

## **Allegato 1**

**Stime relative al risparmio sui costi della depurazione**



COMUNE DI MILANO - MM Spa



CONNESSIONE IDRAULICA NAVIGLIO MARTESANA - DARSENA  
E RIAPERTURA DELLE PRIME 5 TRATTE



## STIME RELATIVE AL RISPARMIO SUI COSTI DELLA DEPURAZIONE

“Separazione Seveso-Martesana e riduzione costi di depurazione”

I principali benefici attesi dalla riconnessione idraulica e dalla riapertura delle cinque tratte dei Navigli sono di natura ambientale, con specifici effetti sul Sistema Idrico Integrato (SII) che serve il Comune di Milano, coprendo la domanda idrica e la necessità di allontanamento e depurazione dei reflui urbani di circa 2 milioni di persone.

Al fine della quantificazione economica del contributo dell’opera di riconnessione al SII ed in particolare alla depurazione, il Comune di Milano ha avviato una trattativa con il Sistema Idrico Integrato, svolta con l’assistenza tecnica dell’Ufficio d’Ambito della Città Metropolitana di Milano (supportato dalla Associazione Nazionale Autorità e Enti di Controllo).

I contributi economici al SII sono stati quantificati valutando i risparmi di cui il SII potrà beneficiare con l’entrata in funzione della riconnessione idraulica (Tabella 1).

I benefici di natura idrica offerti dalla realizzazione dell’opera di riconnessione idraulica sono stati stimati come somma di due contributi: i benefici dovuti al distoglimento di acque parassite e meteoriche dalla rete fognaria e quindi dagli impianti di depurazione; i benefici derivanti dai minori costi di gestione dell’impianto di depurazione (impianto di Nosedo).

Il contributo totale è stato quantificato pari a 14'247'257 euro. Tale contributo, che si ricorda nasce da un contraddittorio di interessi tra soggetti distinti, può essere considerato una valutazione affidabile del valore attuale dei minori costi che saranno sostenuti durante tutto il periodo di riferimento e viene quindi confermato nella presente risposta.

Benefici di natura idrica		Euro
Benefici derivanti dal distoglimento acque parassite e meteoriche		9.403.327
Benefici derivanti dai minori costi di gestione del depuratore di Nosedo		4.843.930
<b>Totale</b>		<b>14.247.257</b>

*Fonte: Comune di Milano*

**Tabella 1.** “Valore attuale [euro] de risparmi nella gestione del Sistema Idrico Integrato nel complessivo periodo di osservazione del Progetto”

Al fine di essere il più esaustivi possibile, si riporta nel seguito il testo dello studio che ha portato alla quantificazione economica dei risparmi sui costi del SII ed in particolare della depurazione.

## **Studio sul contributo economico della Riconnessione idraulica al SII**

Il presente studio si pone come obiettivo la quantificazione del contributo dell'opera dal punto di vista idraulico e quindi la stima delle portate parassite e meteoriche distoglibili dalla fognatura, e pertanto la valorizzazione economica di tale contributo in modo da valutarne l'incidenza rispetto al costo totale stimato per la realizzazione dell'intera opera.

### **Il progetto di riconnessione idraulica**

Il progetto di "riconnessione idraulica dei navigli" consente di ripristinare il collegamento idraulico tra il Naviglio della Martesana e la Darsena e rappresenta la fase propedeutica finalizzata alla realizzazione del progetto di riapertura totale dei Navigli Milanesi, in quanto unica garanzia di alimentazione per la riapertura del Canale a tratti, anche non necessariamente consecutivi. Il nuovo collegamento idraulico ripercorre il tracciato storico del Naviglio coprendo una lunghezza di circa 7'750 m da via M. Gioia, via San Marco, proseguendo lungo la Fossa Interna, da Via Fatebenefratelli a via De Amicis, svoltando infine in via Conca del Naviglio per raggiungere la Darsena. Approfondimenti tecnici hanno evidenziato l'opportunità di anticipare già nella fase di riconnessione idraulica l'apertura di alcune tratte più interessanti e urbanisticamente compatibili con l'assetto attuale della città di Milano.

Le tratte di naviglio proposte per la riapertura anticipata sono 5:

- Tratta A: riapertura del canale in Via Melchiorre Gioia, da Cassina de Pomm a via Carissimi;
- Tratta B: riapertura del canale in corrispondenza della Conca dell'Incoronata, da viale Monte grappa a via San Marco fino all'incrocio con via Castelfidardo;
- Tratta C: riapertura del canale in corrispondenza della Università Statale e del Policlinico in via Sforza, da via Laghetto a Corso di Porta Romana;
- Tratta D: riapertura del Canale in corrispondenza di Piazza Vetra e della Basilica di San Lorenzo Maggiore in via Molino delle Armi, da via Vettabbia a Corso di porta Ticinese;
- Tratta E: riapertura del Canale in corrispondenza della Conca di Viarenna in via Conca del Naviglio, da via d'Oggiono alla Darsena.

La soluzione studiata prevede: la posa di circa 3.5 km di nuova tubazione, realizzata prevalentemente tramite tecniche di posa "no-dig" in modo da limitare gli impatti delle cantierizzazioni sulla viabilità e sulla cittadinanza; il recupero di circa 1.4 km di tombinature esistenti in via San Marco e lungo l'ex Naviglio del Vallone in via De Amicis e Via Conca del Naviglio; la realizzazione di 2 km di Naviglio riaperto, in concomitanza all'intervento di riconnessione idraulica, suddivisi in 5 tratte non consecutive e scelte per il rilevante valore urbanistico. In particolare, lo scenario di progetto prevede una portata, pari a 3 m<sup>3</sup>/s, costante lungo tutta la riconnessione di cui 1 m<sup>3</sup>/s viene scaricato in Vettabbia, lasciando scorrere 2 m<sup>3</sup>/s verso la Darsena nelle tratte finali a valle di via Vettabbia.

La rinnovata alimentazione idraulica si presta infatti a svolgere importanti utilizzi impattanti sul Servizio Idrico della città di Milano, così come già strategicamente previsto nell'aggiornamento 2014 del Piano d'Ambito, assolvendo alla funzione di recapito delle seguenti tipologie di portate che attualmente gravano sulla fognatura mista del centro storico:

- acque parassite attualmente convogliate nella rete fognaria con conseguente diluizione del refluo dannosa per i processi di depurazione finale dei reflui urbani

- acque meteoriche intercettate dalla superficie impermeabile delle piattaforme stradali, adiacenti alle nuove tratte di riapertura, attualmente recapitate nella rete fognaria di tipo misto e di conseguenza agli scolmatori di piena
- acque provenienti da nuovi pozzi di geotermia o da campi pozzi, finalizzati al controllo dei fenomeni di risalita della falda, che recapitano in fognatura acque bianche in violazione alle norme regolamentari del SII

Si ritiene pertanto, secondo le considerazioni dei paragrafi che seguono, che questa nuova opera comporti un miglioramento, nei termini di aumento dell'efficienza economica ed ambientale, delle opere del Servizio Idrico Integrato perseguendo obiettivi strategici previsti dal suddetto Piano d'Ambito.

### **Riduzione delle portate parassite**

Le acque parassite sono la componente di portata non conforme né per qualità né per quantità al sistema fognario ed all'impianto di depurazione. Le conseguenze della presenza delle acque parassite consistono in:

- riduzione dell'efficienza dell'impianto di depurazione;
- riduzione della capacità di smaltimento dei collettori fognari;
- funzionamento delle stazioni di sollevamento in condizioni non prossime a quelle di progetto;
- aumento costi energetici, gestionali e depurativi

La presenza del Naviglio in prossimità di alcune zone, consente il distoglimento dalla rete fognaria, e quindi dalla depurazione, di una portata pari a circa 80 l/s costituita dai seguenti contributi:

1. 50l/s dovuti al corso d'acqua tombinato di Via San Marco che si immette all'interno della rete fognaria in Via Borgonuovo. La portata è stata stimata in funzione della presenza di emungimenti a scopo geotermico.
2. 30 l/s legati allo scarico delle acque che oggi alimentano il sistema dei laghetti interni al Parco Indro Montanelli per il quale, in attesa della realizzazione della riconnessione idraulica, è previsto il recapito temporaneo all'interno del Cavo Redefossi; tale soluzione è infatti da considerarsi provvisoria note le limitate capacità ricettive del Cavo Redefossi.

Questo valore di portata è da considerarsi continuo, il che significa che comporta un volume di acque parassite (inutilmente) depurato annuo pari a 2 522 880 m<sup>3</sup>.

### **Riduzione delle portate meteoriche in fognatura**

Il distoglimento di almeno parte delle acque meteoriche comporta i seguenti vantaggi:

- gli sfioratori di piena possono scaricare nei ricettori delle acque che, sebbene diluite, contengono ancora carichi di inquinanti organici;
- la variabilità delle portate in ingresso al depuratore rende la gestione dello stesso più delicata;
- diminuisce il rischio di insufficienza dei collettori fognari.

Nei paragrafi seguenti si descrive lo studio idraulico elaborato per la definizione delle portate meteoriche che possono essere disconnesse dalla rete fognaria nell'ambito dell'intervento di riapertura delle cinque tratte.

## **Ipotesi generali applicate per lo sviluppo dello studio idraulico**

Al fine di stimare tale contributo meteorico sono state considerate le aree urbane scolanti nelle tratte di riapertura dell'opera di riconnessione idraulica, poiché in corrispondenza di queste ultime è previsto il completo riassetto dei collegamenti idraulici che raccolgono le acque intercettate dalle caditoie stradali e che attualmente le convogliano nelle adiacenti reti fognarie di tipo misto. Nelle restanti tratte di riconnessione idraulica non è invece previsto nessun intervento sostanziale di riassetto delle caditoie stradali in quanto la nuova opera verrà realizzata con tecnologia no-dig.

Per quantificare i vantaggi del distoglimento degli afflussi meteorici dalla rete fognaria è stata ipotizzata la realizzazione di una condotta fognaria lungo lo stesso tracciato dell'opera di riconnessione idraulica che raccolga tali contributi meteorici in modo da valutare l'idrogramma di piena generato dal punto di vista della rete fognaria (e quindi attraverso una condotta coerente con il resto della rete di fognatura).

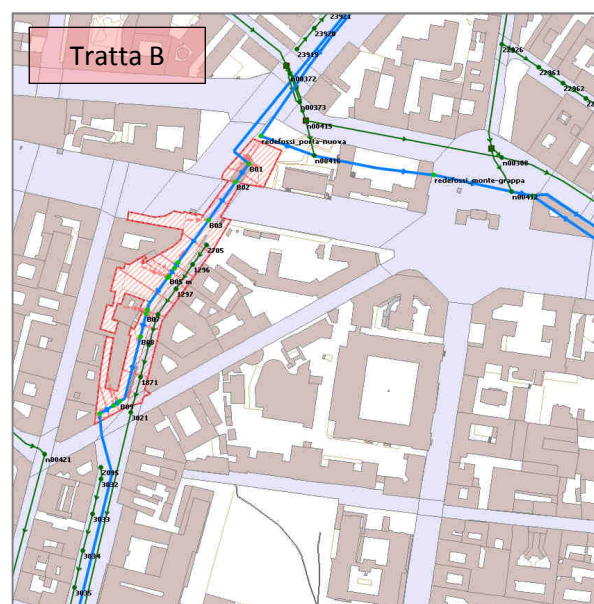
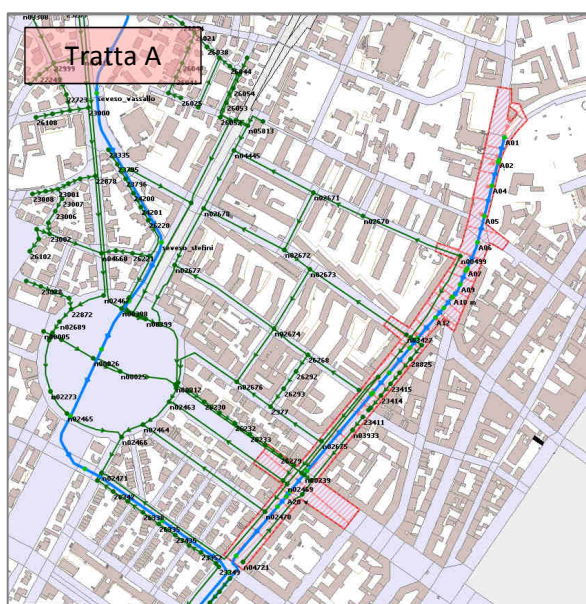
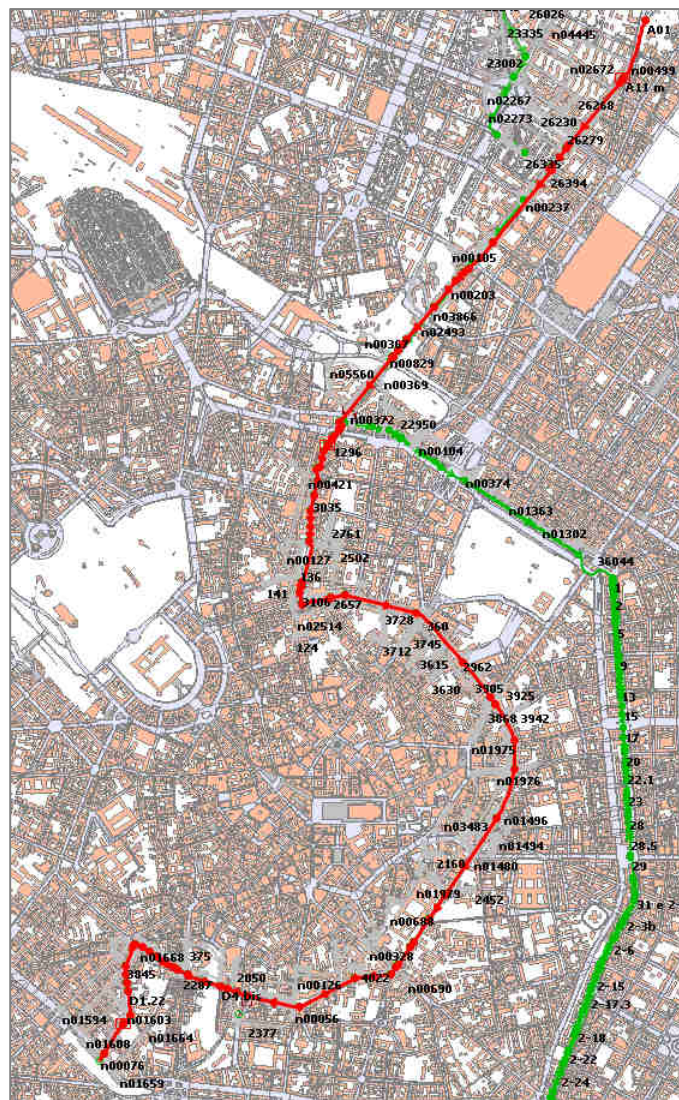
Pertanto, ai fini della modellazione idraulica le aree scolanti afferenti alle cinque tratte di riapertura sono state connesse tramite una condotta di diametro 1 metro e pendenza costante pari a 1.35‰ e  $k_s=70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , in modo tale da creare un unico modello per lo studio dei deflussi generati dalle 5 tratte in funzione della durata delle piogge di progetto.

Si ritiene opportuno evidenziare come tale collegamento sia da considerarsi esclusivamente finalizzato a valutare l'effetto combinato delle 5 aree scolanti, in funzione delle durate di pioggia, lungo lo sviluppo dell'area di intervento.

Per il calcolo delle acque meteoriche è stato costruito un modello matematico di trasformazione afflussi – deflussi. Per la costruzione del modello è stato utilizzato il software Infoworks ICM, noto codice di calcolo di comprovata affidabilità.

Si ricorda infine che per quanto riguarda lo studio degli effetti degli stessi apporti meteorici sull'opera di riconnessione idraulica è riportato nel documento "GT-05-0123 Relazione Idrologica ed Idraulica" dove si dimostra la resilienza idraulica dell'opera in progetto e l'assenza di esondazioni a fronte degli eventi meteorici considerati.







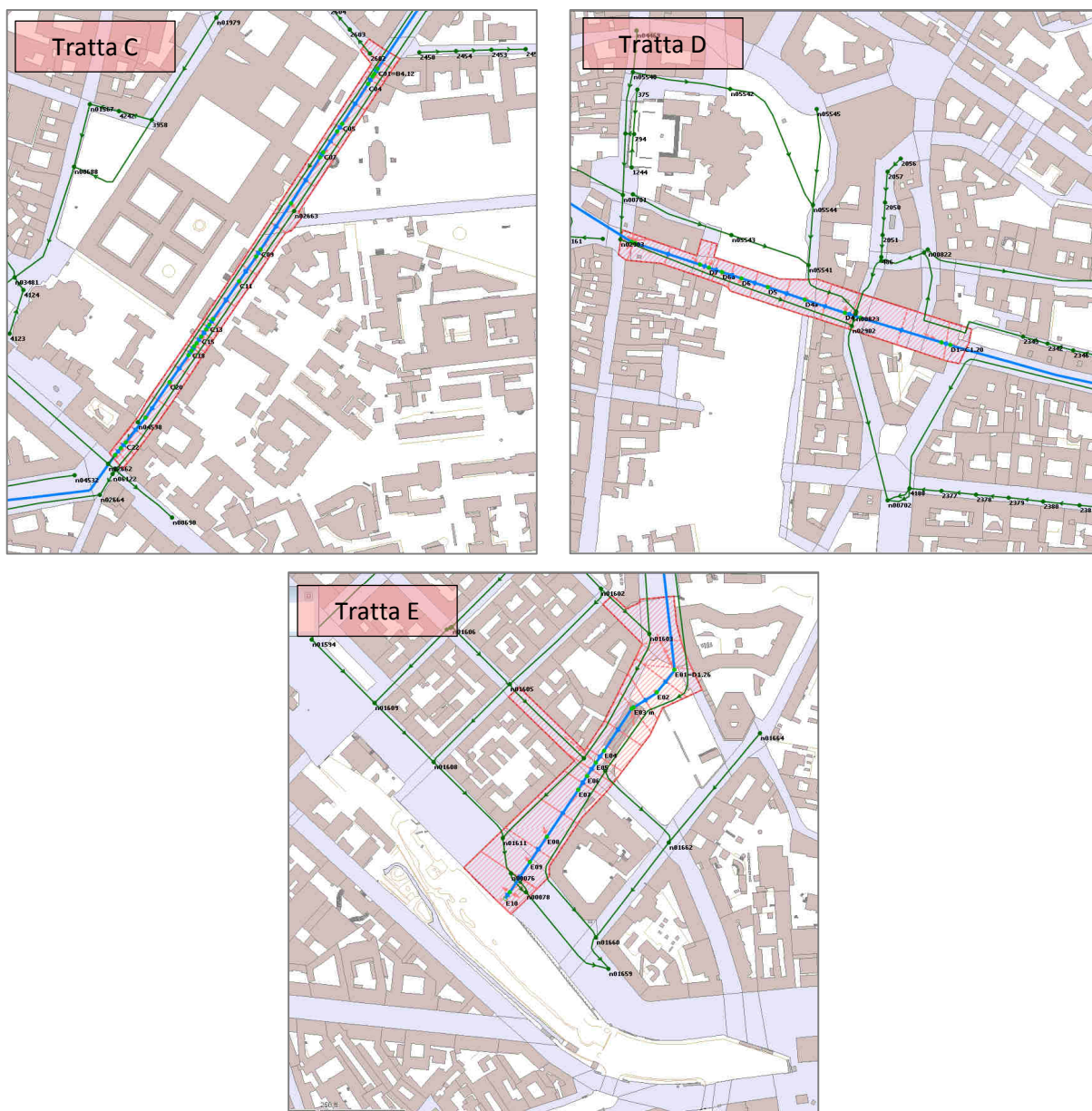


Figura 2. “Planimetria dei bacini afferenti alle 5 tratte oggetto di riapertura”

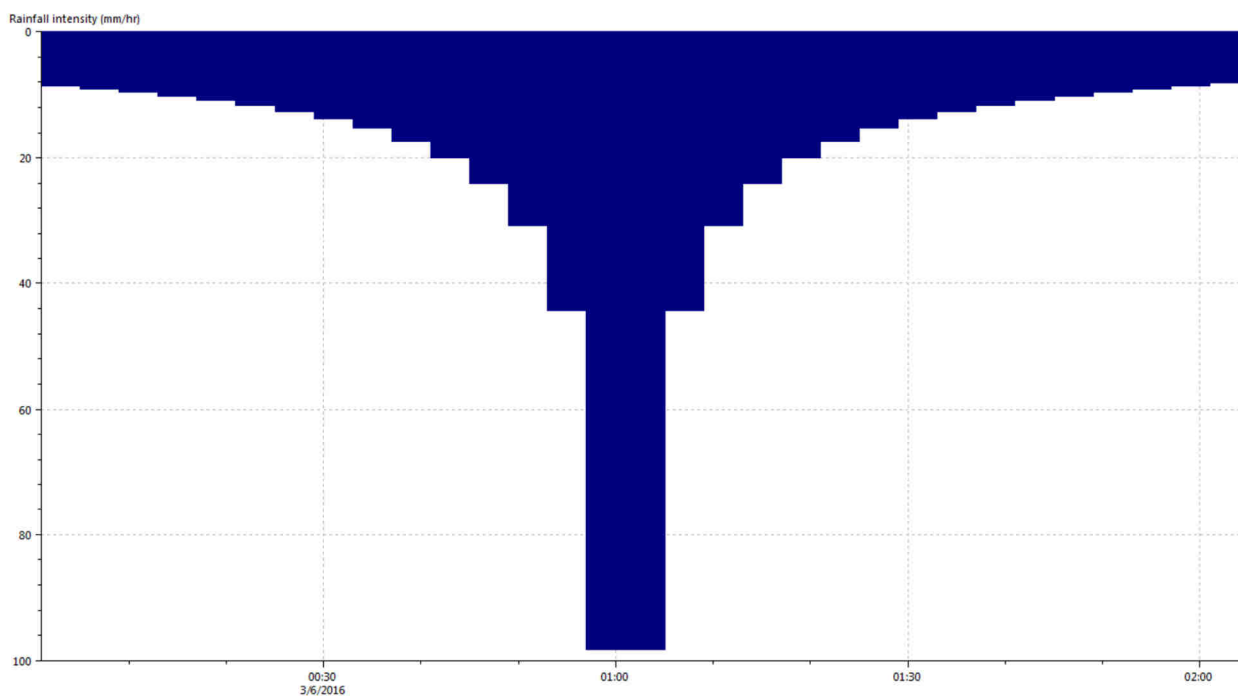
## Ietogramma di progetto

Per il calcolo della portata meteorica, gli eventi di pioggia sono tipicamente definiti sotto forma di ietogrammi (intensità nel tempo in mm/ora).

Onde simulare eventi di pioggia opportuni per il caso di studio in esame, è stato costruito uno **ietogramma di tipo Chicago** con tempo di ritorno  $T$  pari a **10 anni**, come usuale nel dimensionamento dei collettori fognari della rete di Milano (è buona pratica scegliere  $T = 2 \div 10$  anni). In particolare, è stato usato uno ietogramma di tipo Chicago con picco  $r = 0.5$  e durata  $t_p = 60$  minuti, Figura 3.

Tale ietogramma di progetto (Figura 3) è stato ricavato in base alle CPP (Tabella 2) determinate in riferimento al recente studio condotto congiuntamente da MM e Politecnico di Milano su una serie di pioggia dal 1971 al 2012, per piogge comprese tra cinque minuti e 24 ore alla stazione, gestita da MM, di via Monviso.





**Figura 3.** “Ietogramma Chicago di progetto, T=10 anni r=0.5 tp=60 minuti”.

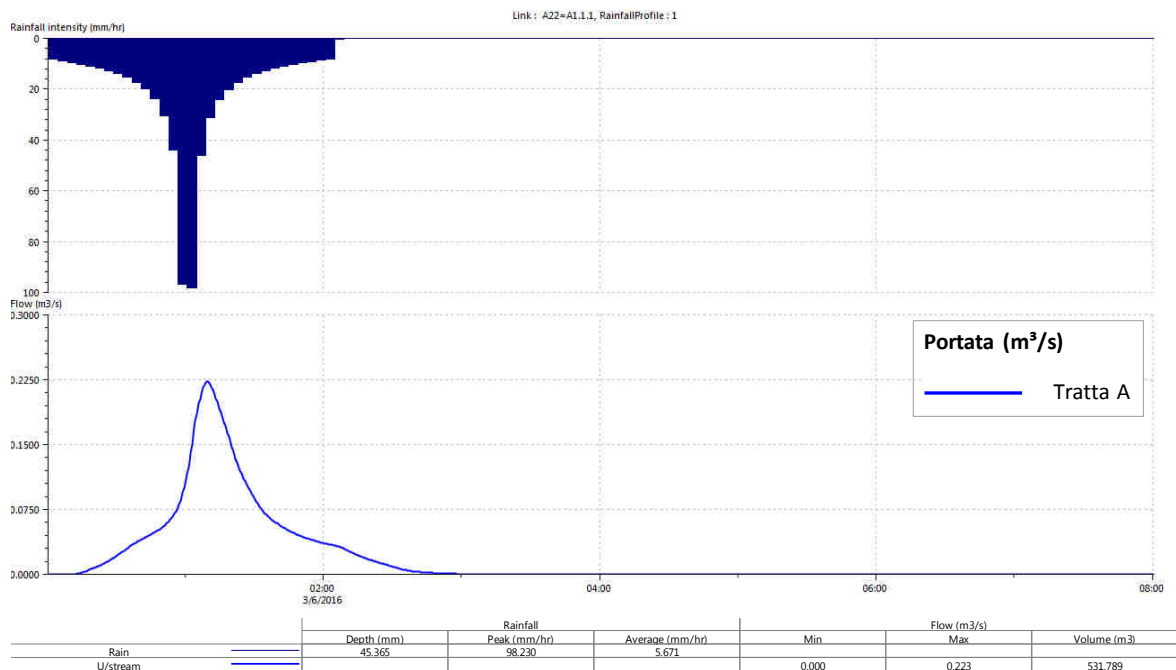
**Tabella 2.** Parametri CPP T=10 anni, pluviometro di via Monviso

Serie 1971-2012	5 min ≤ θ ≤ 24 ore		
T [anni]	A	B	C
10	54,1	0,104	0,754

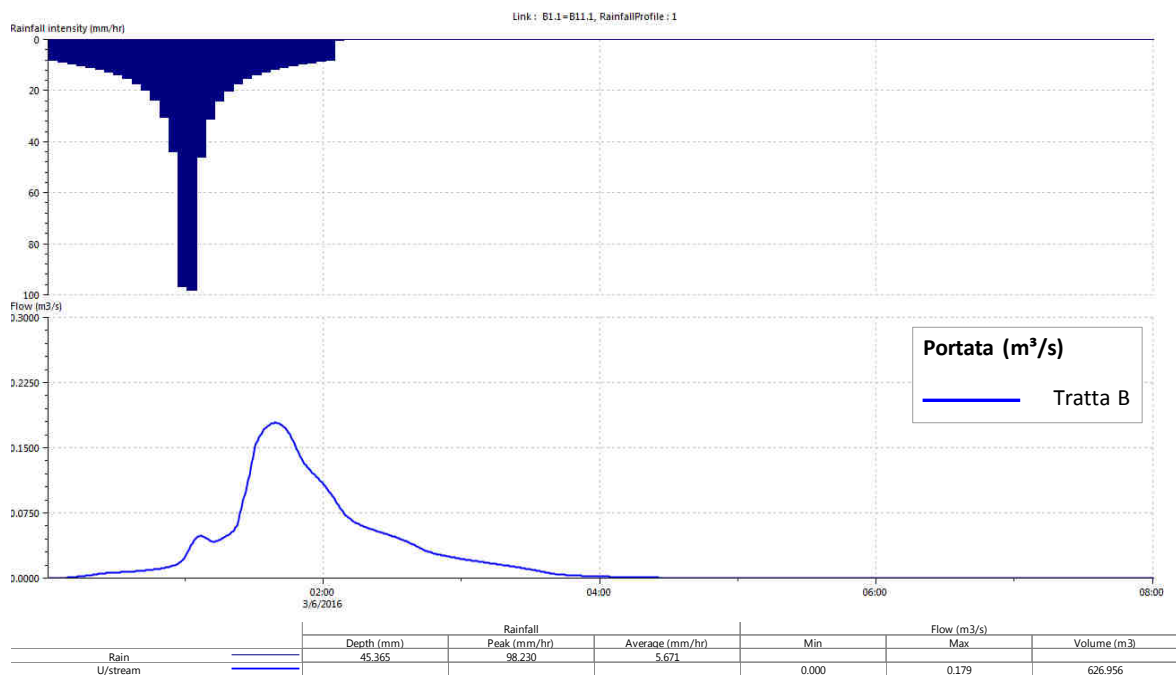
### Risultati delle simulazioni idrauliche

Tramite l’ausilio del modello matematico è stato possibile effettuare una simulazione volta a quantificare la portata di picco meteorica. Per ciascuna delle 5 tratte sono riportati gli idrogrammi di piena nelle immagini seguenti. È interessante notare l’effetto di laminazione lungo la tubazione di collegamento ipotizzata, confrontando l’idrogramma di piena in uscita da una delle tratte con l’idrogramma entrante nella tratta subito a valle, Figura 9.

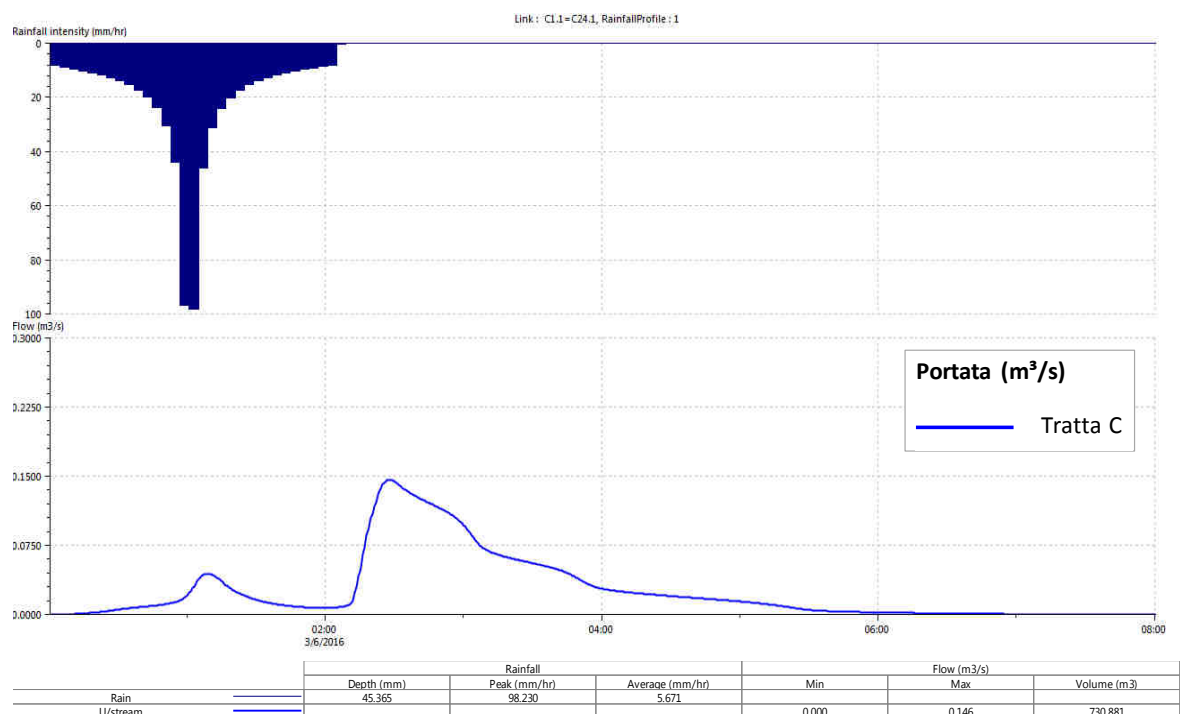
Ai fini della valutazione della portata di picco si è pertanto valutato il valore massimo calcolato lungo l’intera asta del percorso idraulico simulato. Pertanto, il valore di riferimento è pari a 222 l/s.



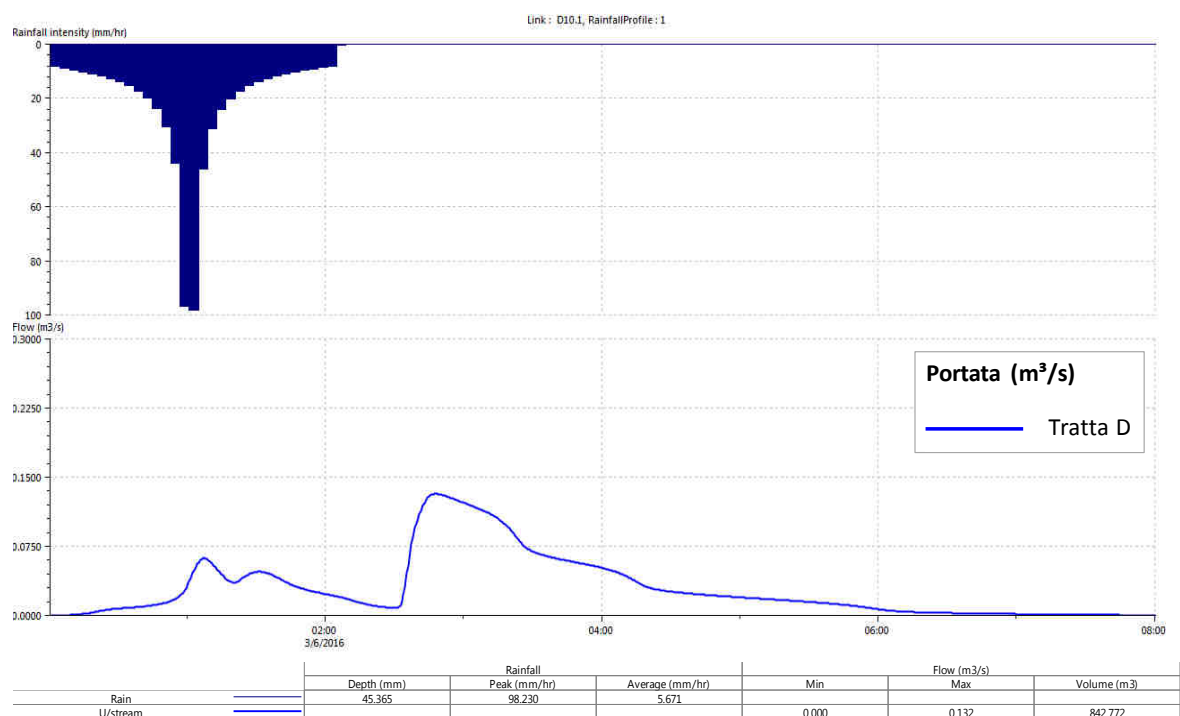
**Figura 4.** “Idrogramma di piena in uscita dal bacino afferente alla tratta A”



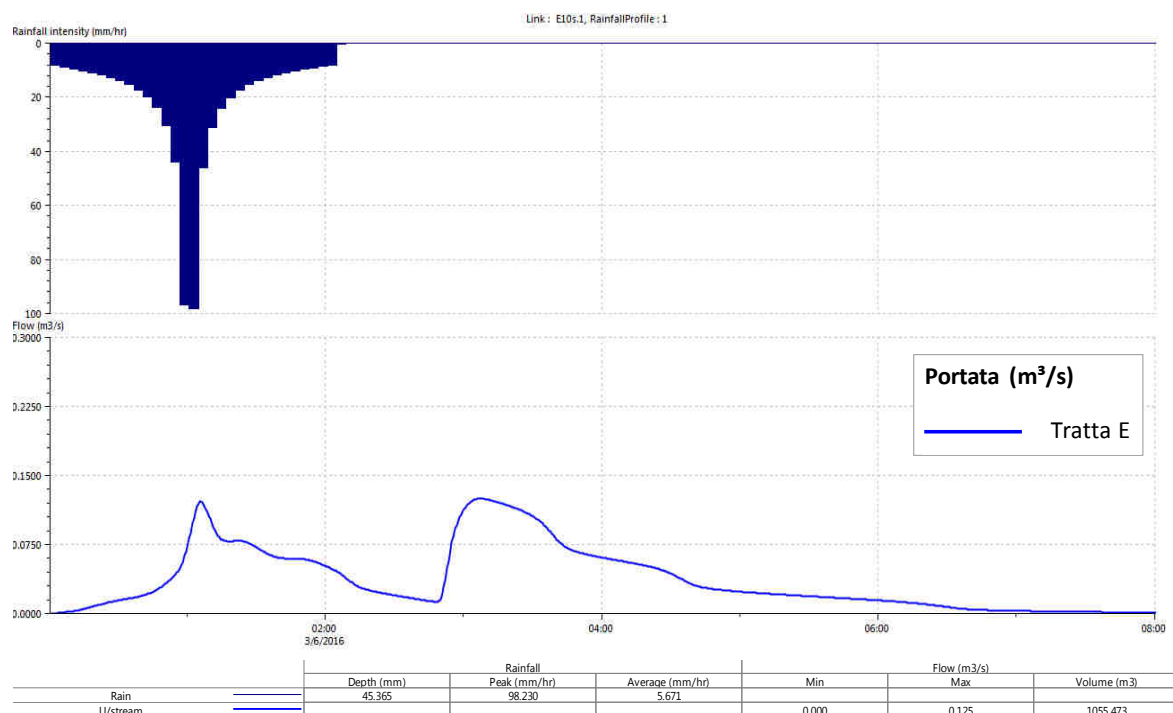
**Figura 5.** “Idrogramma di piena in uscita dal bacino afferente alla tratta B, considerando anche il contributo in arrivo da monte della tratta A”



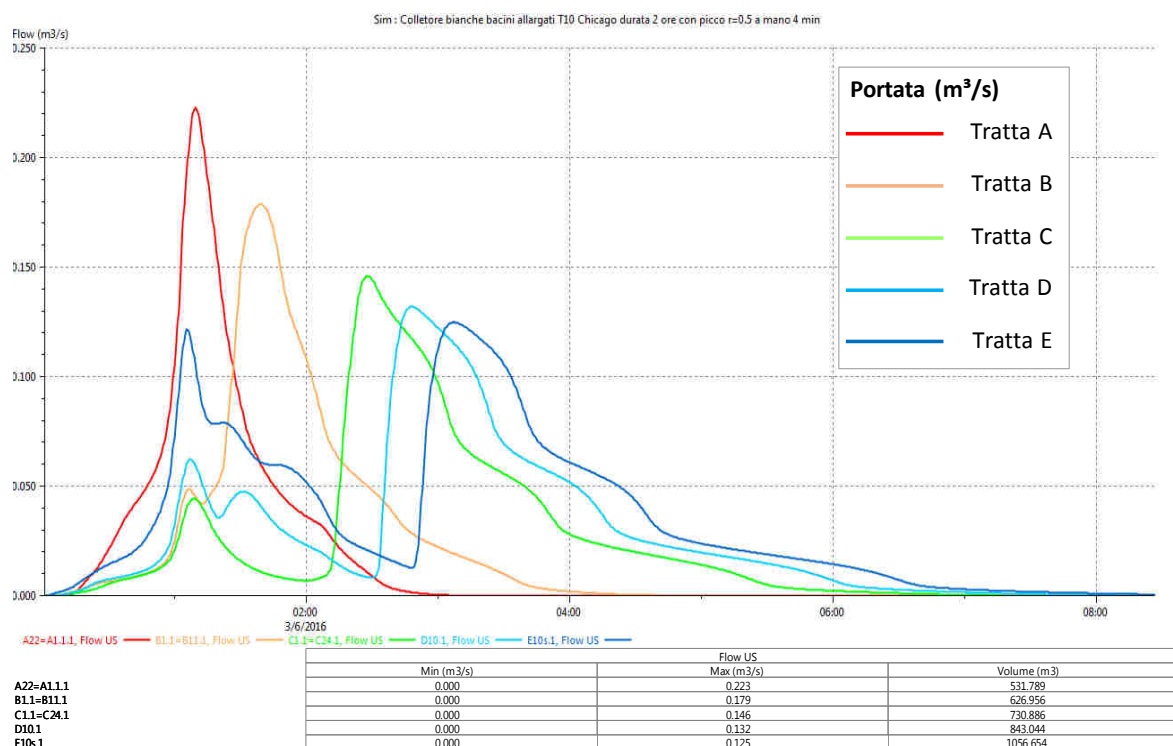
**Figura 6.** “Idrogramma di piena in uscita dal bacino afferente alla tratta C, considerando anche il contributo in arrivo da monte delle tratte A e B”



**Figura 7.** “Idrogramma di piena in uscita dal bacino afferente alla tratta D, considerando anche il contributo in arrivo da monte delle tratte A, B e C”



**Figura 8.** “Idrogramma di piena in uscita dal bacino afferente alla tratta E, considerando anche il contributo in arrivo da monte delle tratte A, B, C e D”



**Figura 9.** “Idrogrammi di piena in uscita dal bacino afferenti alle tratte A, B, C, D ed E”

## Valorizzazione economica

Nei paragrafi precedenti sono stati quantificati i contributi in termini di portate parassite e meteoriche riconducibili alla nuova opera di riconnessione idraulica. Determinati i quantitativi di acque parassite e meteoriche si procede alla valorizzazione economica del contributo attribuibile al SII rispetto al costo totale stimato per la realizzazione dell'intera opera.

### Distoglimento delle acque meteoriche e parassite dalla rete fognaria

La portata di dimensionamento calcolata (portata al colmo) è risultata pari a 222 l/s; a questa è stata aggiunta la già citata portata riconducibile alle acque parassite, come detto pari a 80 l/s, per un totale di 302 l/s.

Questa portata è pari al 10.07% di quella che transiterà nel Naviglio (la portata di progetto è pari a 3000 l/s); pertanto imputando la corrispondente quota di costo, **si ritiene che il valore dell'opera relativamente alla riduzione delle acque meteoriche nella rete fognaria possa stimarsi pari a 9.403.327 €.**

Oltre a ciò, si fa presente come non sia immediatamente monetizzabile la riduzione dell'impatto ambientale degli scarichi mediamente inquinati nell'ambiente, fattore che però non può essere certamente trascurato nella valutazione del rilevante investimento pubblico, di grande valenza ambientale, in questione.

### Distoglimento delle acque parassite in termini di riduzione dei costi di depurazione

La depurazione del volume annuo di portata parassita distoglibile dalla fognatura ha un costo di trattamento specifico che risulta pari a 0.048 €/m<sup>3</sup>, il che comporta una spesa annua pari a 121 098 € ed infine, ipotizzata in termini di ammortamento una vita utile dell'opera di 40 anni, un costo di investimento di **4.843.930 €.**

In altri termini, si ritiene che il distoglimento delle acque parassite reso possibile dalla riapertura del Naviglio consenta la riduzione dei costi di depurazione per un valore complessivamente pari a circa 4.8 milioni di euro.

## Considerazioni Finali

Si riportano nella seguente tabella riassuntiva le stime economiche meglio esposte nei paragrafi precedenti.

<b>Contributo per distoglimento acque parassite e meteoriche</b>	<b>€</b>	<b>9'403'327</b>
Contributo per distoglimento acque parassite	€	2'490'947
Contributo per distoglimento acque meteoriche	€	6'912'379
<b>Riduzione costi depurazione Nosedo</b>	<b>€</b>	<b>4'843'930</b>
Consumo energetico unitario Nosedo	kWh/mc	0.240
Costo medio energia	€/kWh	0.170
Produzione fanghi Nosedo	kg/mc	0.090
Costo medio trasporto e smaltimento fango	€/kg	0.080
Costo marginale di depurazione Nosedo	€/mc	0.048
<b>Riduzione costi depurazione Nosedo</b>	<b>€/anno</b>	<b>121'098</b>
Durata utile riconnessione Navigli	anni	40
Riduzione costi depurazione Nosedo per la durata utile della riconnessione	€	4'843'930
<b>Totale</b>	<b>€</b>	<b>14'247'256</b>



Dove per le stime economiche sono stati considerati i seguenti valori:

<b>Costo riconnessione idraulica e riapertura delle cinque tratte dei Navigli</b>	<b>€</b>	<b>93'410'530</b>
Costo stimato riconnessione idraulica	€	25'912'412
Costo stimato delle cinque tratte riaperte dei Navigli	€	67'498'118
Portata riconnessione Navigli	mc/s	3.000
Volume riconnessione Navigli	mc/anno	94'608'000
<b>Distoglimento acque parassite e meteoriche</b>		
Portata acque parassite distolte	mc/s	<b>0.080</b>
Volume acque parassite distolte	mc/anno	2'522'880
Portata al colmo acque meteoriche eventi con Tr=10 anni	mc/s	<b>0.222</b>
Superficie stradale da cui verranno distolte le acque meteoriche	ha	8.27
Precipitazione media Milano	mm	1'000
Volume pioggia riconnessione Navigli	mc	82'700
<b>Incidenza acque parassite e meteoriche su portata riconnessione Navigli</b>		
Incidenza portata acque parassite	%	<b>10.07%</b>
Incidenza portata al colmo acque meteoriche	%	2.67%
	%	7.40%