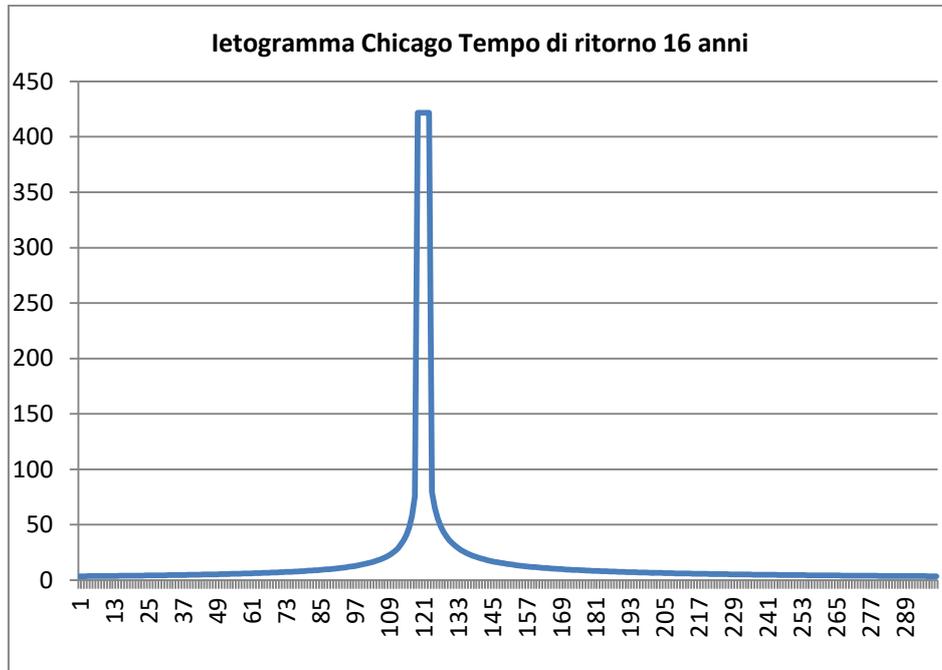
## Analisi idrologica Evento 14 Giugno 2015

### Bacino Equivalente n°1 - Bacino Nord

#### **Calcolo portata per tempo di ritorno 16 anni in condizione AMC 2**

Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda per TR 16 anni  $h = 59,501 t^{0.212}$

Ietogramma di pioggia lordo – tempo di pioggia 300 minuti



#### **Calcolo Pioggia Netta**

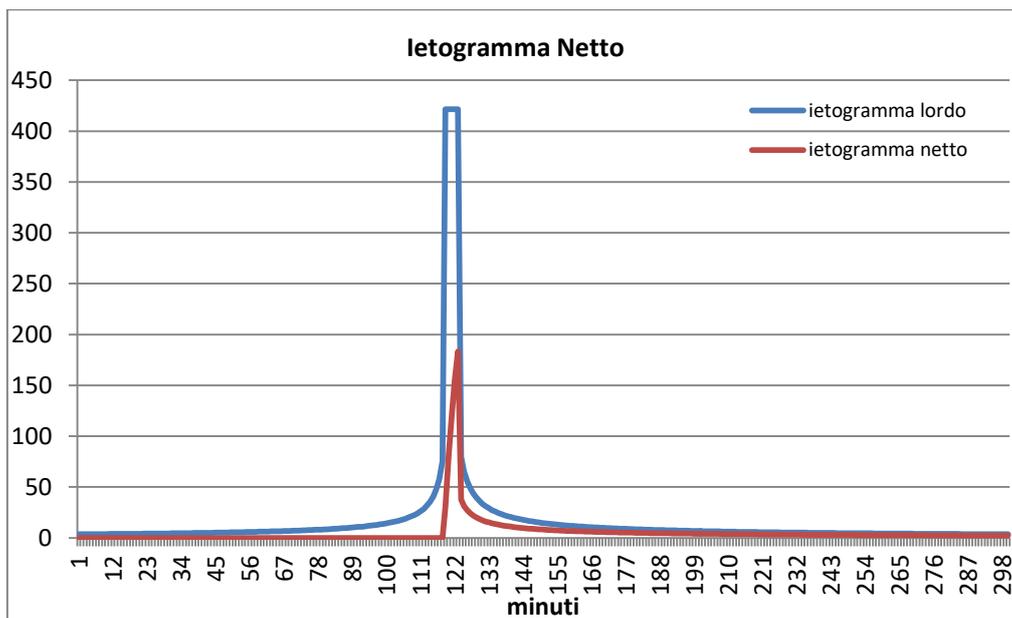
Numero di Curva CN AMC 2

72.54

Coefficiente afflusso

0.31

Ietogramma di pioggia Lorda e Netta



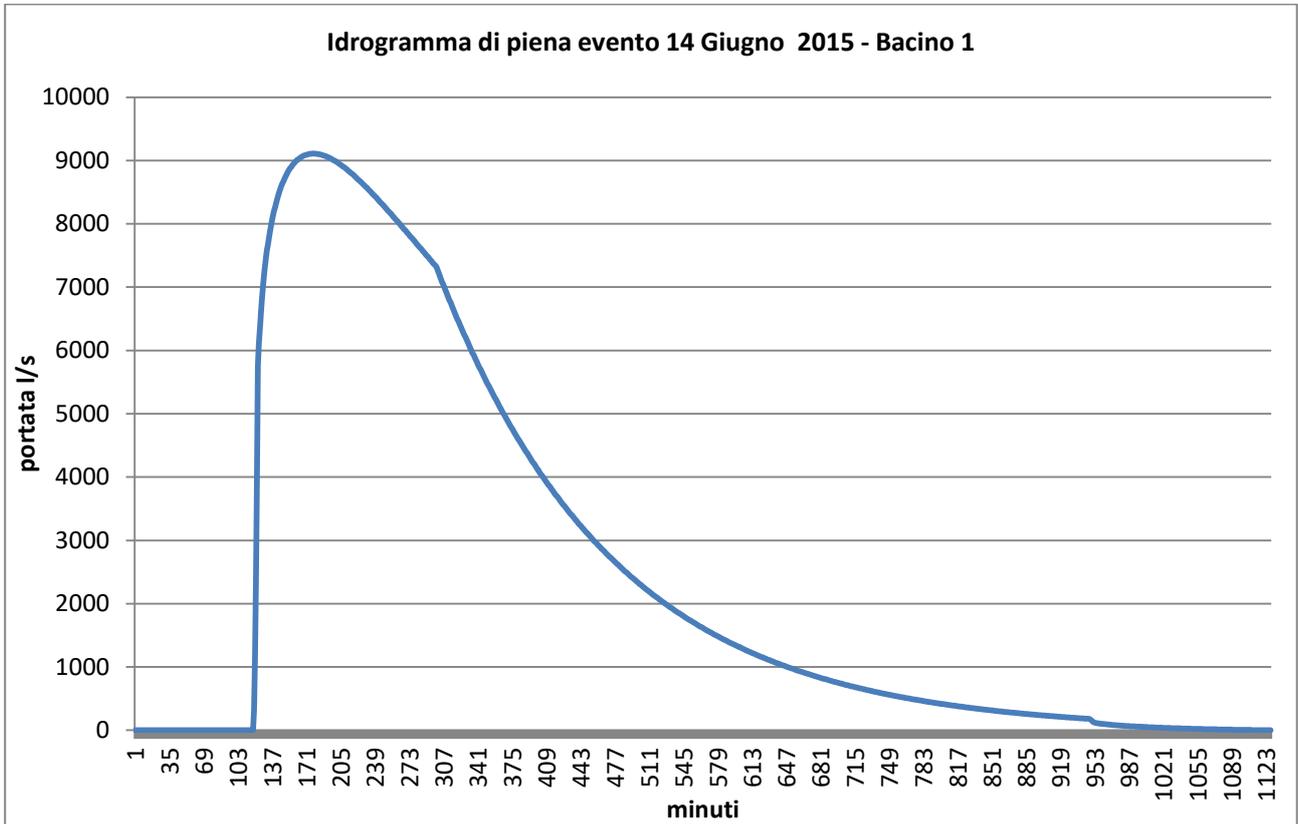
## Modello di trasformazione afflussi Deflussi

Metodo dell'invaso lineare

Tempo di corrivazione del Bacino calcolato con formula di Ogrosky – Mockus: 250 min

Area complessiva del bacino **638 ha** - Portata di piena: **9.109,00 l/s**

coeff. Udometrico **14,3 l/s \* ha**

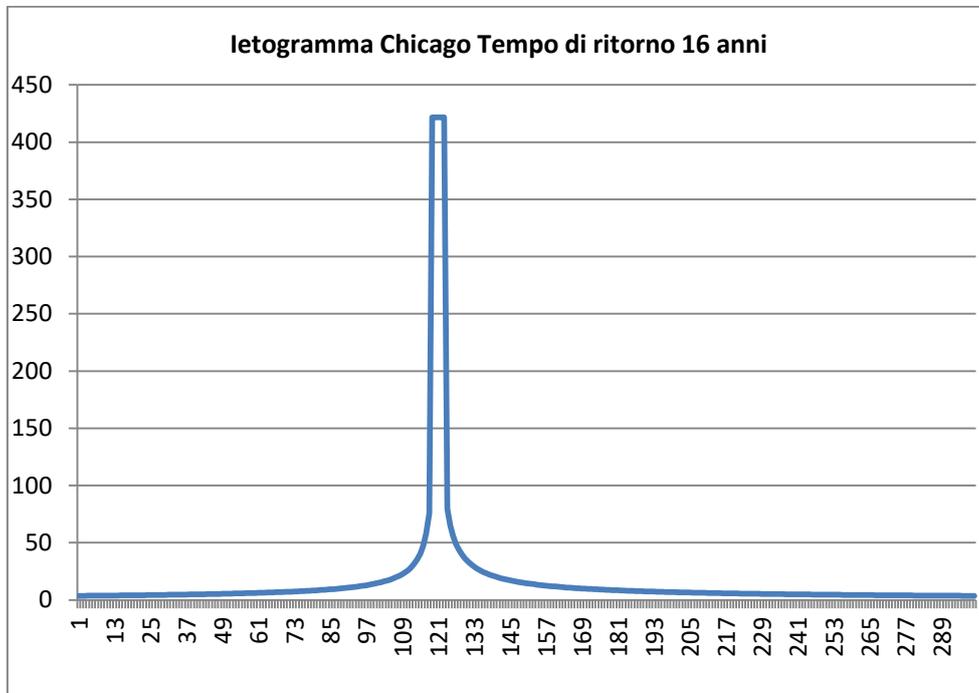


**Bacino Equivalente n°2 - Bacino Sud**

**Calcolo portata per tempo di ritorno 16 anni in condizione AMC 2**

Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda per TR 16 anni  $h = 59,501 t^{0.212}$

Ietogramma di pioggia lordo – tempo di pioggia 300 minuti



**Calcolo Pioggia Netta**

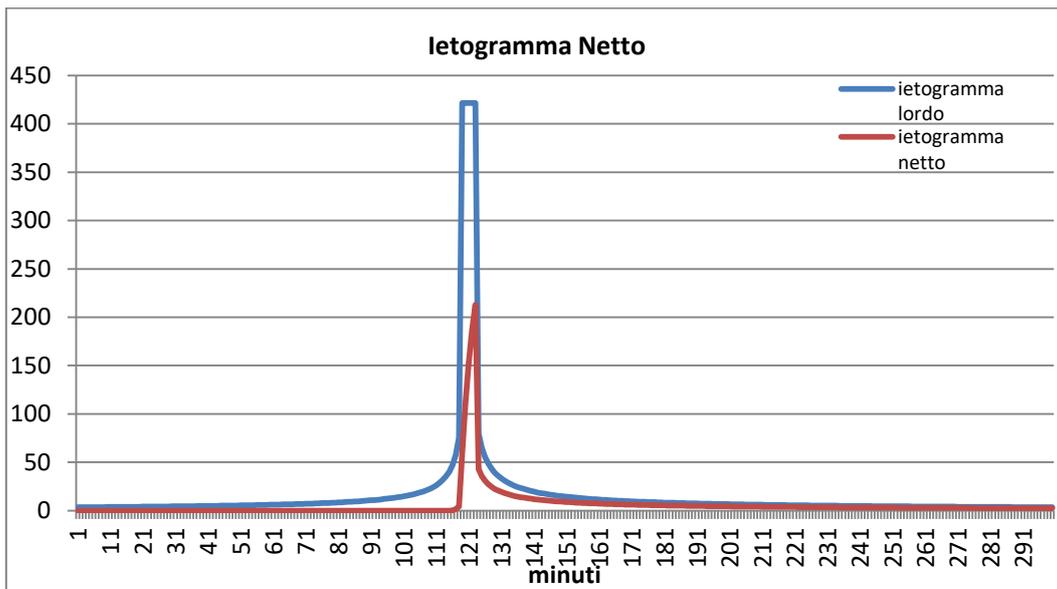
Numero di Curva CN AMC 2

75.58

Coefficiente afflusso

0.36

Ietogramma di pioggia Lorda e Netta



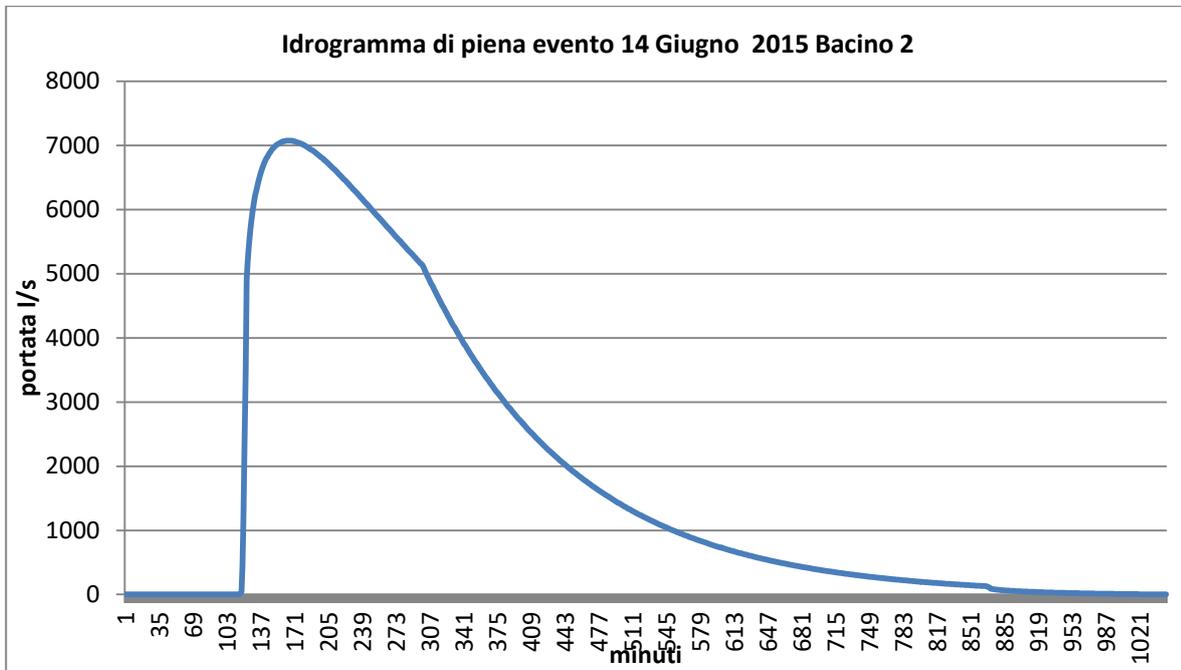
## Modello di trasformazione afflussi Deflussi

Metodo dell'invaso lineare

Tempo di corrivazione del Bacino calcolato con formula di Ogrosky – Mockus: 220 min

Area complessiva del bacino **377 ha** - Portata di piena: **7.075,00 l/s**

coeff. Udometrico **18,76 l/s \* ha**



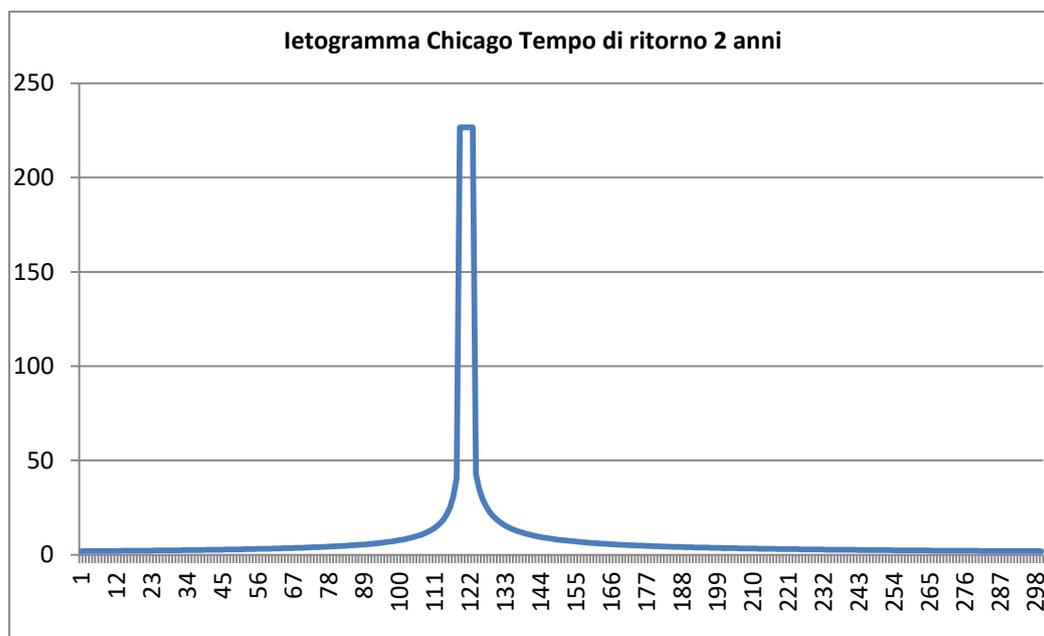
## Analisi idrologica Evento 15 Maggio 2015

### Bacino Equivalente n°1 - Bacino Nord

#### **Calcolo portata per tempo di ritorno 2 anni in condizione AMC 2**

Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda per TR 2 anni  $h = 31,969 t^{0.212}$

Ietogramma di pioggia lordo - tempo di pioggia 300 minuti

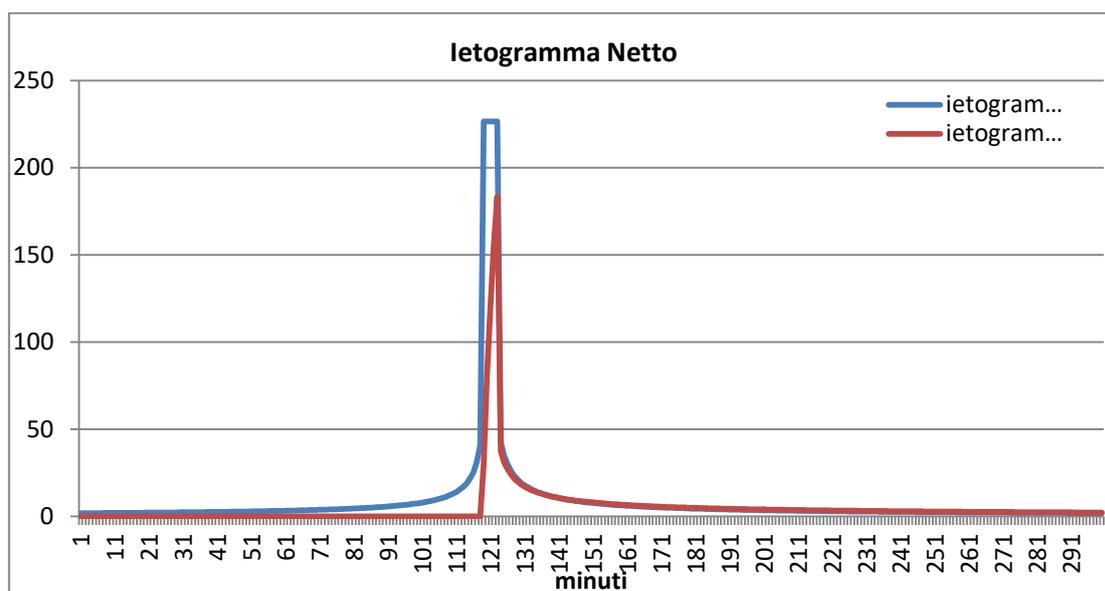


#### **Calcolo Pioggia Netta**

Numero di Curva CN AMC 2 72.54

Coefficiente afflusso 0.14

Ietogramma di pioggia Lorda e Netta



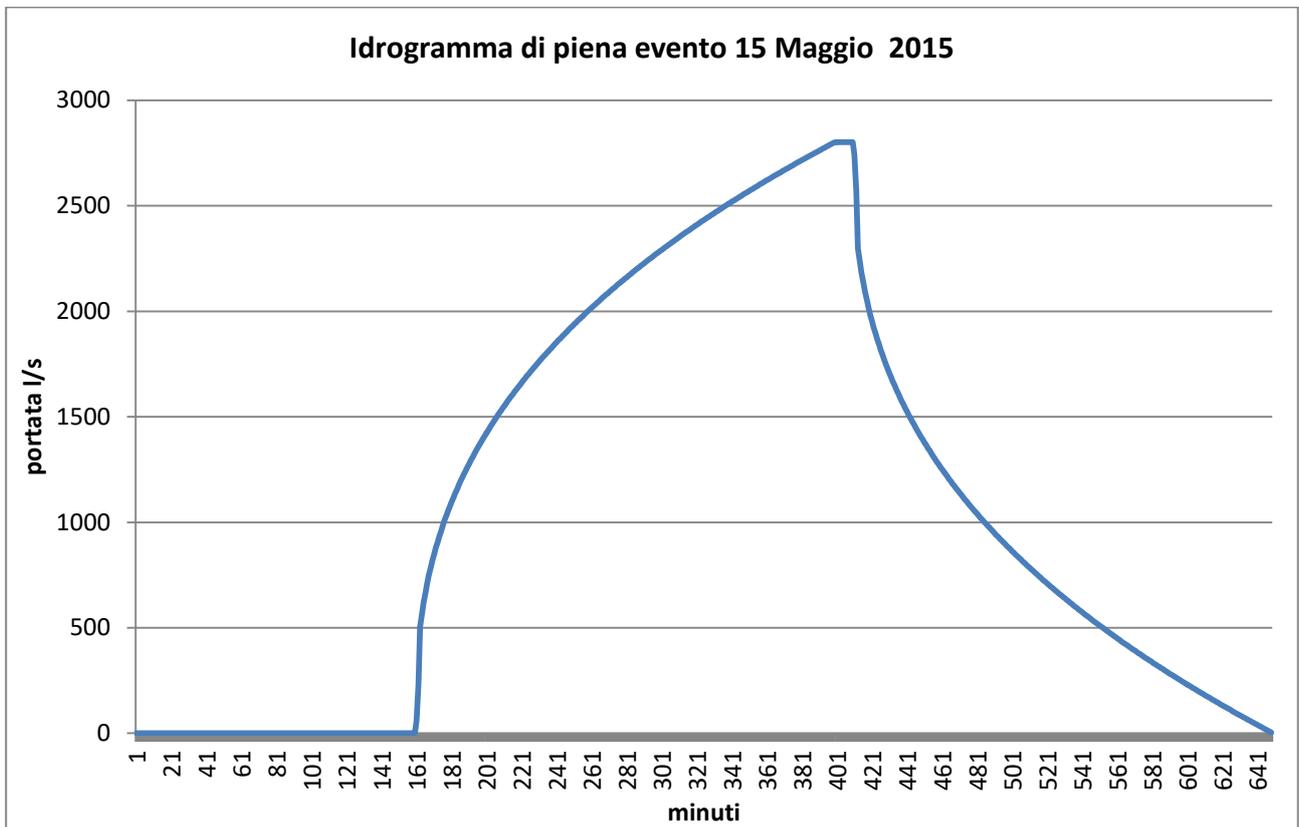
## Modello di trasformazione afflussi Deflussi

Metodo dell'invaso lineare

Tempo di corrivazione del Bacino calcolato con formula di Ogrosky – Mockus: 250 min

Area complessiva del bacino **638 ha** - Portata di piena: **2.900,00 l/s**

coeff. Udometrico **4,54 l/s \* ha**

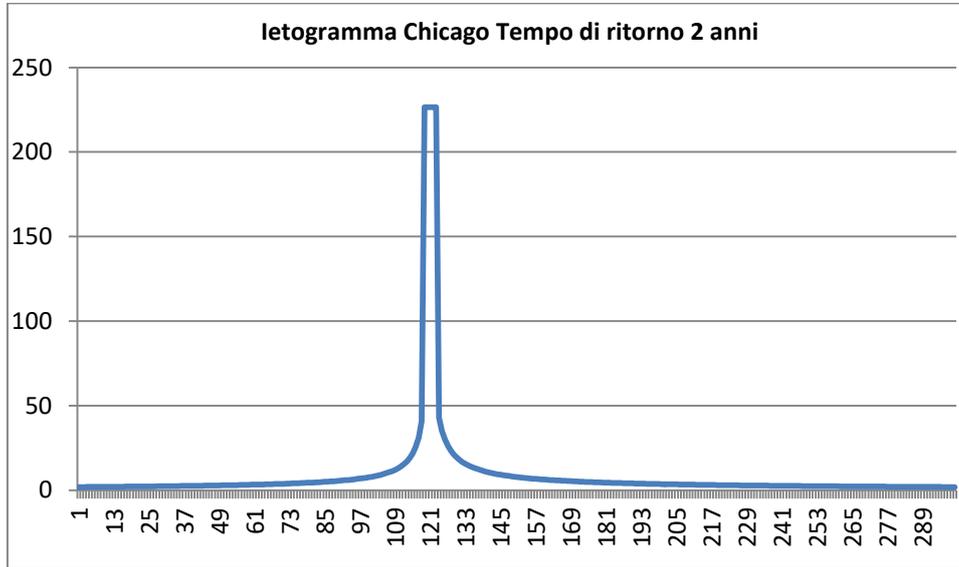


## **Bacino Equivalente n°2 - Bacino Sud**

### **Calcolo portata per tempo di ritorno 2 anni in condizione AMC 2**

Curva di possibilità climatica di Cassano d'Adda per TR 2 anni  $h = 31,969 t^{0.212}$

Ietogramma di pioggia lordo – tempo di pioggia 300 minuti



### **Calcolo Pioggia Netta**

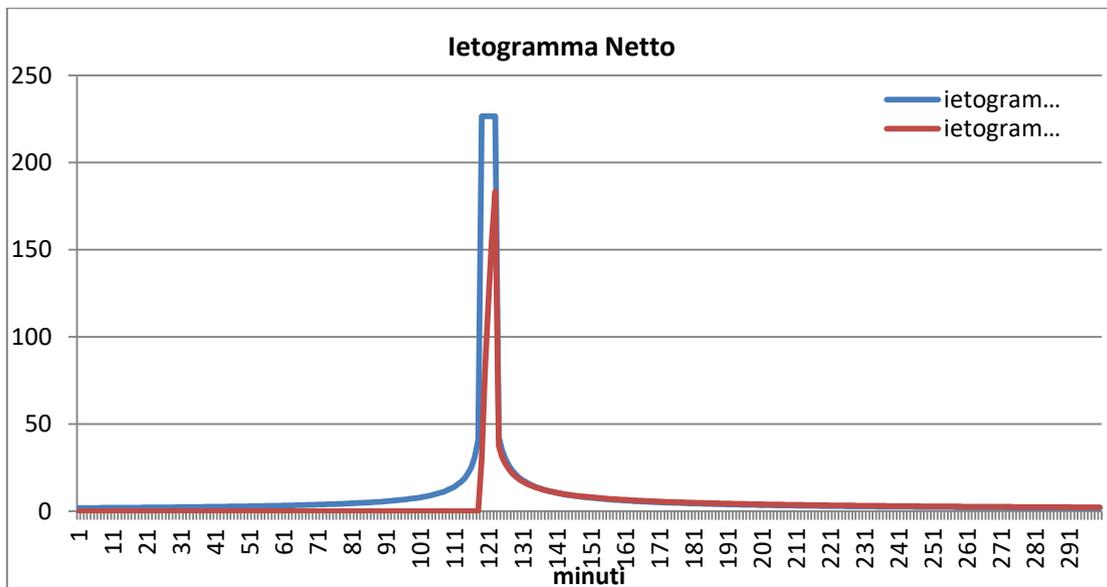
Numero di Curva CN AMC 2

75.58

Coefficiente afflusso

0.18

Ietogramma di pioggia Lorda e Netta



## Modello di trasformazione afflussi Deflussi

Metodo dell'invaso lineare

Tempo di corrivazione del Bacino calcolato con formula di Ogrosky – Mockus: 220 min

Area complessiva del bacino **377 ha** - Portata di piena: **2.692,00 l/s**

coeff. Udometrico **7,14 l/s \* ha**

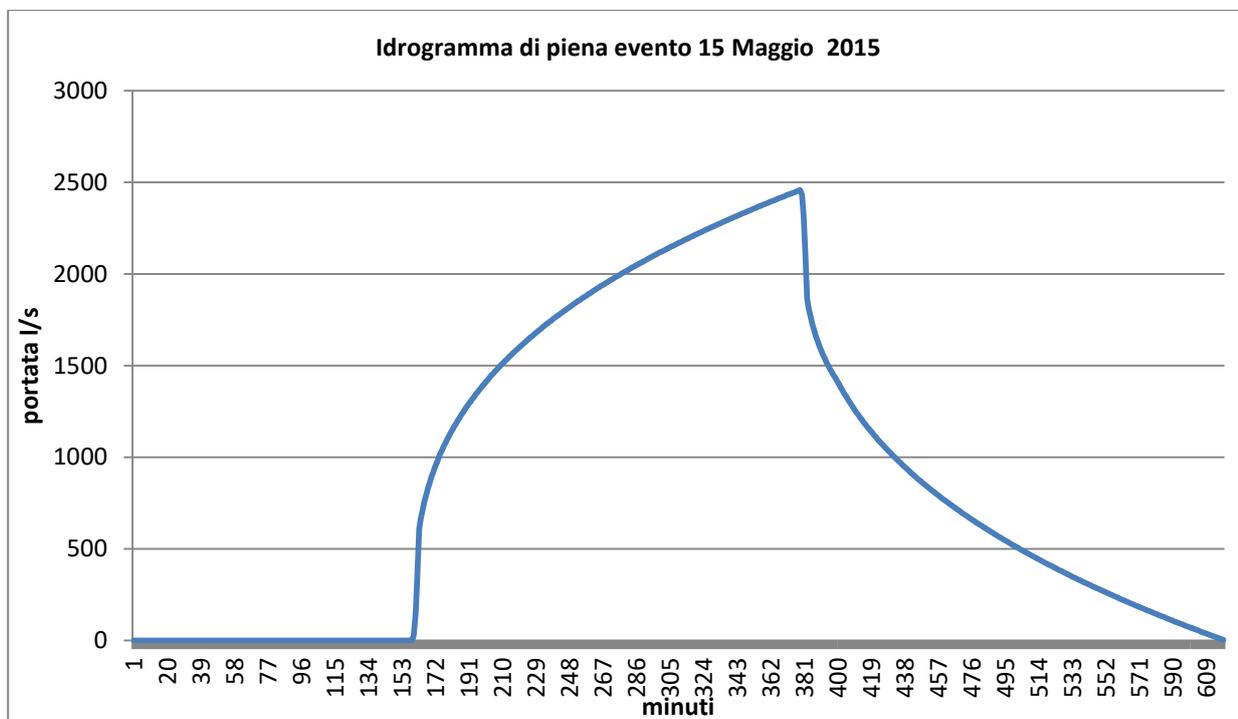


Tabella riassuntiva delle risultanze dell'analisi Idrometeorologica degli eventi 12-13 Novembre 2014 e 14 Giugno 2015

Evento	Bacino	Estensione	Tempo di ritorno evento pluviometrico	Portata di punta (mc/s)	Coefficiente udometrico (l/s ha)	Volume di piena (mc)
<b><u>12 -13 Novembre 2014</u></b>	Bacino Nord	638 ha	<b><u>Tr=69 anni</u></b>	<b>34,75</b>	<b>54,5</b>	<b>719.688,00</b>
	Bacino Sud	377 ha		<b>23,94</b>	<b>63,5</b>	<b>442.063,00</b>
<b><u>14 Giugno 2015</u></b>	Bacino Nord	638 ha	<b><u>Tr=16 anni</u></b>	<b>9,19</b>	<b>14,30</b>	<b>165.071,00</b>
	Bacino Sud	377 ha		<b>7,07</b>	<b>18,76</b>	<b>114.268,00</b>
<b><u>15 Maggio 2015</u></b>	Bacino Nord	638 ha	<b><u>Tr=2 anni</u></b>	<b>2,87</b>	<b>4,54</b>	<b>42.029,00</b>
	Bacino Sud	377 ha		<b>2,69</b>	<b>7,14</b>	<b>38.450,00</b>

## ***STIMA DELLA RIPARTIZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DEL BACINO NORD***

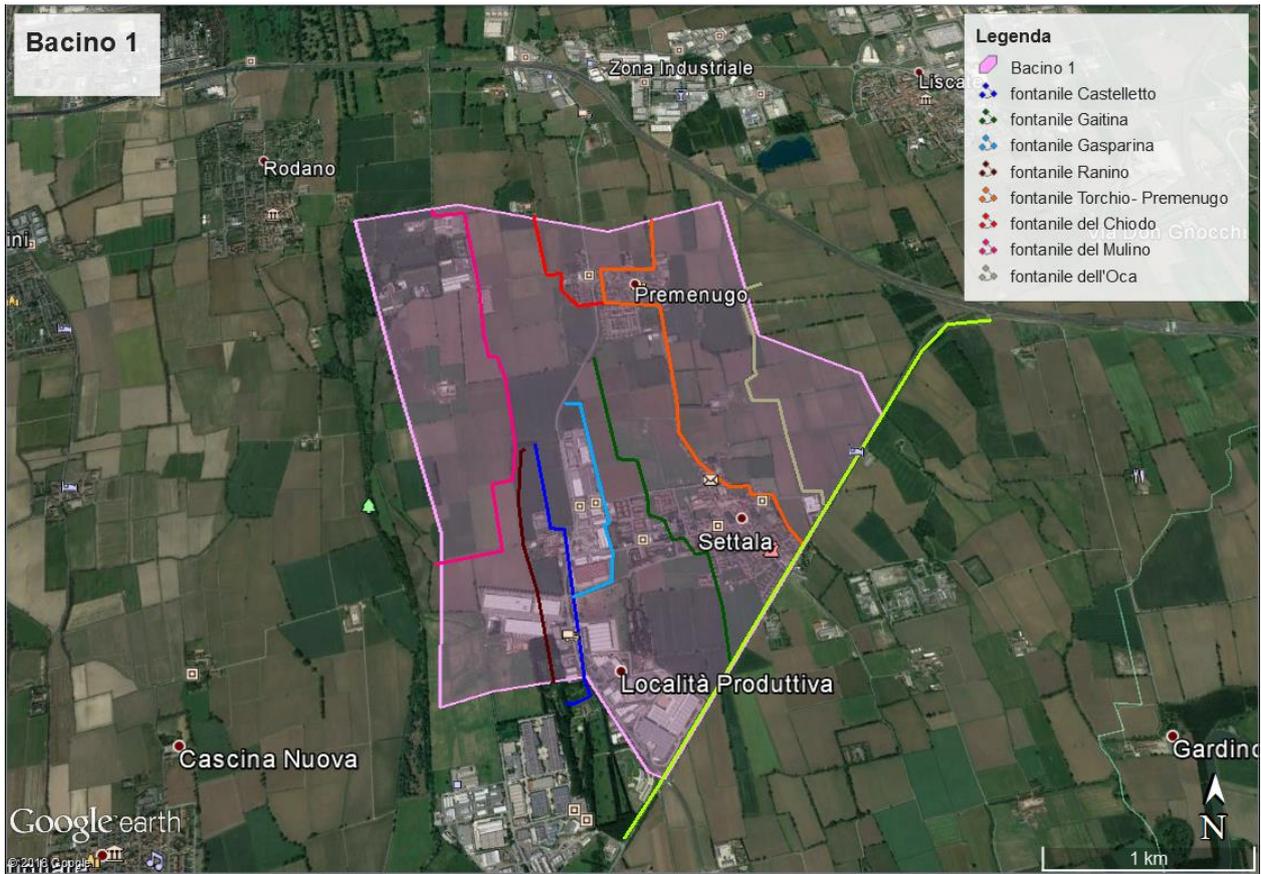
In questo step di progettazione si è analizzata la rete idraulica insistente sul territorio oggetto degli interventi e mediante analisi estensive sul medesimo territorio consistenti in indagini di campo, rilievi piano altimetrici e al lavoro di sovrapposizione e indagine cartografica effettuata su mappe catastali e territoriali, è stato possibile individuare i recettori delle portate calcolate preliminarmente con il metodo del bacino equivalente.

Nello specifico, per il bacino equivalente 1-Nord (Settala e Premenugo) i ricettori individuati sono i seguenti:

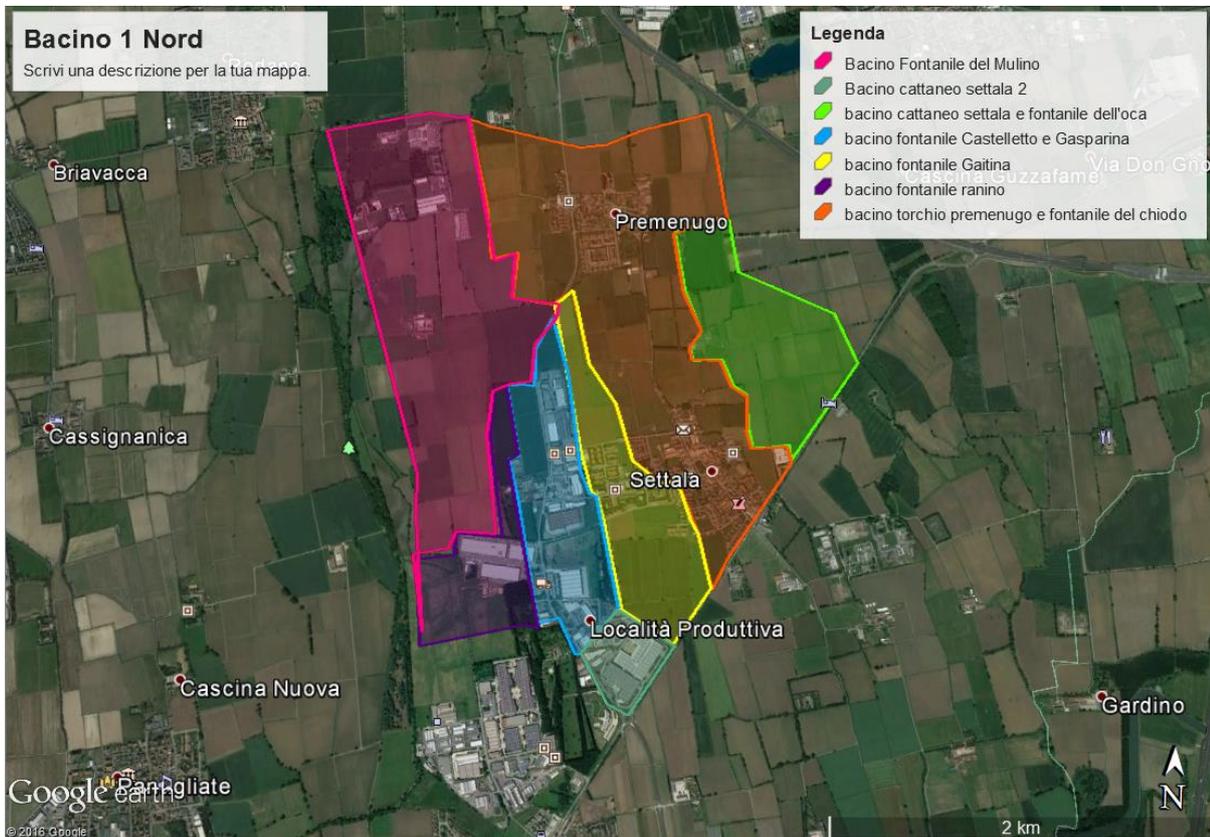
- canale Cattaneo Settala
- Fontanile dell'Oca
- Fontanile Torchio Premenugo
- Fontanile Gaitina
- Fontanile del Mulino
- Fontanile del Chiodo => Fontanile Torchio Premenugo
- Fontanile Castelletto
- Fontanile Gasparina => Fontanile Castelletto
- Fontanile Ranino

Nel seguito si riportano la mappa con i percorsi dei corsi d'acqua individuati e la carta con la stima dei relativi sottobacini idrografici.

**Bacino 1-Nord: fontanili**



**Bacino 1-Nord: ripartizione in sottobacini**



Nella tabella sottostante sono riportate le aree dei diversi sottobacini individuati per l'evento

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>
<b>Bacino 1- Nord - totale</b>	<b>638 ha</b>	<b>476 ha</b>	<b>162 ha</b>
Cattaneo Settala e Fontanile dell'Oca	88.7	70.7	18
Fontanile Torchio e Premenugo e Fontanile del Chiodo	227.6	149.6	78
Fontanile Gaitina	59	53	6
Fontanile Catelletto e Gasparina	57.7	27.7	30
Fontanile Ranino	40.6	30.6	10
Fontanile del Mulino	164.4	144.4	20

Il valore del coefficiente udometrico calcolato per il bacino equivalente è stato successivamente parametrizzato sulle aree individuate, ottenendo i valori di portata drenata all'interno del Bacino 1 - Nord dei diversi corsi d'acqua.

Questo è stato fatto per ciascun evento oggetto di indagine idrologica al fine di indagare le conseguenti condizioni idrauliche. Le relative analisi sono di seguito riportate.

### Evento Maggio 2015 - tempo di ritorno 2 anni.

#### **Portate idrologiche drenate in ciascun sottobacino individuato - Ev. maggio 2015 Tr 2 anni**

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>	<b>C. udo (l/s*ha)</b>	<b>Portata (mc/s)</b>
<i>Bacino 1-Nord - Totale</i>	<i>638 ha</i>	<i>476 ha</i>	<i>162 ha</i>	4.43	2.87
Cattaneo Settala e Fontanile dell'Oca	88.7	70.7	18	4.36	0.39
<b>Fontanile Torchio e Premenugo e Fontanile del Chiodo</b>	<b>227.6</b>	<b>149.6</b>	<b>78</b>	<b>4.54</b>	<b>1.08</b>
Fontanile Gaitina	59	53	6	4.23	0.25
Fontanile Catelletto e Gasparina	57.7	27.7	30	4.77	0.28
Fontanile Ranino	40.6	30.6	10	4.42	0.18
Fontanile del Mulino	164.4	144.4	20	4.26	0.70

I valori ottenuti si riferiscono pertanto alla componente di portata drenata all'interno del bacino 1-Nord. Oltre ad essi occorre individuare gli altri contributi di deflusso che

afferiscono ai canali ai fini dell'individuazione delle portate complessive. Essi sono costituiti dai deflussi propri di origine fontanilizia e dai contributi "esterni" che pervengono puntualmente ai canali in oggetto per drenaggio delle aree esterne al bacino in analisi ed eventualmente a quelli idraulici afferenti alla circolazione idrica del reticolo territoriale interferente.

**L'attenzione viene posta sul fontanile Torchio Premenugo**, il maggiore del bacino 1-Nord per estensione del sottobacino afferente e portata vettoriata, responsabile dei principali allagamenti in occasione degli eventi pluviali di riferimento. L'analisi che segue farà pertanto riferimento a tale corso d'acqua, sviluppata, come detto, per ciascuno degli eventi pluviali critici di riferimento.

Nella tabella seguente sono indicati i parametri idraulici nello stato di fatto in occasione dell'evento del maggio 2015, dalla quale si evincono, in particolare, il valore della portata di base del fontanile nonché la capacità ricettiva residua della Cattaneo settala, nella quale esso recapita i propri deflussi.

***Situazione idraulica nello stato di fatto allo scarico del Torchio in Cattaneo Settala  
Ev. maggio 2015 Tr 2 anni***

<b><i>Nome</i></b>	<b><i>Portata idrologica di Bacino mc/s</i></b>	<b><i>Stima Portata propria del fontanile mc/s</i></b>	<b><i>Portata totale mc/s</i></b>	<b><i>Portata massima ricevibile dalla Cattaneo Settala, recettore di valle in considerazione dei deflussi propri mc/s</i></b>
Fontanile Torchio e Premenugo	1,08	0,40	1,48	0,80

***Parametri idraulici dell'insufficienza ricettiva della Cattaneo Settala e della conseguente esondazione - Ev. maggio 2015 Tr 2 anni***

<b><i>Nome</i></b>	<b><i>Portata non ricevibile in Cattaneo Settala (mc/s)</i></b>	<b><i>Durata critica evento h</i></b>	<b><i>Volume esondato mc</i></b>	<b><i>Area oggetto di esondazione ha</i></b>	<b><i>Altezza media di esondazione nelle aree individuate m</i></b>
Fontanile Torchio e Premenugo	0,68	3	7.500	11	0,10

*Evento Giugno 2015 - tempo di ritorno 16 anni*

**Portate idrologiche drenate in ciascun sottobacino individuato - Ev. giugno 2015 Tr 16 anni**

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>	<b>C. udo (l/s*ha)</b>	<b>Portata (mc/s)</b>
<i>Bacino 1- Nord</i>	<i>638 ha</i>	<i>476 ha</i>	<i>162 ha</i>	14.18	9.19
Cattaneo Settala e Fontanile dell'Oca	88.7	70.7	18	13.97	1.24
<b>Fontanile Torchio e Premenugo e Fontanile del Chiodo</b>	<b>227.6</b>	<b>149.6</b>	<b>78</b>	<b>14.55</b>	<b>3.31</b>
Fontanile Gaitina	59	53	6	13.55	0.80
Fontanile Cattelletto e Gasparina	57.7	27.7	30	15.28	0.88
Fontanile Ranino	40.6	30.6	10	14.15	0.57
Fontanile del Mulino	164.4	144.4	20	13.64	2.24

**Situazione idraulica nello stato di fatto allo scarico del Torchio in Cattaneo Settala - Ev. giugno 2015 Tr 16 anni**

<b>Nome</b>	<b>Portata idrologica di Bacino mc/s</b>	<b>Stima Portata propria del fontanile mc/s</b>	<b>Portata totale mc/s</b>	<b>Portata massima ricevibile dalla Cattaneo Settala, recettore di valle in considerazione dei deflussi propri mc/s</b>
Fontanile Torchio e Premenugo	3.31	0,40	3,71	0,80

**Parametri idraulici dell'insufficienza ricettiva della Cattaneo Settala e della conseguente esondazione - Ev. giugno 2015 tr 16 anni**

<b>Nome</b>	<b>Portata non ricevibile in Cattaneo Settala (mc/s)</b>	<b>Durata critica evento h</b>	<b>Volume esondato mc</b>	<b>Area oggetto di esondazione ha</b>	<b>Altezza media di esondazione nelle aree individuate m</b>
Fontanile Torchio e Premenugo	2.91	3	31.500	11	0,30

*Evento Novembre 2014 - Tempo di ritorno 69 anni*

**Portate idrologiche drenate in ciascun sottobacino individuato - Ev. novembre 2014 Tr 69 anni**

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>	<b>C. udo (l/s*ha)</b>	<b>Portata (mc/s)</b>
<i>Bacino 1- Nord</i>	<i>638 ha</i>	<i>476 ha</i>	<i>162 ha</i>	53.63	34.75
Cattaneo Settala e Fontanile dell'Oca	88.7	70.7	18	52.83	4.69
<b>Fontanile Torchio e Premenugo e Fontanile del Chiodo</b>	<b>227.6</b>	<b>149.6</b>	<b>78</b>	<b>55.01</b>	<b>12.52</b>
Fontanile Gaitina	59	53	6	51.25	3.02
Fontanile Catelletto e Gasparina	57.7	27.7	30	57.78	3.33
Fontanile Ranino	40.6	30.6	10	53.51	2.17
Fontanile del Mulino	164.4	144.4	20	51.56	8.48

**Situazione idraulica nello stato di fatto allo scarico del Torchio in Cattaneo Settala - Ev. novembre 2014 Tr 69 anni**

<b>Nome</b>	<b>Portata idrologica di Bacino mc/s</b>	<b>Stima Portata propria del fontanile mc/s</b>	<b>Portata totale mc/s</b>	<b>Portata massima ricevibile dalla Cattaneo Settala, recettore di valle in considerazione dei deflussi propri mc/s</b>
Fontanile Torchio e Premenugo	12,52	0,40	12,92	0,80

**Parametri idraulici dell'insufficienza ricettiva della Cattaneo Settala e della conseguente esondazione - Ev. novembre 2014 Tr 69 anni**

<b>Nome</b>	<b>Portata non ricevibile in Cattaneo Settala (mc/s)</b>	<b>Durata critica evento h</b>	<b>Volume esondato mc</b>	<b>Area oggetto di esondazione ha</b>	<b>Altezza media di esondazione nelle aree individuate m</b>
Fontanile Torchio e Premenugo	12,12	12	518.400	150	0,40

## ***Ricostruzione delle portate di piena dello scolmatore Gardina***

Dopo aver indagato la capacità ricettiva della Cattaneo Settala in corrispondenza dello scarico del fontanile Torchio nelle condizioni idrologiche ed idrauliche degli eventi di riferimento, viene ora preso in esame lo **scolmatore Gardina**.

L'analisi idrologica che segue ha lo scopo di individuare e definire gli input di portata in in immissione allo scolmatore relativamente a tempi di ritorno predefiniti, in modo da poter disporre dei necessari parametri idraulici per il relativo dimensionamento. Come già delineato nella relazione tecnica generale, il presente progetto si pone come obiettivo il contenimento di un evento di crisi atteso con tempo di ritorno di 5 anni.

Tale obiettivo discende dall'analisi idrologico - idraulica che segue, che ha individuato la fattibilità temperando le necessità idrauliche di vettoriamento e smaltimento dei volumi pluviali afferenti al Gardina con le possibilità di ricezione e smaltimento del sistema di valle, costituito in primis da canale Muzza e cavo Marocco.

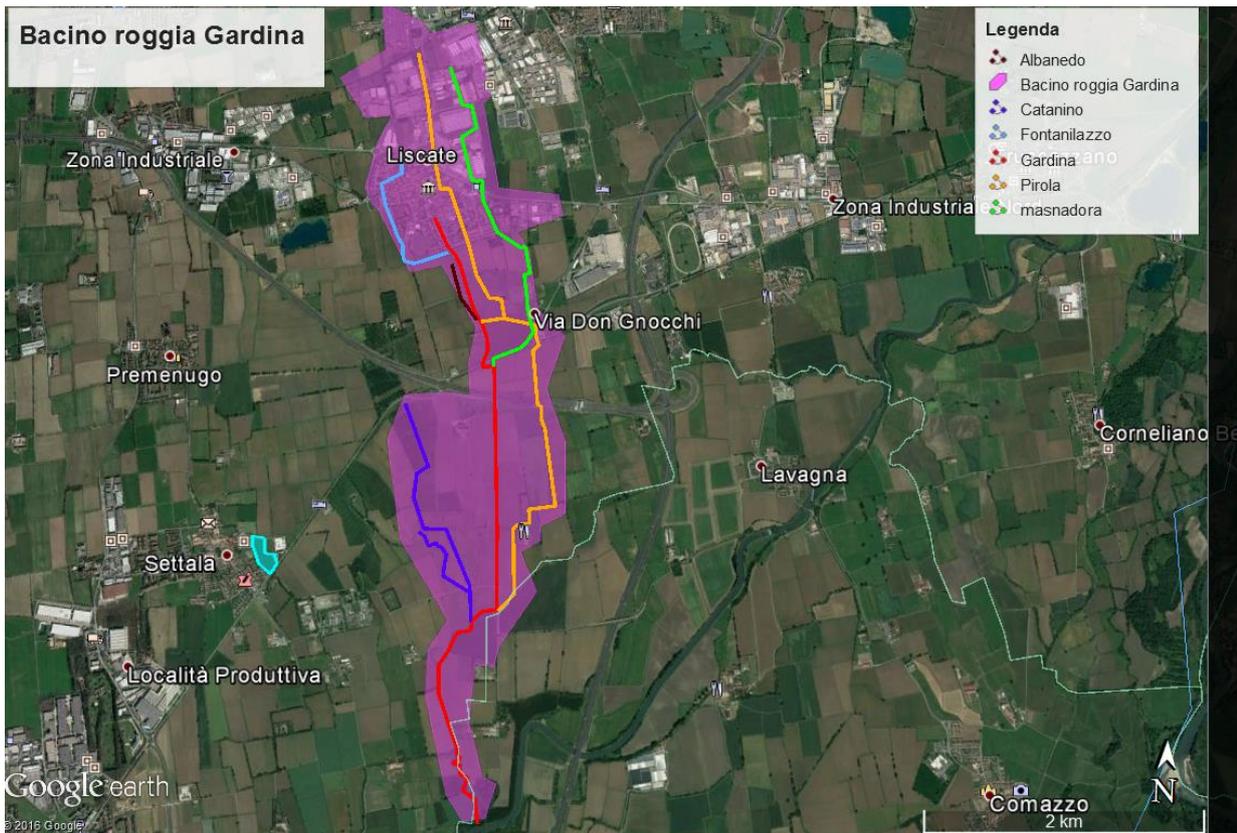
La prima parte riguarda l'individuazione del reticolo idrico superficiale locale afferente al Gardina con le relative aree sottese. Questo è stato possibile grazie ad analisi estensive sul territorio in oggetto consistenti in indagini di campo, rilievi piano altimetrici nonché allo studio di sovrapposizione ed indagine cartografica effettuata su mappe catastali e territoriali. Sono così state individuate le portate dei fontanili con il metodo del bacino equivalente, come esposto in precedenza.

Nello specifico il bacino equivalente dello scolmatore Gardina è composto dai seguenti corsi d'acqua:

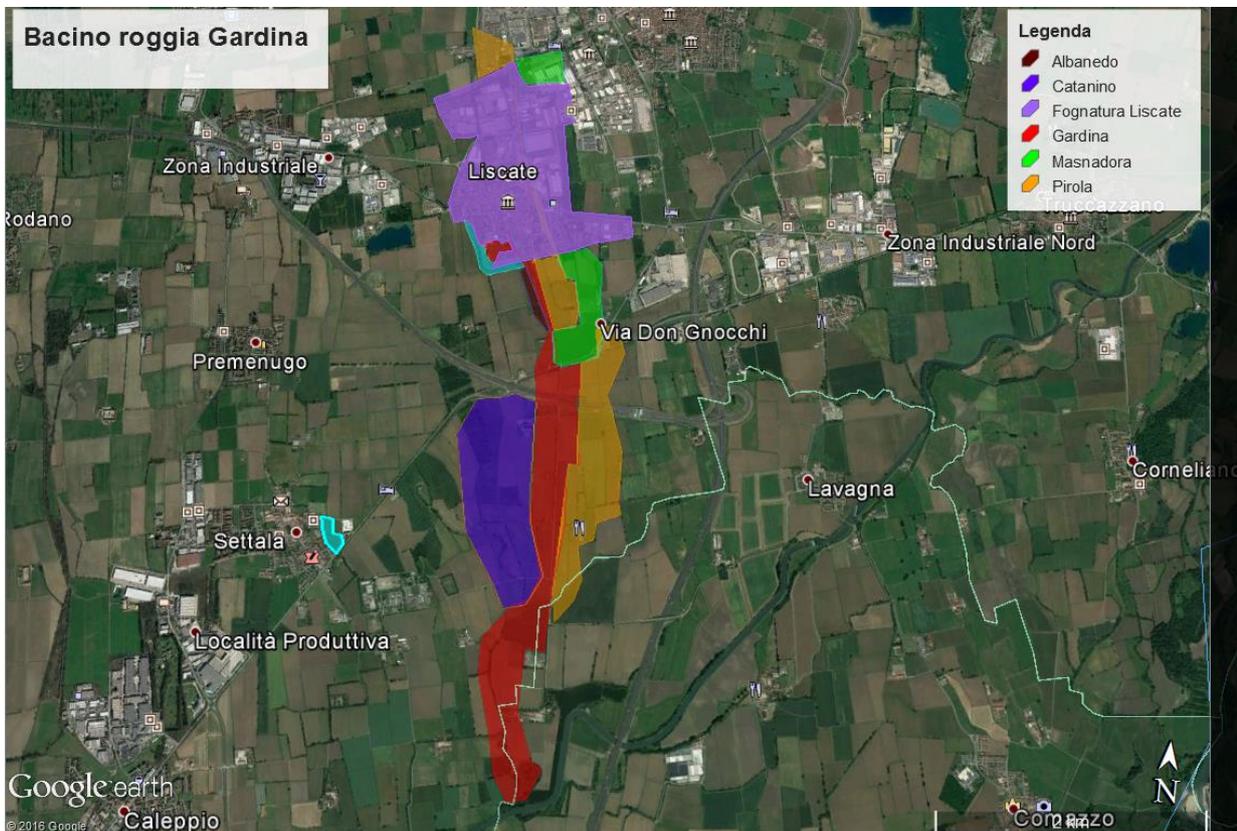
- Fontanile Gardina
- Fognatura Liscate
- Fontanile Albanedo
- Fontanile Masnadora
- Fontanile Fontanilazzo
- Fontanile Catanino
- Roggia Pirola

Nel seguito si riportano la mappa con i percorsi dei fontanili individuati e la carta con la stima dei relativi sottobacini idrografici.

## Bacino scolmatore Gardina



## Sottobacini componenti il bacino dello scolmatore Gardina



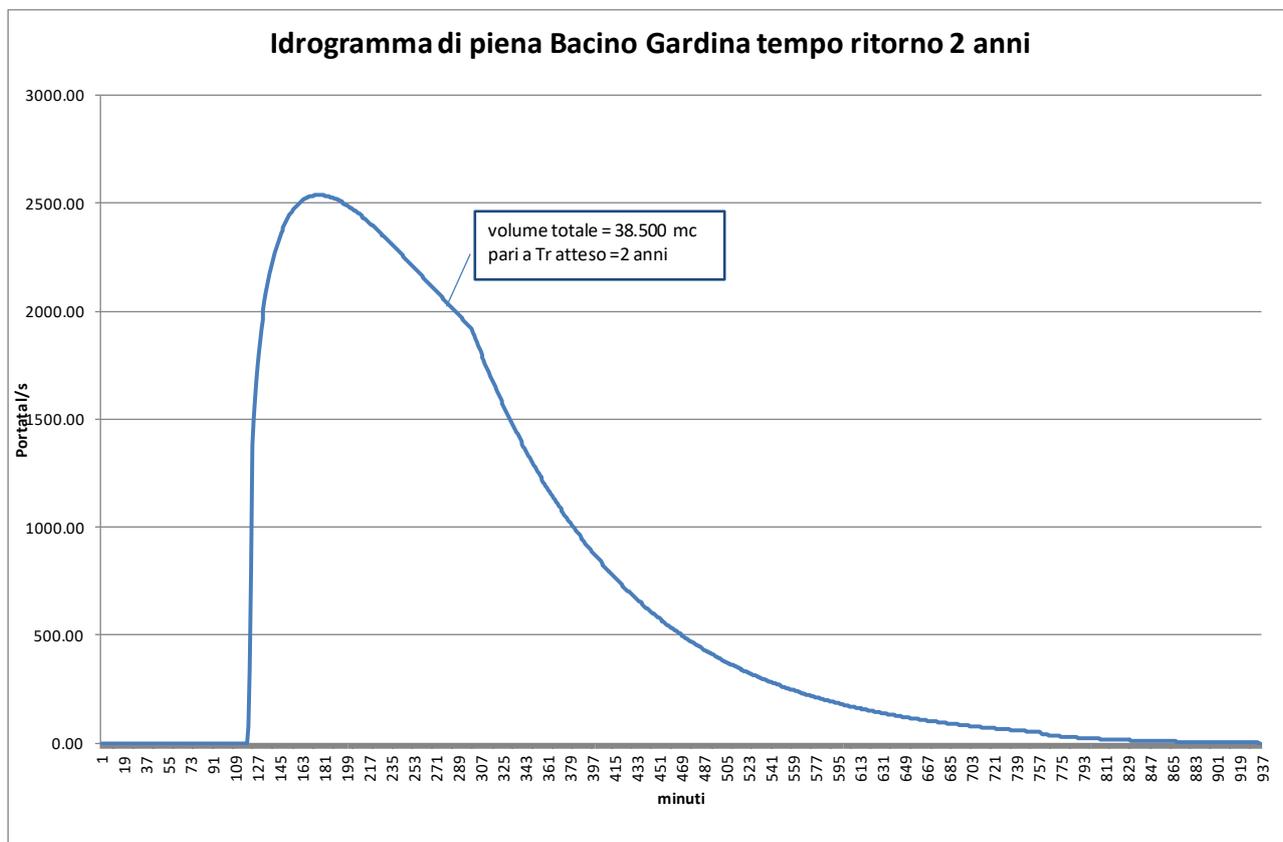
Nella tabella sottostante sono riportate le aree dei diversi sottobacini individuati:

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>
<i>Bacino Gardina - totale</i>	443.10	293.80	149.30
Fontanile Gardina	95.80	93.40	2.40
Fontanile Albanedo	3	3	0
Fognatura Liscate	138	20	118
Fontanile Masnadora	29.90	12	17.90
Fontanile Fontanilazzo	7.40	7.40	0
Roggia Pirola ramo 1	24	14	10
Fontanile Catanino	82	82	0
Roggia Pirola ramo 2	63	62	1

E' stato così calcolato il valore del coefficiente udometrico per il bacino del Gardina, a sua volta successivamente parametrizzato sulle aree individuate dei differenti corsi d'acqua che lo compongono, ottenendo i relativi valori di portata idrologica complessiva del Bacino dello stesso Gardina, nonché dei diversi corsi d'acqua che ad esso afferiscono.

Detta analisi è stata condotta con riferimento ai predefiniti Tempi di ritorno:

### Evento Maggio 2015 - tempo di ritorno 2 anni



**Portate idrologiche drenate in ciascun sottobacino individuato - Ev. maggio 2015 Tr 2 anni**

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>	<b>C. udo (l/s*ha)</b>	<b>Portata (mc/s)</b>
<i>Bacino Gardina - totale</i>	443.10	293.80	149.30	5.64	<b>2.52</b>
Fontanile Gardina	95.80	93.40	2.40	5.14	0.49
Fontanile Albanedo	3	3	0	5.10	0.02
Fognatura Lisate	138	20	118	6.47	0.89
Fontanile Masnadora	29.90	12	17.90	6.06	0.18
Fontanile Fontanilizzo	7.40	7.40	0	5.10	0.04
Roggia Pirola ramo 1	24	14	10	5.77	0.14
Fontanile Catanino	82	82	0	5.10	0.42
Roggia Pirola ramo 2	63	62	1	5.13	0.32

Si è quindi proceduto alla definizione del progressivo incremento di portata dello scolmatore Gardina lungo il suo sviluppo al fine della definizione dell'input idrologico nell'ambito della successiva modellazione idraulica in moto permanente. Lo scarico Pirola sotto riportato è lo scarico di troppo pieno della tubazione di collegamento al depuratore di Truccazzano della fognatura CAP dei comuni di Vignate e Rodano.

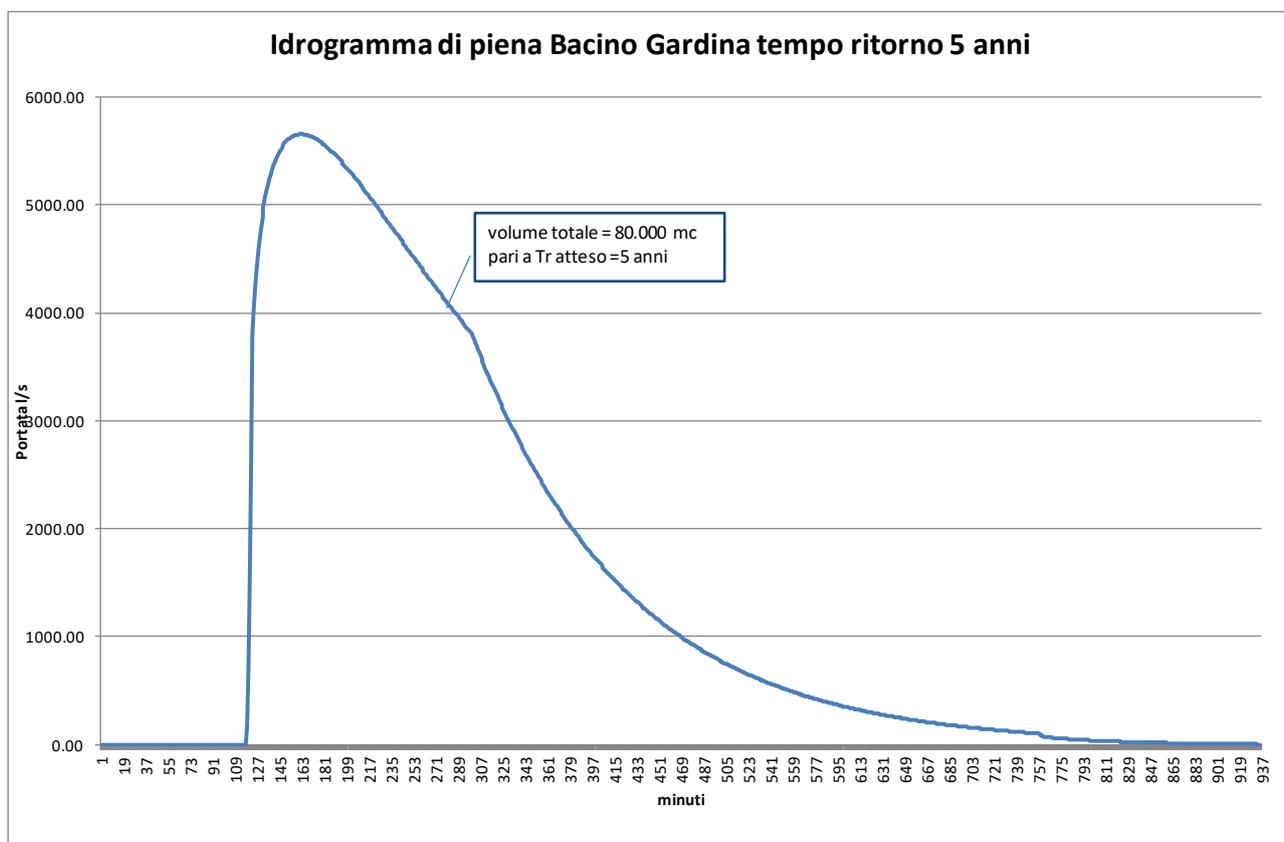
**Progressivo incremento di portata lungo lo scolmatore Gardina - Ev. maggio 2015 Tr 2 anni**

<b>Sezione</b>	<b>Progressiva m</b>	<b>Portata progressiva mc/s</b>	<b>Immissione</b>	<b>Portata immissioni</b>
0	0	0		
1	350	0.09	Fontanilizzo e Albanedo	0.04 mc/s 0.02 mc/s
2	652	1.01	Depuratore	0.89 mc/s
3	810	1.09		
4	1110	1.26	Pirola ramo 1	0.14 mc/s
5	1294.95	1.28	Scarico Pirola	0.70 mc/s
6	1401.01	2.17	Masnadora	0.18 mc/s
7	1485.53	2.18		
8	1700.67	2.20		
9	1750	2.21		
10	2564.54	2.29		
11	2992.25	2.65	Pirola ramo 2	0.32 mc/s
12	3210	2.68		
13	3520.24	3.13	Catanino	0.42 mc/s
14	3600	3.13		
15	3664	3.14		

16	3722.17	3.15	
17	4142.17	3.19	
18	4423.17	3.22	Portata alla sezione di chiusura data dalla somma delle portate drenate dal Bacino Gardina 2.52 mc/s e dallo scarico Pirola pari 0.7 mc/s

### Evento tempo di ritorno 5 anni

Si ripete la stessa procedura di analisi condotta per il Tr di 5 anni



### **Portate idrologiche drenate in ciascun sottobacino individuato - Ev. Tr 5 anni**

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>	<b>C. udo (l/s*ha)</b>	<b>Portata (mc/s)</b>
<i>Bacino Gardina - totale</i>	443.10	293.80	149.30	12.76	<b>5.66</b>
Fontanile Gardina	95.80	93.40	2.40	11.63	1.11
Fontanile Albanedo	3	3	0	11.54	0.03
Fognatura Liscate	138	20	118	14.64	2.02
Fontanile Masnadora	29.90	12	17.90	13.71	0.41
Fontanile Fontanilizzo	7.40	7.40	0	11.54	0.09

Roggia Pirola ramo 1	24	14	10	13.05	0.31
Fontanile Catanino	82	82	0	11.54	0.95
Roggia Pirola ramo 2	63	62	1	11.60	0.73

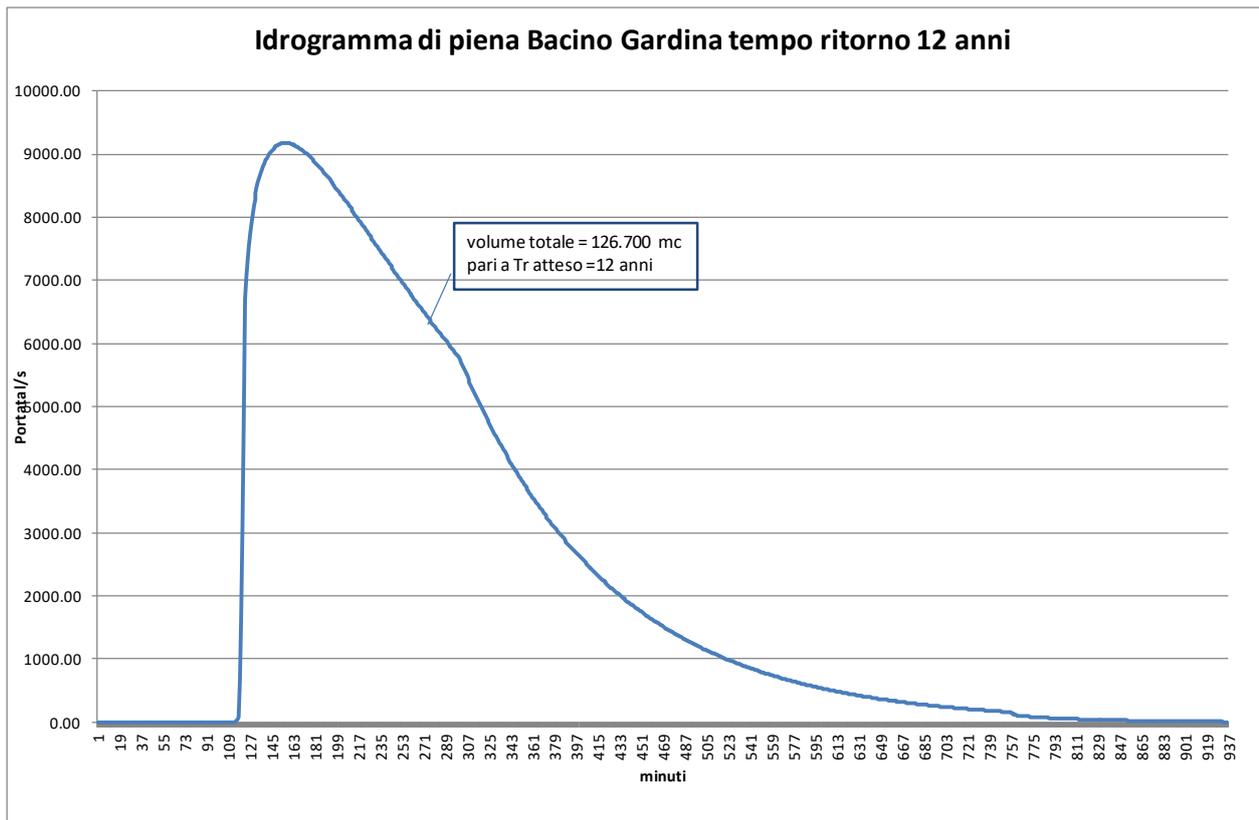
***Progressivo incremento di portata lungo lo scolmatore Gardina - Ev. Tr 5 anni***

<b><i>Sezione</i></b>	<b><i>Progressiva</i></b>	<b><i>Portata progressiva mc/s</i></b>	<b><i>Immissione</i></b>	<b><i>Portata immissioni</i></b>
0	0	0		
1	350	0.21	Fontanilazzo e Albanedo	0.09 mc/s 0.03 mc/s
2	652	2.30	Depuratore	2.02 mc/s
3	810	2.34		
4	1110	2.73	Pirola ramo 1	0.31 mc/s
5	1294.95	3.58	Scarico Pirola	0.9 mc/s
6	1401.01	4.12	Masnadora	0.41 mc/s
7	1485.53	4.14		
8	1700.67	4.19		
9	1750	4.20		
10	2564.54	4.41		
11	2992.25	5.25	Pirola ramo 2	0.73 mc/s
12	3210	5.30		
13	3520.24	6.32	Catanino	0.95 mc/S
14	3600	6.34		
15	3664	6.36		
16	3722.17	6.37		
17	4142.17	6.48		
18	4423.17	6.55	Portata alla sezione di chiusura data dalla somma delle portate drenate dal Bacino Gardina 5.65 mc/s e dallo scarico Pirola pari 0.9 mc/s	

**Evento tempo di ritorno 12 anni**

Si ripete la stessa procedura di analisi condotta in precedenza

Occorre sottolineare che 12 anni è il tempo di ritorno obiettivo del lotto complessivo, comprendente anche l'area allagabile 1-NA, che non è ricompresa nel presente progetto. Detta analisi viene eseguita per opportunità rispetto alla coerenza degli obiettivi di cui al presente intervento nei confronti dell'efficacia del lotto 2 nel suo complesso.



**Portate idrologiche drenate in ciascun sottobacino individuato - Ev. Tr 12 anni**

<b>Nome</b>	<b>Area Drenata</b>	<b>Rurale</b>	<b>Urbana</b>	<b>C. udo (l/s*ha)</b>	<b>Portata (mc/s)</b>
<i>Bacino Gardina</i>	443.10	293.8	149.3	20.70	<b>9.17</b>
Fontanile Gardina	95.80	93.40	2.40	18.86	1.81
Fontanile Albanedo	3	3	0	18.72	0.06
Fognatura Liscate	138	20	118	23.75	3.28
Fontanile Masnadora	29.90	12	17.9	22.24	0.66
Fontanile Fontanilizzo	7.40	7.40	0	18.72	0.14
Roggia Pirola ramo 1	24	14	10	21.17	0.51
Fontanile Catanino	82	82	0	18.72	1.53
Roggia Pirola ramo 2	63	62	1	18.81	1.19

**Progressivo incremento di portata lungo lo scolmatore Gardina - Ev. Tr 12 anni**

<b>Sezione</b>	<b>Progressiva</b>	<b>Portata progressiva mc/s</b>	<b>Immissione</b>	<b>Portata immissioni</b>
0	0	0		
1	350	0.34	Fontanilazzo e Albanedo	0.14 mc/s 0.06 mc/s
2	652	3.74	Depuratore	3.28 mc/s
3	810	3.80		
4	1110	4.43	Pirola ramo 1	0.51 mc/s
5	1294.95	5.51	Scarico Pirola	1 mc/s
6	1401.01	6.22	Masnadora	0.66 mc/s
7	1485.53	6.25		
8	1700.67	6.34		
9	1750	6.36		
10	2564.54	6.69		
11	2992.25	8.05	Pirola ramo 2	1.19 mc/s
12	3210	8.14		
13	3520.24	9.81	Catanino	1.53 mc/s
14	3600	9.84		
15	3664	9.86		
16	3722.17	9.89		
17	4142.17	10.06		
18	4423.17	10.17	Portata alla sezione di chiusura data dalla somma delle portate drenate dal Bacino Gardina 9.17 mc/s e dallo scarico Pirola pari 1 mc/s	

## ***ANALISI IDRAULICA PER LA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO***

Le opere previste nel presente progetto, come esposto nella Relazione Generale, riguardano **l'adeguamento delle strutture d'alveo e il riassetto idraulico del fontanile Gardina**, al fine del contenimento ed il vettoriamento di volumi pluviali che oggi vengono scaricati nella roggia Cattaneo Settala inibendone la capacità ricettiva nei confronti dei deflussi provenienti dall'abitato di Settala che, nello stato di fatto, presenta conseguentemente situazioni di esondazione puntuale con frequenza eccessiva.

Sono altresì previsti interventi per il miglioramento dell'insufficienza idraulica sul fontanile Torchio, indotta da una lunga tombinatura che provoca rigurgiti a monte, per la quale è previsto uno specifico intervento in diversivo.

La situazione è stata analizzata, con l'individuazione della possibilità di adeguamento del sistema di scarico costituito dal sistema: fontanile Torchio - roggia Cattaneo Settala - scolmatore Gardina ed alle opere di riassetto idraulico di queste ultime, che costituiscono, come già esposto nella relazione generale, l'efficace alternativa per il miglioramento della capacità di vettoriamento e scarico idraulico del territorio settalese.

Attualmente infatti la capacità idraulica della Cattaneo Settala, in occasione di eventi pluviali intensi, vede la sua capacità idraulica limitata sin'anche alla completa saturazione (in relazione all'intensità degli eventi stessi), dagli scarichi dei territori di monte (come descritto nell'analisi idrologica sin qui condotta) lasciando disponibili solo frazioni utili per le immissioni di valle, in particolare quelle dell'abitato di Settala, che vengono così rigurgitate dando luogo ad allagamenti e criticità diffuse.

In particolare si fa riferimento, per dette immissioni, allo scarico di quasi 3 mc/s del collettore del depuratore ubicato a sud di Liscate, le cui portate immesse nel fontanile Gardina vengono riversate, appunto, nella Cattaneo Settala in corrispondenza della loro intersezione in fregio alla s.p. 39 "Cerca".

Si riscontra quindi la tipica situazione di impossibilità di scarico e rigurgito idraulico per saturazione del recettore finale, con conseguenti tracimazioni ed allagamenti della rete idraulica di monte che afferisce a quegli scarichi, ovvero delle zone urbane e produttive in oggetto.

La soluzione individuata, come già esposto nella relazione generale, prevede di dotare il fontanile Gardina (che diventa così lo scolmatore Gardina) della capacità idraulica sufficiente a contenere i deflussi che gli pervengono dalla parte nord del territorio di Liscate, sia attraverso immissioni puntuali da drenaggio urbano, quale il depuratore sopra menzionato, sia per lo scarico di altri fontanili della zona che drenano ampie porzioni di

territorio, eliminando la diversione delle portate in Cattaneo settala, la cui capacità idraulica verrebbe così liberata e resa disponibile per recepire i volumi pluviali derivanti dall'abitato di Settala.

Si tratta pertanto di indagare **il sistema Torchio - Cattaneo settala - Gardina**, nelle possibilità di miglioramento della situazione che esso offre, compatibilmente con la ricettività idraulica del sistema di valle del Gardina, costituito dal canale Muzza e dal cavo Marocco, canali nei quali possono essere recapitate, in maniera opportunamente variabile in virtù dello stato del sistema, le portate vettorate dallo scolmatore.

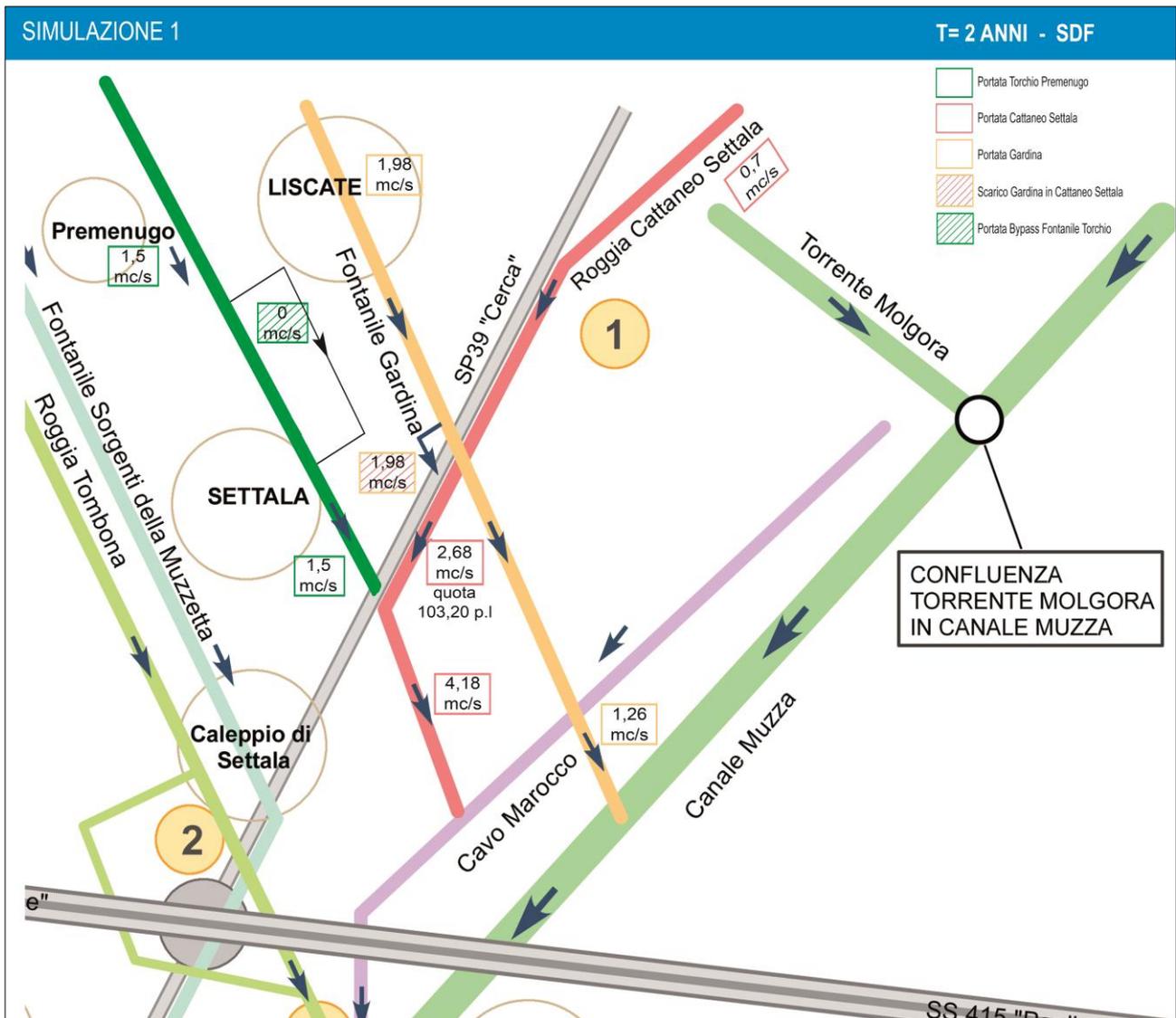
### ***Impostazione dell'analisi idraulica***

Ai fini dell'inquadramento delle riproduzioni e delle simulazioni idrauliche che seguono, si ricordano preliminarmente le condizioni che hanno portato a sviluppare le calcolazioni per determinati tempi di ritorno, ovvero in particolari circostanze idrauliche del sistema.

L'analisi idrologica, come visto, è stata infatti condotta per **tempi di ritorno di 2, 5 e 12 anni**; le simulazioni idrauliche seguono pertanto la stessa impostazione.

Nell'indagine con tempo di ritorno di 2 anni si è in sostanza riprodotto l'evento che ha provocato rigurgiti ed allagamenti all'abitato di Settala nel maggio del 2015, evidenziando quindi le condizioni limite minime di intensità pluviale per le quali il sistema di drenaggio urbano è già in criticità, con una frequenza attesa, per altro, inaccettabile. La suddetta analisi ha consentito di stimare la risposta del sistema, tarando la riproduzione idraulica su un evento idrologico reale, con misure in loco degli effetti idraulici indotti nei punti di interesse citati. Sono state così stimate le portate circolanti ed i parametri idraulici di riferimento, conseguendo la coerenza idrologica tra l'analisi sintetica e l'evento meteorologico effettivo.

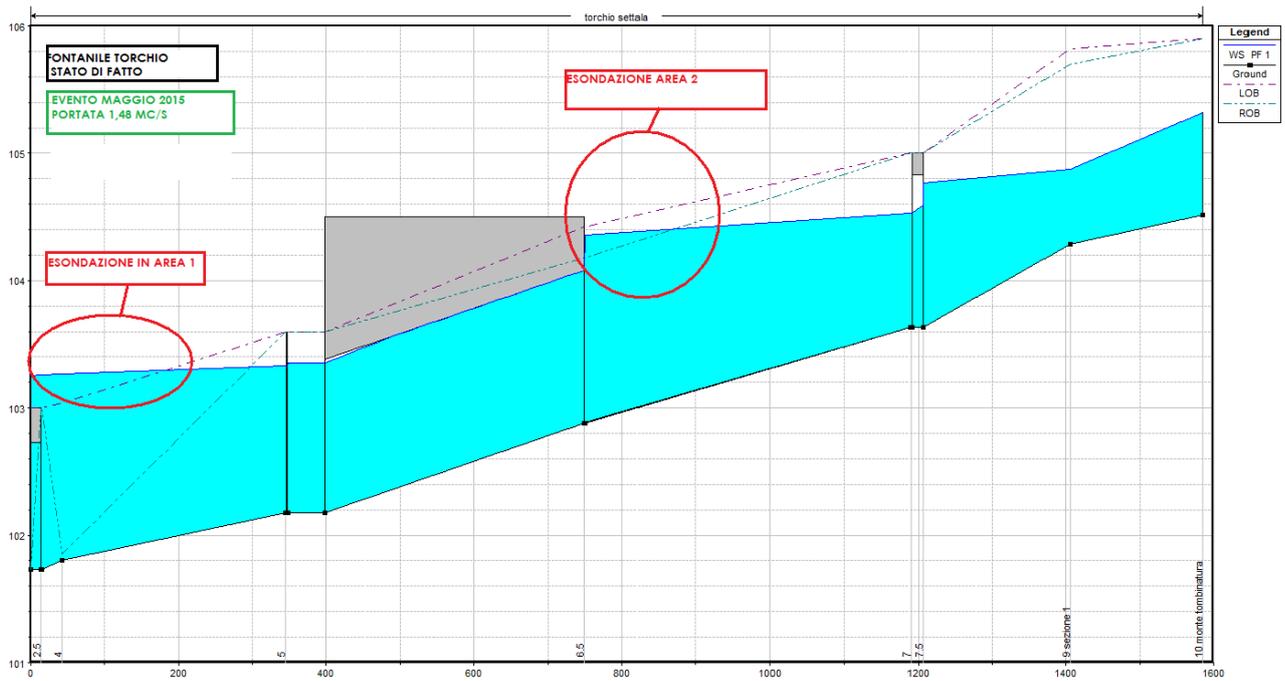
Nell'immagine che segue sono rappresentati i risultati della simulazione condotta per tempo di ritorno di 2 anni come sopra descritto, nella quale si può cogliere, altresì, la complessità del sistema e la particolare intercorrelazione idrica che lo caratterizza.



**Schema generale simulazione evento maggio 2015 - Tr 2 anni - Stato di fatto**

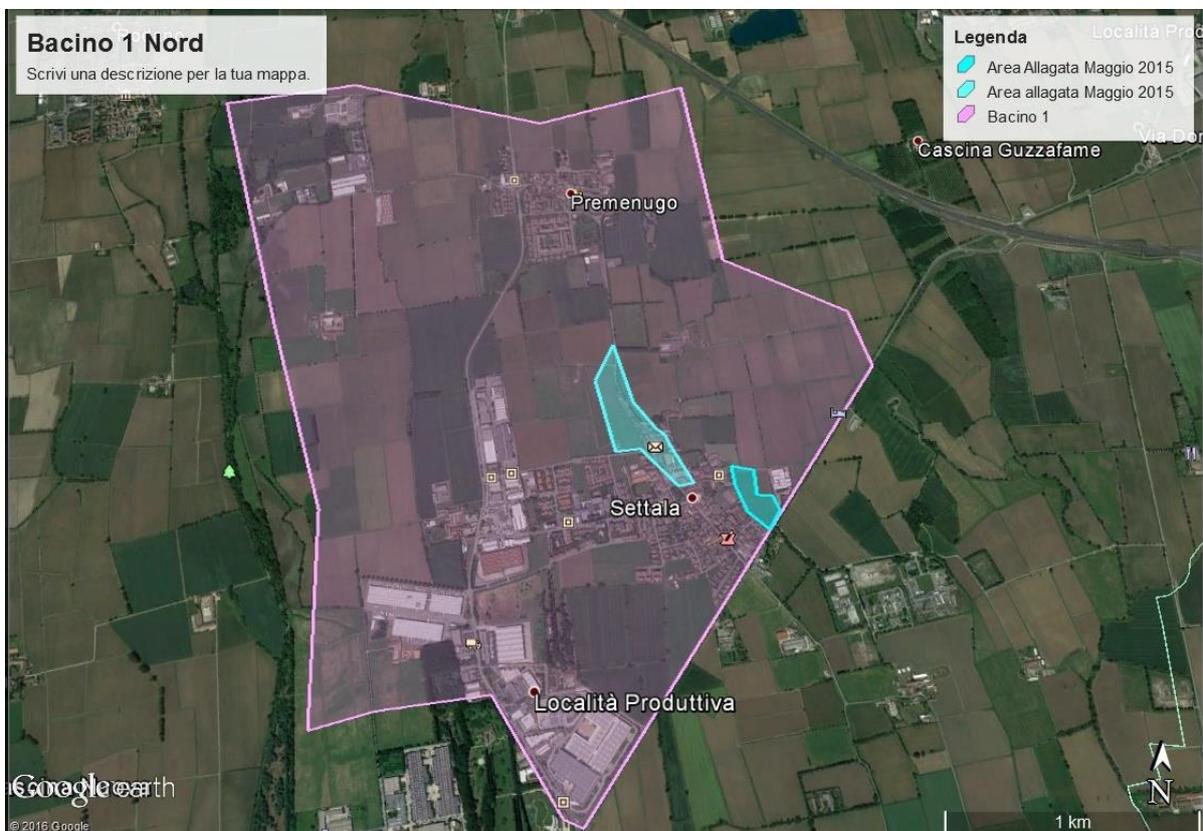
Inoltre si riporta nel seguito la simulazione idraulica del deflusso in moto permanente del fontanile Torchio, comprendente il passaggio nel centro abitato di Premenugo, dalla quale si possono evincere le due criticità che hanno caratterizzato le esondazioni in occasione dell'evento del maggio 2015:

- In corrispondenza dello scarico del Torchio in Cattaneo Settala alla fine del suo percorso (in fregio alla s.p. 39 "cerca"), con rigurgito ed esondazione causati dalla non ricettività di quest'ultima in quanto già impegnata dai deflussi scaricati dal territorio di monte.
- A monte della tominatura presente nell'abitato di Premenugo con altrettanti rigurgiti ed allagamenti per insufficienza idraulica della stessa tominatura rispetto ai volumi idrici in input.



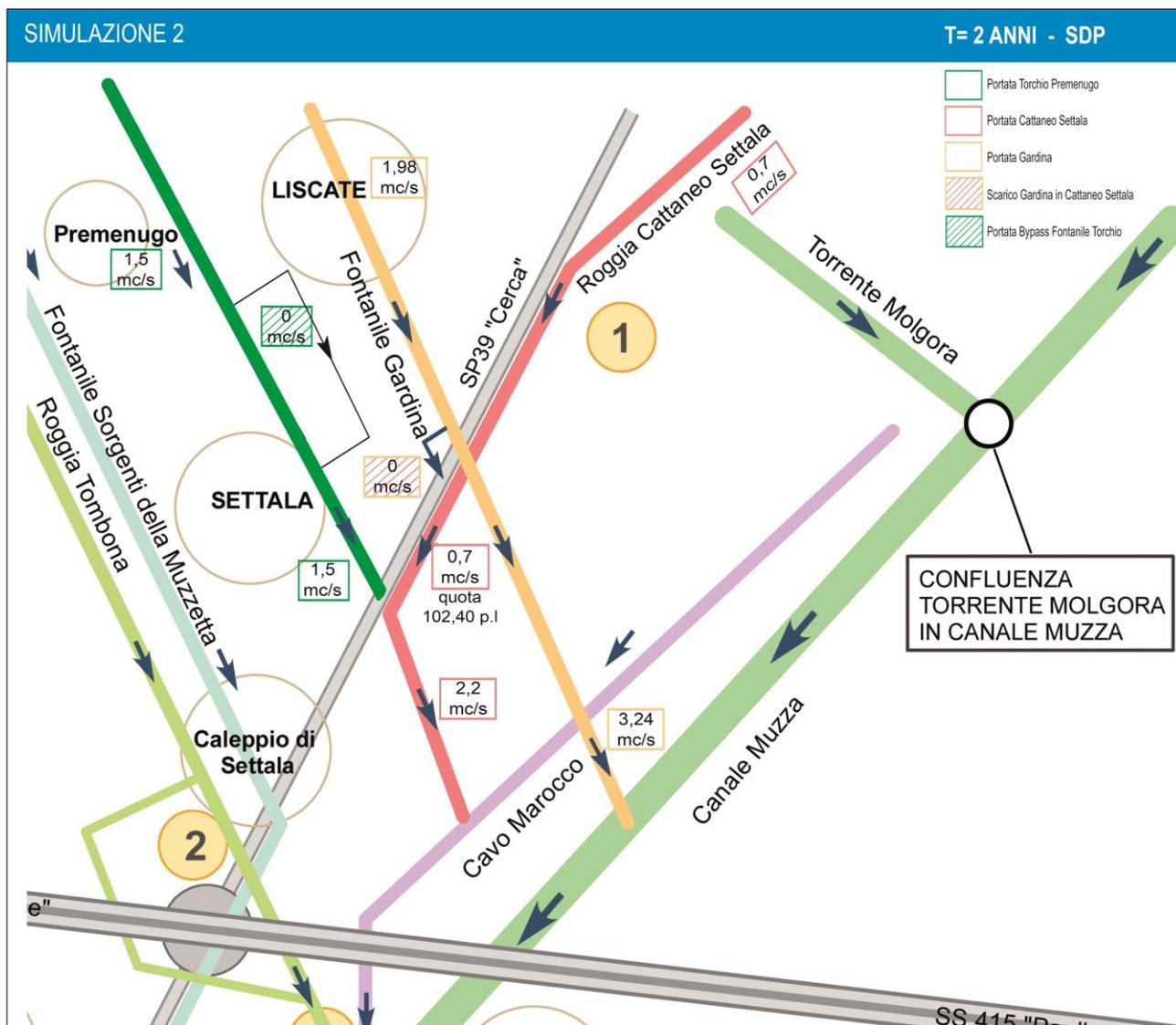
**Simulazione fontanile Torchio - evento maggio 2015 - Tr 2 anni - stato di fatto**

I risultati ottenuti trovano altresì corrispondenza nelle aree allagate censite nel corso degli eventi del 2015, come evidenziato dalla relativa mappatura di seguito riportata.



**Bacino 1-Nord - Aree allagate nell'evento maggio 2015 - Tr 2 anni Stato di fatto**

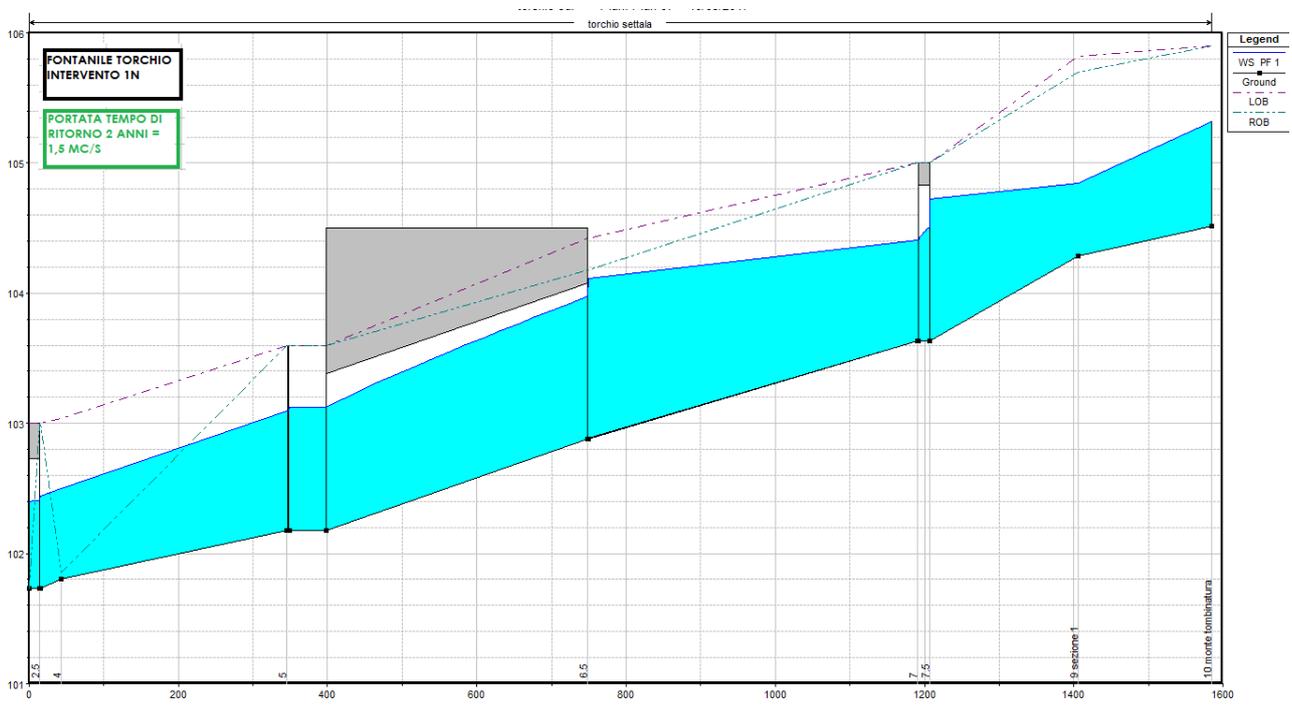
Si è quindi proceduto, sempre nella condizione di evento con tempo di ritorno di 2 anni, alla simulazione del sistema comprensivo dell'intervento in progetto (intervento 1N nel piano generale di intervento di cui alla perizia di fattibilità tecnica ed economica), ovvero della realizzazione dello scolmatore Gardina. Ancorchè previsto, si vede come il diversivo relativo al fontanile Torchio non entri in funzione per un evento di così bassa intensità.



**Schema generale simulazione evento maggio 2015 - Tr 2 anni - Stato di progetto**

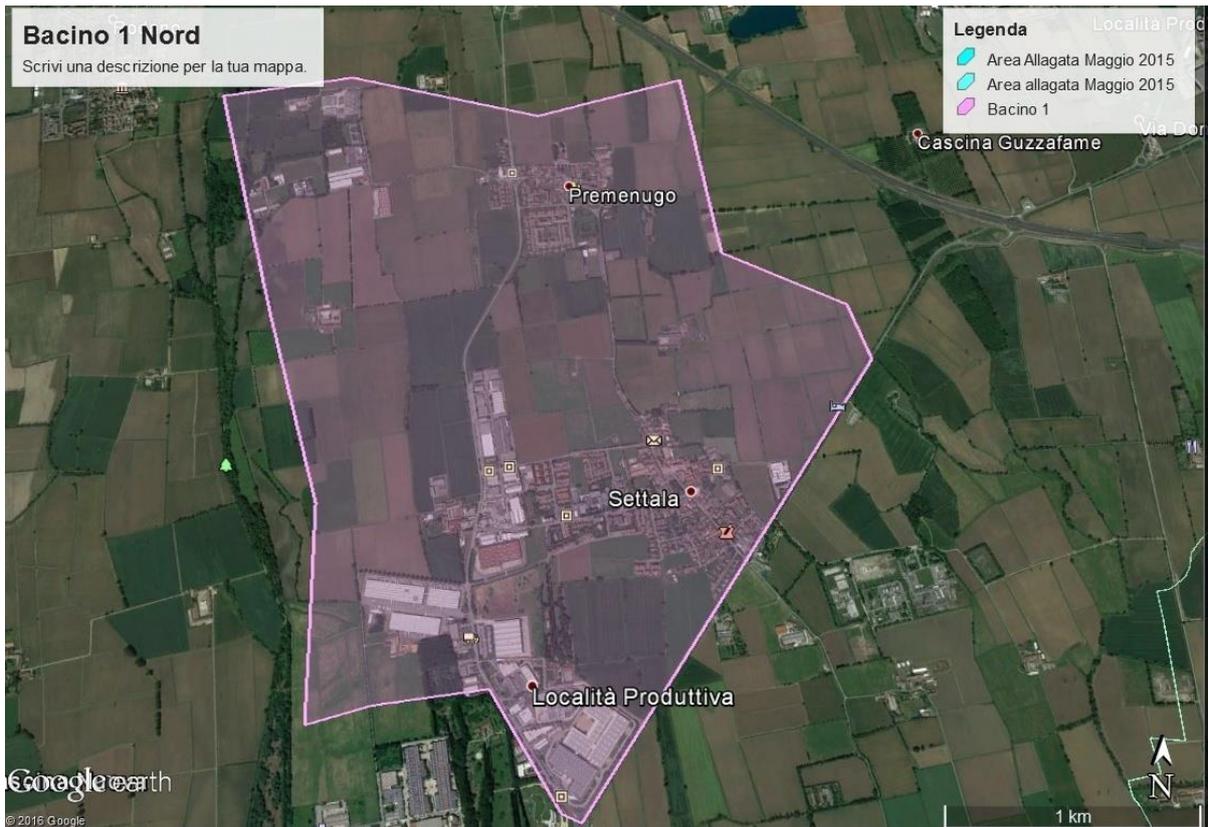
La consistente riduzione di portata della Cattaneo Settala (permane una portata residua stimata in soli 700 l/s, l'azzeramento totale non è realistico) possibile grazie all'eliminazione dello scarico del Gardina consente ad essa di recepire le portate in ingresso dal Torchio senza conseguenze idrauliche a monte, come riportato nella figura seguente. Altrettanto, per eventi di 2 anni di tempo di ritorno, si evince come il nuovo profilo di pelo libero della corrente superi il vincolo della tombinatura nel centro urbano

senza necessità di attivazione del diversivo al Torchio. Condizione che invece, come si vedrà, sarà necessaria per tempi di ritorno superiori.



**Simulazione fontanile Torchio - evento maggio 2015 - Tr 2 anni - Stato di progetto**

Anche la mappatura delle aree allagate, sotto riportata, rende conto della non criticità della situazione, con nessuna area interessata da esondazione grazie al nuovo assetto idraulico conseguente alla realizzazione degli interventi.



**Bacino 1-Nord - Aree allagate nell'evento maggio 2015 - Tr 2 anni Stato di progetto**

## **Le analisi condotte per tempi di ritorno di 5 e 12 anni**

### **Analisi tempo di ritorno 5 anni**

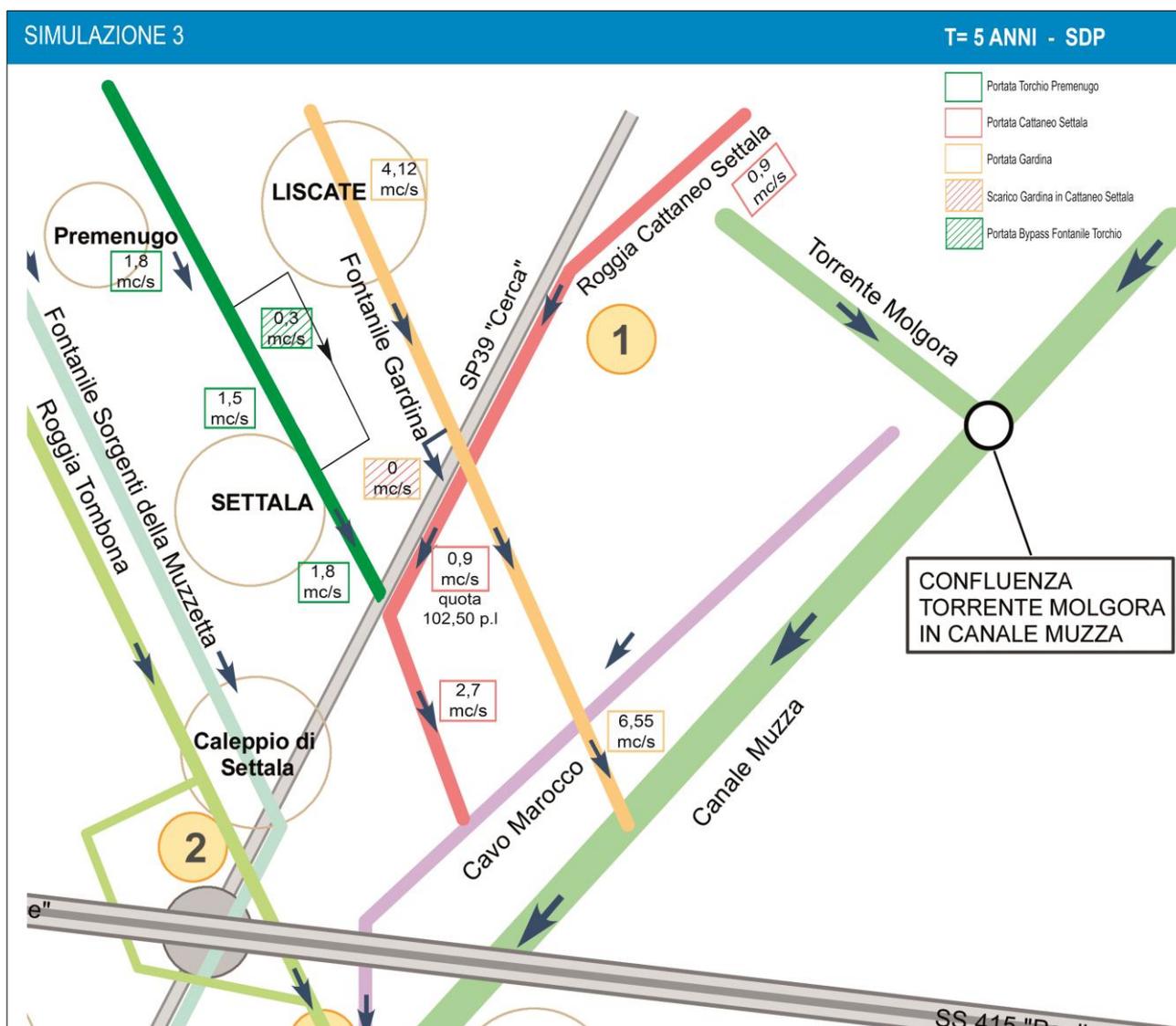
Si è quindi passati a simulare il nuovo assetto del sistema Torchio - Gardina - Cattaneo settala nelle condizioni limite di ricettività di valle delle portate vettorate dal Gardina, come sopra citato, in canale Muzza e in cavo Marocco. Questo stato si è stimato che ricorra in corrispondenza di tempo di ritorno superiori a 5 anni, condizione oltre la quale le portate corrivanti a valle risultano critiche in relazione alla relativa ricettività.

Come ampiamente descritto in sede di perizia di fattibilità tecnica ed economica, il sistema Muzza, comprendente tra l'altro cavo Marocco ed Addetta oltre al canale Muzza stesso, detiene margini di ricezione idraulica nei confronti di portate derivanti da eventi pluviali di medio - bassa intensità, che allo stato tuttavia, mandano comunque in crisi idraulica molti sistemi di drenaggio urbano, quali quello di Settala in oggetto.

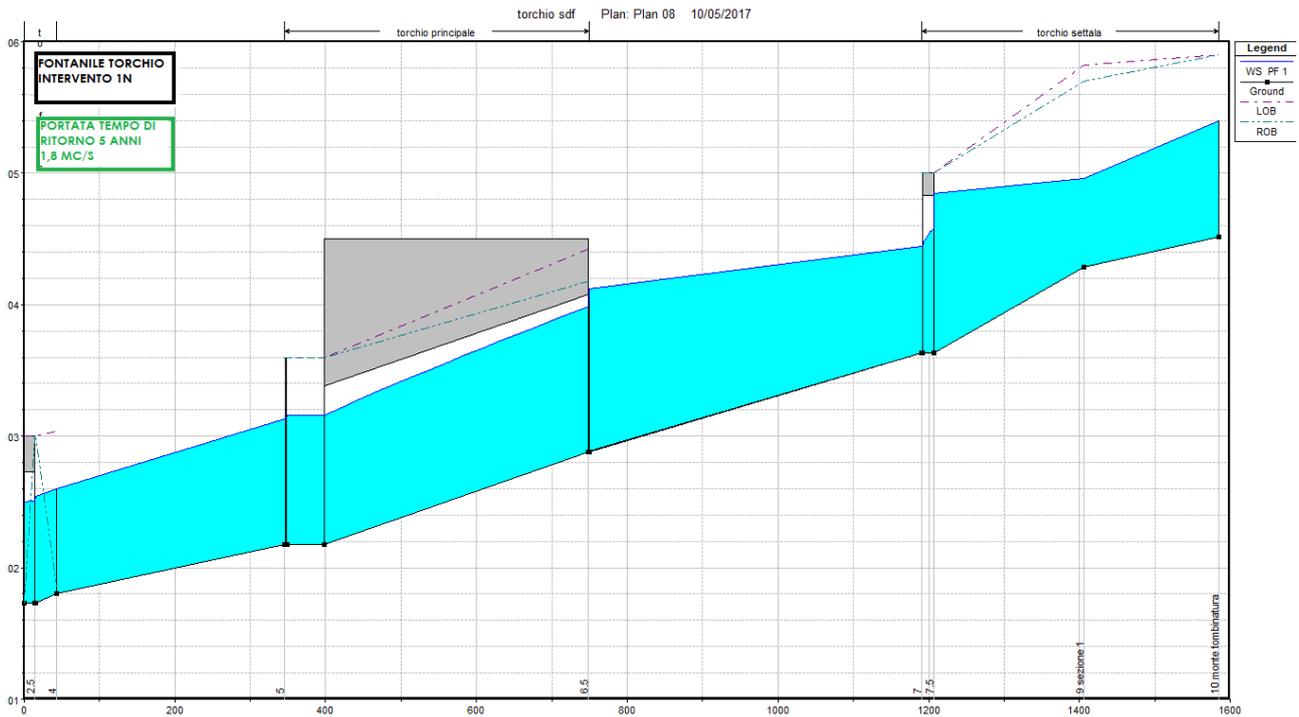
Tale opportunità, in sintesi, è resa possibile sia dalle consistenti possibilità regolative e di invaso in linea che lo caratterizzano, sia, in linea generale, per l'indipendenza areale dei modesti citati fenomeni meteorologici, che hanno carattere locale e non coinvolgono con la stessa intensità il sistema nel suo complesso.

Ovviamente questo non può essere esteso ad eventi con maggiore intensità pluviale e tempo di ritorno, per i quali occorre limitare le portate in ingresso al sistema, come delineato nella perizia di fattibilità dove sono già previste opere per la laminazione "leggera" dei volumi pluviali conseguenti. Si stima pertanto che il tempo di ritorno di 5 anni, per questo comparto territoriale, segni il limite di intensità di eventi meteorologici ricevibili dal sistema di valle, oltre il quale occorra laminare i volumi drenati dal reticolo idrico superficiale.

Nella fattispecie per il bacino 1-Nord è prevista l'area allagabile 1-Nord dedicata allo scopo, (non prevista in questa perizia progettuale) che innalza la frequenza attesa dell'evento critico a tempi di ritorno di 12 anni. Ecco quindi la motivazione per la quale sono state condotte le analisi idrologiche anche in concomitanza di tale valore. Le relative analisi idrauliche sono riportate nel seguito, a partire da quelle per 5 anni di tempo di ritorno.



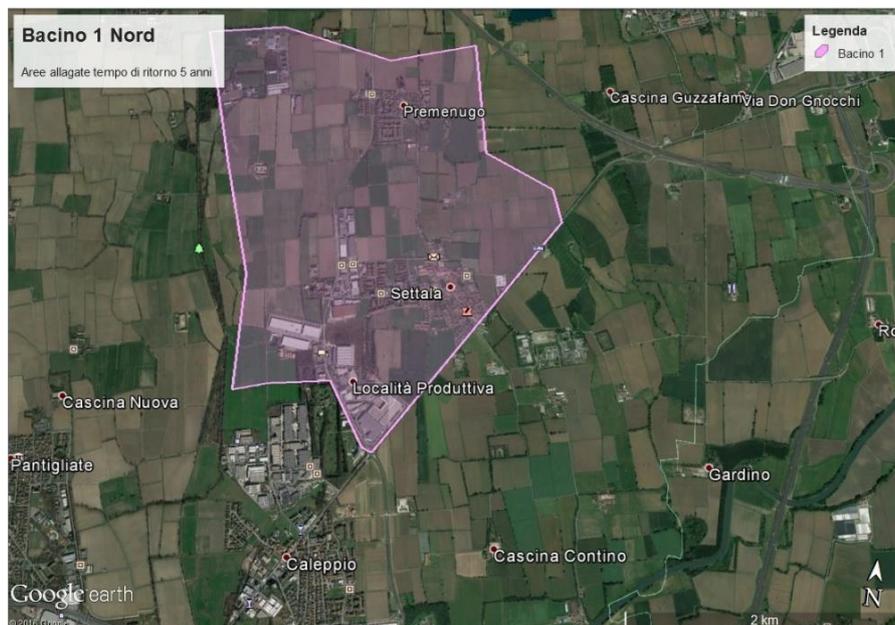
**Schema generale simulazione evento Tr 5 anni - Stato di progetto**



### Simulazione fontanile Torchio - evento Tr 5 anni - Stato di progetto

Lo schema generale rende conto dell'entità delle portate in circolo nel sistema e dell'efficace ricettività della Cattaneo Settala nei confronti della portata scaricata dal Torchio, pari a 1,8 mc/s, a fronte degli 0,9 mc/s di deflusso proprio. Si nota come il diversivo Torchio si attivi per circa 0,3 mc/s.

Altresì il profilo di pelo libero del Torchio sopra riportato non denota particolari criticità. In relazione a tali condizioni non si registrano aree interessate da allagamenti, come indicato nella mappa sotto riportata.



**Bacino 1-Nord - Aree allagate evento Tr 5 anni Stato di progetto**

**Analisi Tempo di ritorno 12 anni**

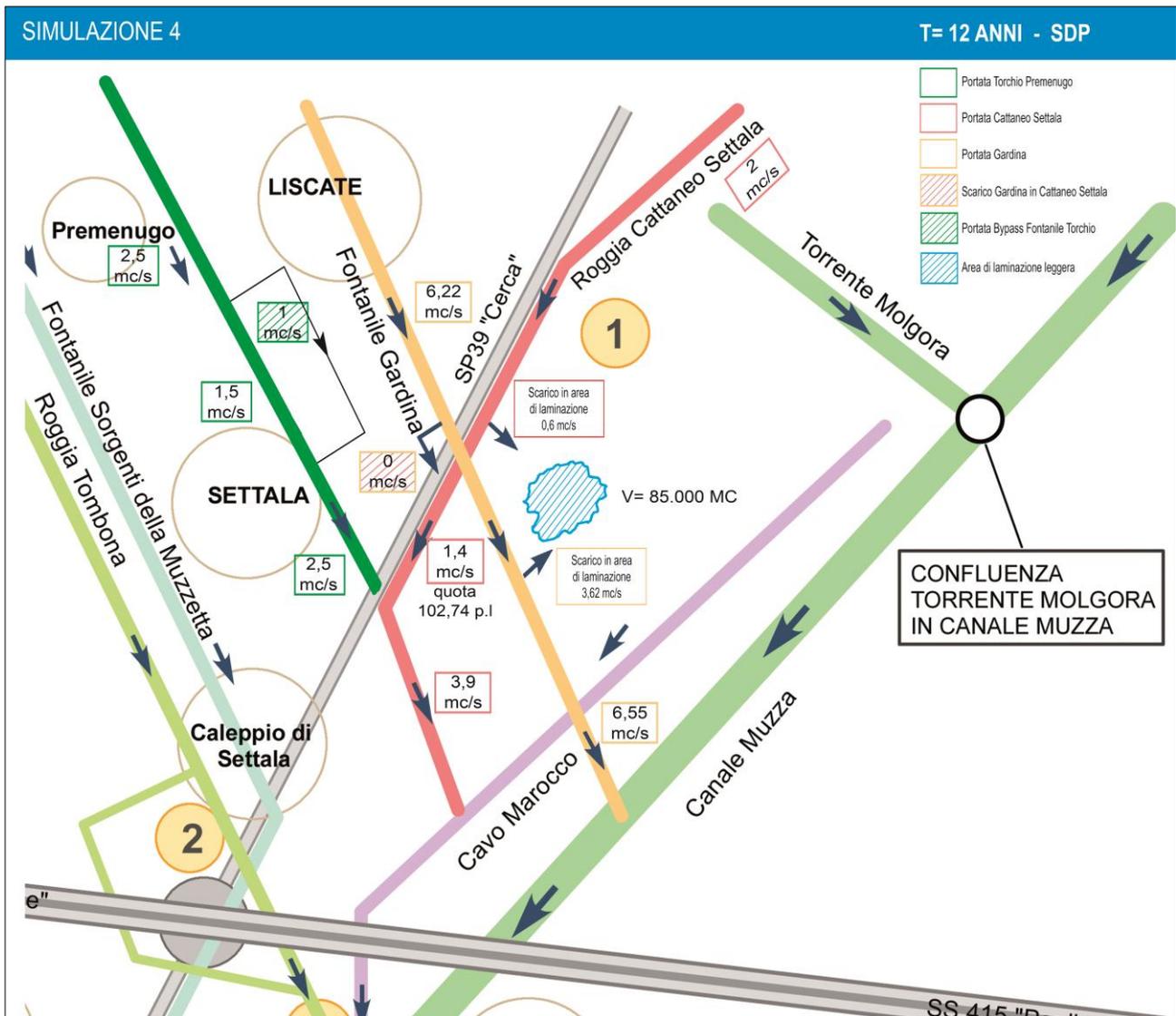
L'ultima indagine riprodotta, come detto, è condotta con riferimento ad un evento con tempo di ritorno di 12 anni, coerentemente agli obiettivi progettuali di cui alla perizia di fattibilità. **Essa viene prodotta per coerenza con gli obiettivi del Lotto 2 - Bacino Nord Scolm. Gardina - Area all. 1-Nord, ancorchè rientri nel presente progetto il solo scolmatore Gardina.**

In tale condizione di intensità meteorologica risulta necessaria, come detto, la laminazione delle portate di origine pluviale, cosa che avviene nell'area allagabile 1-Nord, per un volume utile invasabile di 85.000 mc.

Si riporta per comodità lo schema degli interventi previsti per il lotto 2 - bacino 1-Nord, tra i quali è compreso anche quello sulla Cattaneo Settala e l'area allagabile 1-Nord, oggetto di successivi lotti di interventi.

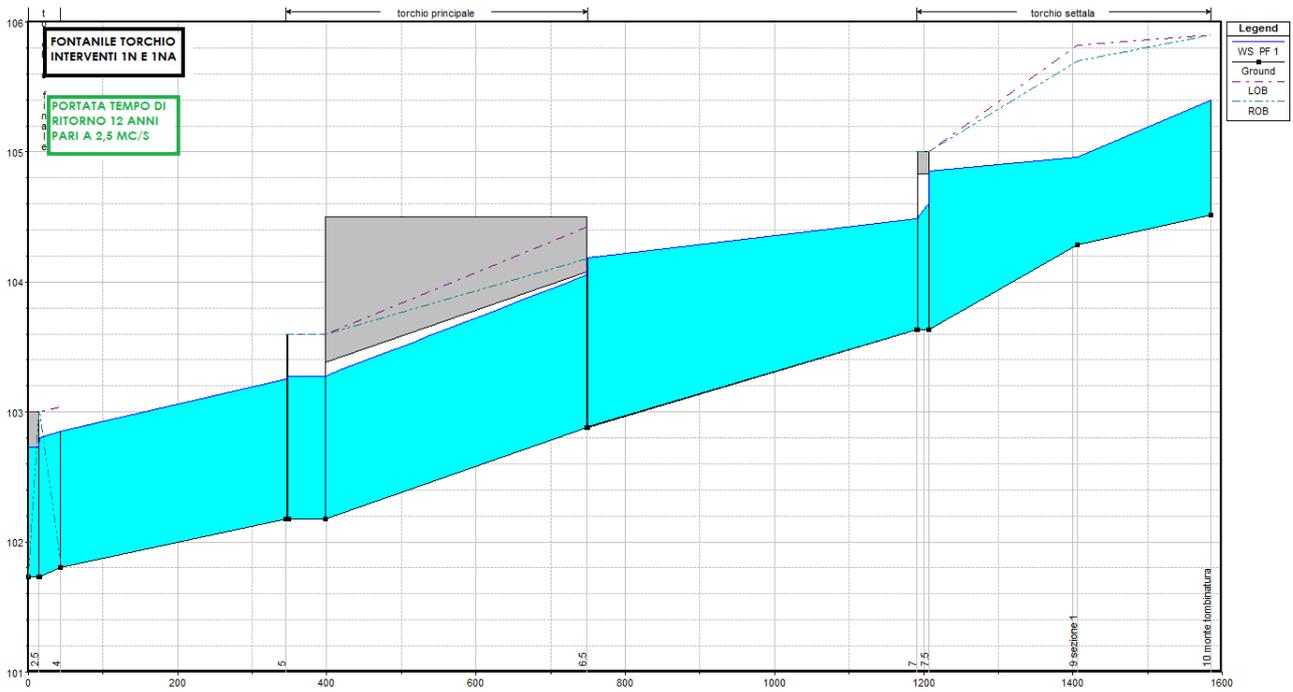
<b>Stato di progetto</b>		
<b><u>Interventi</u></b>	<b><u>Azione perseguita</u></b>	
<b>Bacino Nord</b>		
<b>1N qui in progetto</b>	<b>Scolmatore Gardina</b>	<b>Vettoriamento - Laminazione dinamica</b>
<b>2N successivo</b>	Adeg. Roggia Cattaneo Settala	Vettoriamento - Laminazione dinamica
<b>1NA successivo</b>	Formazione area allagabile 1 - Nord	Laminazione "leggera"

Nello schema generale di simulazione è presente pertanto il volume laminativo di cui all'area 1N soggetta ad una portata complessiva in ingresso di 4,22 mc/s da Cattaneo Settala e da Gardina. La portata residua in Cattaneo Settala è pari a 1,4 mc/s per deflussi da scarichi propri, comunque dotata di ricettività sufficiente a recepire, pur in condizioni di profilo idrico al limite della tracimazione, i 2,5 mc/s in ingresso dal Torchio.

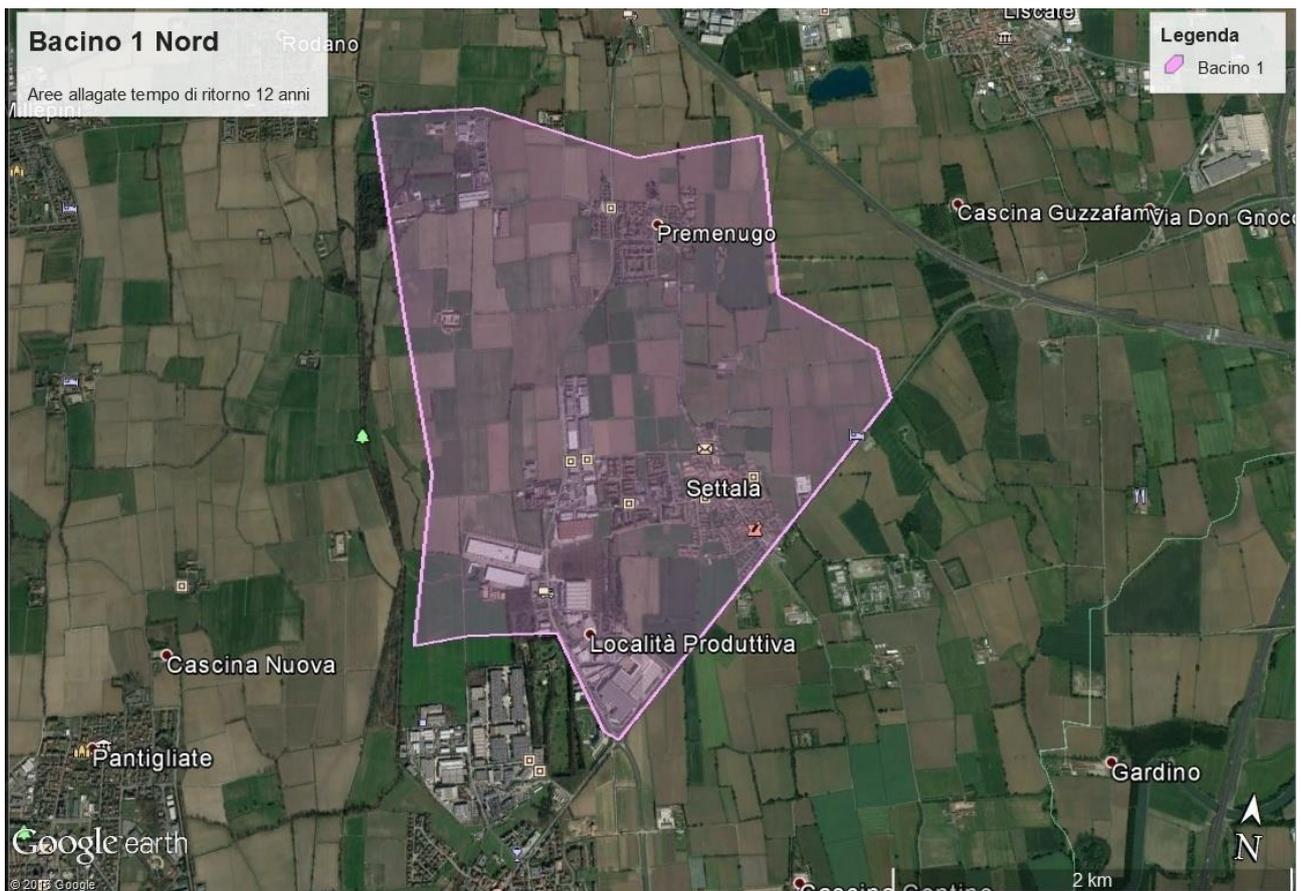


**Schema generale simulazione evento Tr 12 anni - Stato di progetto**

Il profilo di pelo libero sotto riportato riprodotto per il Torchio in detta condizione di 12 anni di tempo di ritorno, rende conto, seppur al limite della capacità idraulica, della non presenza di aree interessate da allagamenti, come evidenziato nella relativa carta di cui all'immagine successiva.



**Simulazione fontanile Torchio - evento Tr 12 anni - Stato di progetto**



**Bacino 1-Nord - Aree allagate evento Tr 12 anni Stato di progetto**



Lodi, 28 gennaio 2019

Spett.le  
**CITTA' METROPOLITANA**  
**Settore Viabilità e Trasporti**  
Via Vivaio, 1  
20122 - Milano (MI)

Prot.: n. 0261/19/CS/tg

P.E.C. [protocollo@pec.cittametropolitana.mi.it](mailto:protocollo@pec.cittametropolitana.mi.it)

**OGGETTO:** RIQUALIFICA E POTENZIAMENTO DELLA S.P. EX S.S. 415 "PAULLESE",  
DA SAN DONATO A ZELO BUON PERSICO II LOTTO - 1° STRALCIO  
TRATTO "A". TRASMISSIONE MANUFATTI IDRAULICI.

*In riferimento alla nota del 20 Novembre 2018, protocollo n° 268241, relativa ai lavori in oggetto e al successivo incontro con l'Ing. Merlano e l'impresa GI.MA.CO. tenutasi presso gli uffici consortili il giorno 23 Gennaio 2019, si trasmette in allegato la tabella riassuntiva dei correttivi apportati alle sezioni idrauliche di alcuni manufatti interferenti con la costruenda S.S. 415 "Paullese2.*

*Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti in merito.*

Cordiali Saluti



IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO

dott. Sergio Carniti

PROGRESSIVA	CANALE	MANUFATTO IN PROGETTO	MANUFATTO PRESCRITTO
9944,46	Fontanile Dugnani	scatolare prefabbricato in C.C.A. (225x100)	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x150)
10078,35	-	scatolare prefabbricato in C.C.A. (150x150)	scatolare prefabbricato in C.C.A. (150x150)
10493,88	-	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x75)	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x100)
10508,39	Cavo Marocco	ponte su pali B=6,00m	ponte su pali B=6,00m
11253,61	Tribiana	ponte su pali B=6,00m	ponte su pali B=6,00m
11353,38	Brunora Carcassola	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x200)	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x200)
11523,78	-	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x150)	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x150)
11805,64	-	scatolare prefabbricato in C.C.A. (225x125)	scatolare prefabbricato in C.C.A. (200x150)
12083,09	Codogna Alta	scatolare prefabbricato in C.C.A. (400x300)	scatolare prefabbricato in C.C.A. (400x300)
12377,13	-	tombino ø 100 cm	tombino ø 100 cm
12544,90	Zela di Paullo	tombino ø 100 cm	tombino ø 100 cm

Canali reticolo Consorzio Bonifica MuZZa Bassa Lodigiana





Lodi, 8 aprile 2019

**Prot.:** n. 1025/19/CM/ab

**OGGETTO:** SP 415 "PAULLESE" INTERFERENZE CON RETICOLO DI COMPETENZA CONSORTILE E LAVORAZIONE DA ESEGUIRE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE STRADALE.

*Tavolo tecnico tra Città Metropolitana di Milano e Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana.*

**VERBALE DI RIUNIONE DEL 4 APRILE 2019.**

Nell'ambito del Tavolo Tecnico in oggetto, opportunamente istituito al fine di coordinare le lavorazioni riguardanti la cantierizzazione delle opere relative alla Riqualificazione della SP 415 Paullese per Città Metropolitana di Milano ed alla costituzione del nuovo Scolmatore Tombona per Regione Lombardia, alla presenza dell'ing. Carlo Maria Merlano (Città Metropolitana di Milano), ing. Marco Chiesa e arch. Alberto Belloni (Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana), si è convenuto quanto di seguito illustrato.

### **Premessa di inquadramento:**

Il progetto definitivo dei lavori di Riqualifica e potenziamento della SP ex SS 415 2° Lotto – 1° Stralcio tratto A" dalla S.P. 39 alla progr. 12+476 (Intersezione TEEM) nell'ultima revisione dell'anno 2013, in aggiornamento del progetto del 2007, prevedeva la realizzazione del cosiddetto svincolo "Cerca", connessione tra la complanare alla Paullese, viabilità di accesso alle attività commerciali esistenti, e la S.P. 39 "Cerca" a Caleppio di Settala. Il collegamento, secondario e non sostanziale, prevedeva la realizzazione di un tratto in affiancamento al cavo Tombona e una rotatoria di modeste dimensioni ad innesto alla "Cerca". Il progetto definitivo, inoltre, non riportava alcuna indicazione circa la compatibilità idraulica di tutti interventi previsti.

Nel novembre 2014 e nel maggio e giugno 2015 si sono verificati degli eventi alluvionali che hanno evidenziato la criticità idraulica della zona dello svincolo di Cerca con inondazione del territorio a nord della Paullese, e interruzione per qualche ora del traffico sulla stessa S.P. 415 Paullese, all'altezza dell'attraversamento sulla roggia Tombona.

A seguito dell'emanazione della Direttiva Europea 2007/60/CE «Direttiva alluvioni» e il seguente D.Lgs. 49/2010, l'Autorità di Bacino del fiume Po (AdBPo), di concerto con Regione Lombardia, ha proceduto all'individuazione dei territori potenzialmente interessati da alluvioni e quindi a elaborare il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).

Le mappe di pericolosità, elaborate nel 2015 in attuazione del PGRA, relative alla zona



oggetto di realizzazione della nuova rotatoria e della bretella di collegamento S.P. 39 Cerca Paullese, indicano un'area ad elevata pericolosità per il Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) - Area P3 o H - Alluvioni frequenti (Tr 20-50 anni). Con deliberazione del Comitato Istituzionale n.5 del 17 dicembre 2015 l'AdBPo ha approvato una variante alle norme tecniche di attuazione del PAI (Elaborato n.7) introducendo il "Titolo V - Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA)" con cui all'art.58 si stabilisce che le aree P3 del RSCM devono seguire le norme dell'art. 9 comma 5 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI riferite ad "Aree Ee coinvolgibili dai fenomeni di esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio con pericolosità molto elevata".

Il Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana, a seguito di quanto descritto, ha previsto una serie di interventi di adeguamento idraulico nella frazione di Caleppio di Settala per il miglioramento della situazione idrologica della zona.

Alla luce di quanto sopra il progetto definitivo dei lavori di riqualifica della Paullese è stato riesaminato, sentito il Consorzio di Bonifica Muzza, dal punto di vista idrologico-idraulico (come prescritto dalla Delibera CIPE 10/08/2016 Allegato1 punti 11÷15), si è pertanto reso necessario procedere ad una diversa disposizione planimetrica della connessione tra la complanare di servizio della Paullese e la S.P. 39 "Cerca".

La nuova soluzione, condivisa con il Consorzio Muzza, prevede di addossare la nuova viabilità al rilevato esistente, riducendo in questo modo al minimo la superficie impermeabile e modificando di poco la superficie libera di esondazione. Sono previste inoltre delle modeste aree di laminazione, riportate nella planimetria allegata.

Il nuovo collegamento tiene conto delle esigenze delle attività commerciali ed agricole dell'area interessata, che sono state evidenziate dalle Amministrazioni comunali locali. Sono previste due nuove corsie, separate, in grado di garantire il transito ai mezzi agricoli (mieti-trebbie) e agli autoveicoli a tre e quattro assi.

**Coordinamento delle lavorazioni di dettaglio** - i riferimenti sono desumibili dai rispettivi punti indicati sull'elaborato tecnico allegato:

1. Le varianti rese necessarie alla progettazione definitiva/esecutiva relativa alle opere viabilistiche, discendenti dagli aggiornamenti normativi con il P.G.R.A. – *Disposizioni relative al Reticolo Secondario di Pianura*, illustrate nel tavolo tecnico regionale del 5 dicembre 2018, hanno determinato un adeguamento progettuale delle lavorazioni idrauliche ormai appaltate dal Consorzio Muzza, consistente nella rettifica del tracciato di



progetto del nuovo alveo di scarico dei fontanili Dugnani e Sorgenti della Muzzetta ed il riposizionamento del relativo punto di recapito in Tombona;. Il Consorzio Muzza si farà carico di tale rettifica come da progetto già redatto dallo stesso consorzio.

2. La nuova rotatoria, prevista a monte dell'intersezione tra il canale Tombona ed il tracciato esistente della SP415, lungo la sponda destra del citato corso d'acqua, comporterà l'interruzione della lavorazione a cura del consorzio Muzza di difesa idraulica mediante posa di pietrame di tipo "Rezzato", sulle strutture d'alveo dello scolmatore, alla progressiva 0+230. Il completamento della scogliera tra le progressive 0+230 e 0+250 sarà eseguito a cura e spese di Città Metropolitana di Milano, nell'ambito del rifacimento del manufatto di attraversamento tra la SP415 ed il canale Tombona. Tale manufatto dovrà avere dimensioni interne di 6,00 x 3,00 m, in coerenza alle esigenze idrauliche del canale. La quota di scorrimento del nuovo manufatto, ovvero quella di posa degli eventuali elementi prefabbricati, dovrà essere indicata da Consorzio Muzza a seguito delle lavorazioni di risizionamento dell'alveo, con formazione della corretta livelletta di fondo del nuovo Scolmatore Tombona;
3. Nell'ambito delle opere idrauliche previste dal progetto viabilistico, Città Metropolitana di Milano provvederà alla messa in sicurezza del manufatto di attraversamento del Fontanile Sorgenti della Muzzetta in prossimità dell'intersezione con il nodo stradale Cerca – Paullese, mediante il rifacimento dell'attuale canna di sottopasso idraulico al rilevato della SP415. Il Consorzio Muzza fornirà a CMM il dimensionamento idraulico esecutivo in termini di altimetria, geometria e dimensioni, oltre al coordinamento operativo, con la finalità di porre rimedio alla criticità di deflusso idraulico del citato corso d'acqua, emersa nella fase di studio eseguita da Consorzio e Regione Lombardia nell'ambito del tavolo prefettizio, istituito per l'individuazione delle principali cause di allagamento del territorio Settalese;
4. I sopralluoghi congiunti, eseguiti dai tecnici di questo Consorzio e codesta Amministrazione Provinciale nelle aree oggetto delle lavorazioni, hanno evidenziato la necessità di intervenire per la messa in sicurezza statica del ponte della SP39 sul canale Tombona. Tale esigenza si rende altresì necessaria al fine della costituzione della corretta sezione del nuovo sottopasso, secondo le dimensioni 5,00 x 2,25 m prescritte dal Consorzio e previste dalla modellazione idraulica eseguita nello studio idrologico idraulico realizzato nell'ambito della Convenzione con Regione Lombardia. Al fine di consentire che tali lavorazioni possano essere seguite da CMM in assenza di acqua, viene concordato che il manufatto venga realizzato in adiacenza all'attuale, altresì con un migliore andamento planimetrico di raccordo all'alveo di monte. Tale accortezza è legata alle oggettive difficoltà di riduzione



delle portate del canale Tombona in relazione alla natura di primario vettore idraulico territoriale.

5. Le lavorazioni idrauliche, contestuali alla riqualificazione della Paullese, condivise da questo Consorzio e da Città Metropolitana di Milano nel tavolo tecnico del 16 giugno 2017, prevedevano la necessità di rifacimento del manufatto di attraversamento del Fontanile Sorgenti della Muzzetta sullo Scolmatore Tombona, lavorazione pertanto non ricompresa nel progetto idraulico del Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana.

CMM, a seguito dell'introduzione delle varianti in corso d'opera motivate in premessa, non realizzerà la rotatoria sulla SP 39 e pertanto non interverrà sul manufatto di attraversamento del Fontanile Sorgenti della Muzzetta sullo scolmatore Tombona. Poiché l'iniziale progetto definitivo di CMM prevedeva le opere idrauliche di cui trattasi, i relativi costi in termini di risparmio sulla mancata realizzazione delle opere, possono essere rimborsati da CMM al Consorzio Muzza previa richiesta della copertura economica. Il Consorzio provvederà direttamente all'esecuzione delle opere idrauliche in questione, con l'assenso delle competenti Direzioni di Regione Lombardia.

Sulla base della pianificazione già concordata, nello specifico relativamente al rifacimento dell'attraversamento Muzzetta-Tombona, il Consorzio ha provveduto a progettare ed autorizzare i propri interventi, già cantierati, per l'adeguamento delle strutture d'alveo del canale Tombona che alla sezione in oggetto è soggetto ad un deflusso di piena di 16,40 mc/s.

Nell'ottica del coordinamento previsto dal tavolo tecnico in oggetto per la definizione delle modalità operative in fase di progettazione ed esecuzione delle citate opere, si ritiene opportuno prevedere la predisposizione degli elaborati progettuali nel più breve tempo possibile condividendo le risultanze con le Direzioni Generali preposte di Regione Lombardia.

Ing. Carlo Maria Merlano

Ing. Marco Chiesa

Arch. Alberto Belloni

Allegato: Planimetria recante i punti di intervento contenuti nel verbale

**Referente:** arch. Alberto Belloni – 339 2297626 – [ambiente@muzza.it](mailto:ambiente@muzza.it)

