



ARTINMENTE ARCHITETTI ASSOCIATI

STRADA MARTINELLA 12/A - 43100 PARMA -
TEL. 0521 921134
FAX 0521 921072 e-mail: architetti@artinmente.eu
p.iva e cod.fisc. 02433790348

PROGETTISTI:

Arch. **CLAUDIA ZANICHELLI**
Ordine Architetti Parma n.241
claudia.zanichelli@archiworldpec.it

Arch. **CECILIA MERIGHI**
Ordine Architetti Parma n.463
cecilia.merighi@archiworldpec.it



STUDIO ING. TERZI

Ingegneria civile idraulica e ambientale

Ing. Stefano Terzi

Via Stalingrado, 9 - 43123 Parma (PR)
Tel. 0521.487878
studio.ingterzi@gmail.com
Ordine degli Ingegneri di Parma n°2650A

PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI SORBOLO MEZZANI
LOCALITA' BOGOLESE

**PUA
SUB-AMBITO NU11.2
PER NUOVI INSEDIAMENTI**

COMMITTENTI:

Claudia Zanichelli

CF: ZNCCLD57R49G337G
Viale Partigiani d'Italia 16 Parma 43123
claudia.zanichelli@archiworldpec.it

Paolo Zanichelli

Strada di Chiozzola 27. 43058 Bogolese di Sorbolo (PR)
CF. ZNC PLA 54S22 Z614Q

Alessandro Zanichelli

Viale Toschi 12 43100 Parma (PR)
CF. ZNC LSN 60A10 G337Y

RODOFIL SRL

Strada di Chiozzola 27. 43058 Bogolese di Sorbolo (PR)
P.IVA 01702180348

TITOLO ELABORATO :
RELAZIONE IDRAULICA

ELABORATO N:

PUA R10

SCALA:

DATA: 15/09/2020

RIL

PRE

DEF

AGGIORNAMENTI:

REV00 del 15/09/2020 emissione

ES

DET

CAN

Tutti gli elaborati di progetto sono regolati a norma della L. 633/1941 sui diritti d'autore e della L. 143/1949 sulle presentazioni professionali di ingegneri e architetti. Tutte le eventuali varianti al presente disegno dovranno essere firmate ed approvate dal progettista. E' vietata la divulgazione e la riproduzione se non espressamente autorizzata.

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
2.1 STATO DI FATTO.....	3
2.2 STATO DI PROGETTO.....	3
2.3 RETICOLO IDROGRAFICO E COMPATIBILITA' IDRAULICA ai sensi della DGR 1300/2016 ER....	4
3 RETE DI FOGNATURA	5
4 RETE ACQUE BIANCHE	6
4.1 PORTATE LIMITE ALLO SCARICO.....	6
4.2 QUANTIFICAZIONE SUPERFICIE IMPERMEABILE.....	7
4.3 SCHEMATIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE.....	8
4.4 SISTEMA DI LAMINAZIONE.....	9
5 MODELLAZIONE IDROLOGICA	10
5.1 CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA.....	10
5.2 PORTATE GENERATE.....	12
6. MODELLAZIONE IDRAULICA	14
6.1 IDROGRAMMI DEI COLLETTORI.....	15
6.2 LIVELLI IDRICI NEI COLLETTORI E NEI NODI.....	16
6.3 VELOCITA' DELLA CORRENTE.....	20
6.4 VOLUMI DI LAMINAZIONE.....	22
6.5 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEL CORPO RICETTORE E RISCHIO D'INSUFFICIENZA.....	25
6.6 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE RETE ACQUE BIANCHE.....	26
7. RETE ACQUE NERE	27
7.1 DEFINIZIONE RETE ACQUE NERE.....	27
7.2 CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO.....	27
7.3 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE RETE ACQUE NERE.....	28

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 1 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

1. PREMESSA

La presente relazione idraulica sviluppa la progettazione delle nuove reti di fognatura del nuovo insediamento a carattere residenziale inserito nella Scheda d'ambito denominata "NU11.2". L'area è sita nel Comune di Sorbolo Mezzani in località Bogolese, in adiacenza a Strada Chiozzola e connessa a Via Pezzani attraverso il Sub-Ambito NU11.1. In particolare si definiscono gli interventi progettuali relativi alle reti scolanti delle acque bianche e nere individuandone i recapiti finali, quali collettori e canali, e volti a preservare l'invarianza idraulica di questi ultimi.

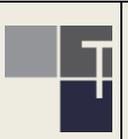
In considerazione dei diversi tempi di attuazione e delle due diverse proprietà, le reti di fognatura saranno indipendenti rispetto all'adiacente Sub-Ambito NU11.1, fermo restando la possibilità di allaccio per la rete acque nere per i fabbricati posti a Sud del comparto qualora la rete di quest'ultimo fosse già completata.

Lo studio e il dimensionamento preliminare dei collettori è stato redatto seguendo le normative vigenti e le indicazioni degli Enti gestori della fognatura (IRETI), secondo le medesime modalità del comparto NU11.1 e previa valutazione di eventuali criticità idrauliche connesse ai canali consortili denominati Canale Naviglia e Cavo Boccacava. Sia per le acque meteoriche che per le acque reflue è previsto il recapito in pubblica fognatura per consentirne un funzionamento a gravità.

La progettazione è stata sviluppata con l'ausilio di modellistica matematica per le valutazioni idrologiche ed idrauliche utilizzando il codice di calcolo EPA SWMM dell'Environment Protection Agency americana.



Figura 2.1.1 – Inquadramento Sub-Ambito NU11.2

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 2 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 STATO DI FATTO

L'area oggetto di studio si estende su una superficie territoriale complessiva di circa 27,000 m² e allo stato attuale si può considerare nel suo complesso al 100% permeabile. L'area si trova tra i nuclei abitati di Bogolese e Chiozzola, prospiciente a Via R. Pezzani – il cui collegamento sarà garantito per mezzo del Sub-Ambito NU11.1 - e Strada di Chiozzola in Bogolese. (Figura 2.1.1)



Figura 2.1.1 – Inquadramento territoriale

2.2 STATO DI PROGETTO

L'intervento prevede l'impermeabilizzazione (edifici, strade, parcheggi) di circa il 59% dell'area e quindi la risposta alle sollecitazioni idrologiche intense e di breve durata è immediata e diversa da quella attuale. Si è reso così necessario analizzare l'effetto dei deflussi generati e la loro compatibilità col recettore finale, con lo scopo di individuare soluzioni progettuali tali da minimizzare l'impatto della lottizzazione sulla rete scolante esistente. La forma planimetrica del comparto è regolare e risulta morfologicamente sopraelevata di circa 0.50 m rispetto a Strada Chiozzola. Il bacino scolante afferisce attualmente ai fossi di scolo interpoderali con recapito finale su Strada Chiozzola.

Il nuovo progetto di lottizzazione prevede la realizzazione di n.5 macro-lotti residenziali asserviti da stradelli privati, una viabilità di comparto di collegamento tra il Sub-Ambito NU11.1 e Strada Chiozzola, ed un'area di parcheggio.

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 3 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

2.3 RETICOLO IDROGRAFICO E COMPATIBILITA' IDRAULICA ai sensi della DGR 1300/2016 ER

Il reticolo idrografico circostante è costituito da un canale consortile, denominato Canale Naviglia, che scorre a cielo aperto sul lato opposto di Strada Chiozzola. In prossimità è poi presente una derivazione che dà origine al Cavo Boccacava. Entrambi i canali sono attualmente utilizzati a scopo irriguo ed appartengono al Reticolo Secondario di Pianura (RSP).

La rete di fognatura esistente è invece costituita da collettori separati di acque bianche e acque nere che scorrono lungo Strada Chiozzola in Direzione Nord ad una profondità media rispettivamente di circa 1.50 m dal piano strada per la rete acque bianche e di circa 2.10 m per la rete acque nere. A circa 30 metri più a Nord del nuovo comparto la Rete fognaria acque bianche confluisce nel tratto tombinato del Cavo Boccacava, il quale torna ad essere a cielo aperto circa 200 metri più a Nord.

L'area in cui è previsto il nuovo Sub-Ambito NU11.2 - nella Cartografia allegata al Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) - ricade all'interno della zona P3 (alluvioni frequenti con TR20-50 anni) per l'insufficienza del reticolo secondario di pianura (Fig.2.3.1). Risulta quindi necessario adottare misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana. Oltre ai sistemi di laminazione delle acque meteoriche di seguito descritti è prevista una quota altimetrica di progetto del comparto, con particolare riferimento ai Lotti privati, superiore di almeno 50 cm rispetto al piano campagna attuale.

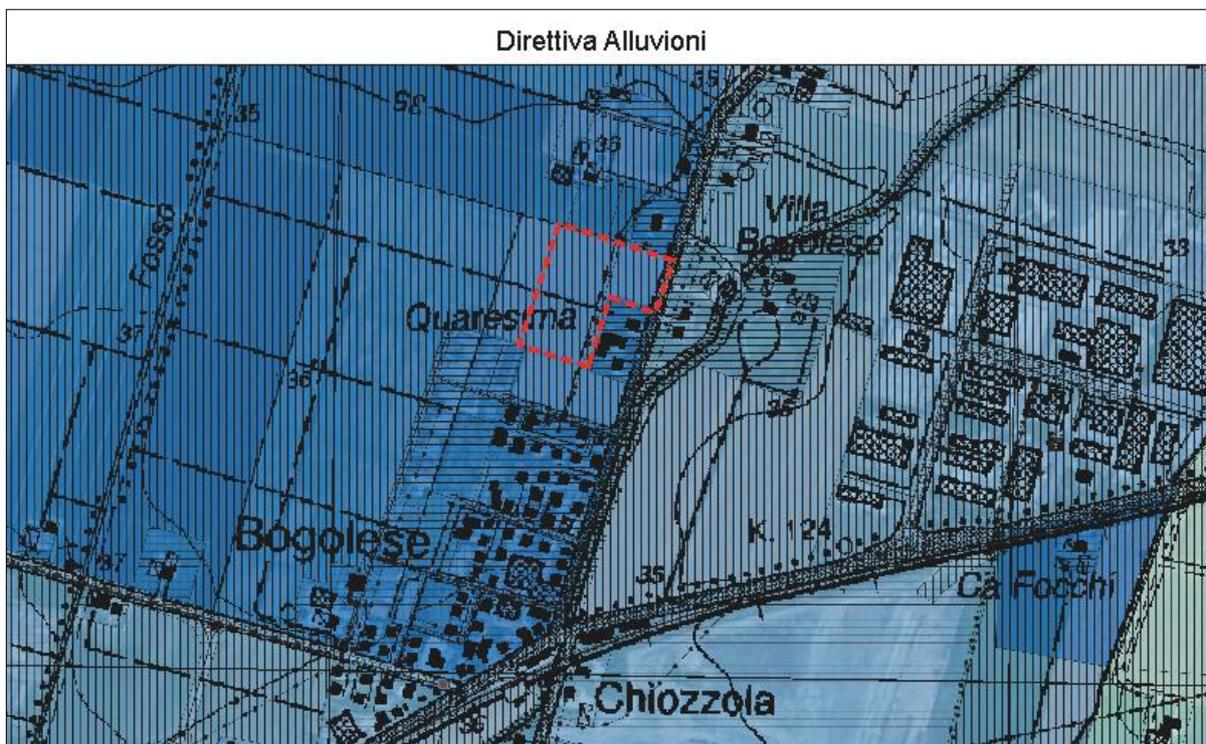


Figura 2.3.1 – Mappa di pericolosità PGRA (agg.2019)

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 4 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx		

3 RETE DI FOGNATURA

Le nuove reti di fognatura di progetto sono previste, dove possibile, lungo gli assi stradali di comparto per una migliore gestione e manutenzione da parte dell'Ente Gestore. L'unica eccezione è costituita dal tratto finale della rete acque bianche che è posta su area verde per esigenze legate alla laminazione delle acque meteoriche. Nel tratto di viabilità di collegamento a Nord del comparto le acque meteoriche di una porzione della sede stradale verranno raccolte mediante il fosso di scolo già esistente lungo il confine di proprietà.

Entrambe le reti avranno uno sviluppo essenzialmente da Sud a Nord per poter convogliare le acque a gravità sulle reti fognarie esistenti.

Lo studio idrologico-idraulico della rete acque bianche è stato condotto con l'ausilio di modellazione matematica, attraverso il codice di calcolo EPA SWMM, con lo scopo di verificare sia le velocità massime nelle condotte che il funzionamento del sistema di collettamento e di laminazione.

La verifica della rete acque nere è stata invece effettuata attraverso i metodi classici considerando le massime portate nere e le equazioni di moto uniforme.

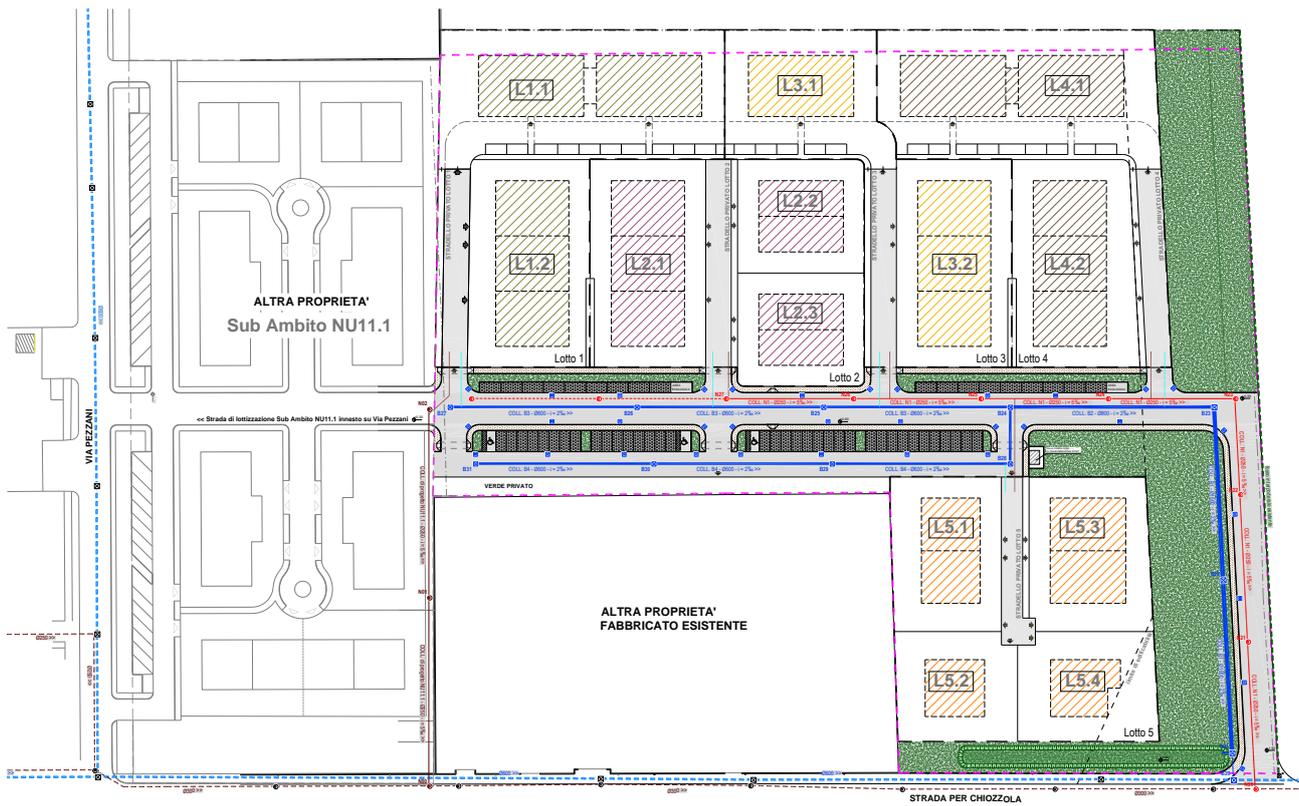


Figura 3.1.1 – Planimetrica Reti di progetto (cfr. elab. PUA 04)

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 5 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

4 RETE ACQUE BIANCHE

4.1 PORTATE LIMITE ALLO SCARICO

La portata limite in uscita dal comparto è stata fissata secondo il principio di invarianza idraulica calcolando la portata massima di deflusso nelle condizioni attuali e nel rispetto dei criteri indicati nel Regolamento di Polizia Idraulica (Consorzio di Bonifica Parmense), che impongono un volume di laminazione minimo per le aree di trasformazione non inferiore a 600 m³/ha di superficie impermeabile e stimato nel comparto in oggetto in circa 950 m³.

Volendo riproporre il calcolo analitico della portata allo stato di fatto, ovvero rispetto alla condizione preesistente all'intervento e che rappresenterebbe la portata di invarianza, utilizzando un modello afflussi-deflussi di tipo cinematico si ottengono i seguenti valori:

METODO CORRIVAZIONE						
Bacino	Sup. reale	ϕ	t_c	TR	i	Qcrit = portata critica
-	ha	-	ore	anni	mm/ora	m ³ /s
Area di comparto	2.7	0.25 (verde agricolo)	0.75	2	31.84	0.060
			0.75	50	68.03	0.128
			0.75	100	75.20	0.141

Tabella 4.1.1 – Portata critica del bacino allo stato di fatto

L'attenuazione dei deflussi meteorici è garantita attraverso misure che favoriscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso, sia su area pubblica che nei lotti privati. Su area pubblica è previsto un sovradimensionamento delle tubazioni oltre ad un'area verde depressa, la restante parte è ricavata all'interno dei lotti privati. All'interno degli stessi, con l'obiettivo di perseguire il mantenimento e miglioramento delle risorse idriche attraverso politiche di tutela qualitativa e quantitativa, si prescrive l'adozione di sistemi di ciclo integrato (risparmio/riuso) con il recupero delle acque meteoriche, per eventuale uso irriguo o fabbisogni accessori alla residenzialità, e l'impiego di pavimentazioni drenanti per le aree cortilizie. In questo senso viene indicata una portata limite allo scarico di 30 l/s per ognuno dei cinque macro-lotti, compatibile con quella evacuabile da una tubazione di diametro $\Phi 160$ mm sotto piccole condizioni di carico idraulico.

4.2 QUANTIFICAZIONE SUPERFICIE IMPERMEABILE

Il nuovo ambito ha una lunghezza media di 185 m ed una larghezza media di 105 m (ridotte rispettivamente a 90 m e 75 m per la porzione prospiciente Strada Chiozzola) per una superficie complessiva di 27,011.59 m², così organizzata:

Tipologie		Superficie [m ²]
Lotti privati	Residenziale	18,085.02
	Viabilità	3,245.31
Aree pubbliche	Parcheggi	687.32
	Percorsi pedonali	719.68
	Aree verdi	4,274.26

- ✓ Lotti privati (7) con una superficie di 18,085.02 m²
- ✓ Aree pubbliche (Viabilità, Parcheggi, Percorsi ciclo-pedonali, Verde) con una superficie di 8,926.27 m²

L'area è stata suddivisa in n°21 sottobacini imbriferi di cui 2 non contribuenti al sistema scolante principale; per ognuno di essi si è differenziato l'uso del suolo previsto e/o stimato. Per i lotti privati residenziali non essendo noti gli elementi progettuali definitivi si è stimata un'impermeabilizzazione massima del 60% della superficie scoperta di pertinenza degli edifici (**limite previsto dall'art.77 comma 6 del RUE**), mentre per le aree pubbliche si è esaminata la densità delle superfici occupate da strade, percorsi pedonali in autobloccanti, parcheggi in autobloccanti verdi, aree verdi ed aiuole. Nel calcolo delle impermeabilità si è tenuto conto dei valori orientativi sotto riportati e si è determinato il grado di impermeabilizzazione complessivo e la conseguente superficie efficace. I valori indicati sono quelli largamente riscontrabili in letteratura ed adottati nelle indagini numeriche che seguono, anche sulla base di esperienze analoghe maturate in ambito regionale:

- ✓ Aree verdi (prato urbano) 0.10
- ✓ Parcheggi autobloccanti verdi 0.45
- ✓ Marciapiedi in autobloccanti 0.80
- ✓ Strade e parcheggi 0.85
- ✓ Tetti 0.90

Dalle ipotesi fatte la **superficie equivalente** del comparto, ovvero quella contribuente al deflusso superficiale è risultata essere di **15,868.86 m²**.

L'analisi idrologica ed idraulica e la progettazione della rete, sviluppata con il codice di calcolo SWMM, organizza i dati di input della realtà progettuale in una schematizzazione dei bacini imbriferi su cui determinare gli idrogrammi di piena e su una rete di nodi e collettori attraverso cui le portate defluiscono fino al ricettore.

La bacinizzazione è stata schematizzata (Figura 4.2.1) nel modello SWMM definendo per ciascuno dei 19 bacini tributari i dati di input richiesti.

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 7 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

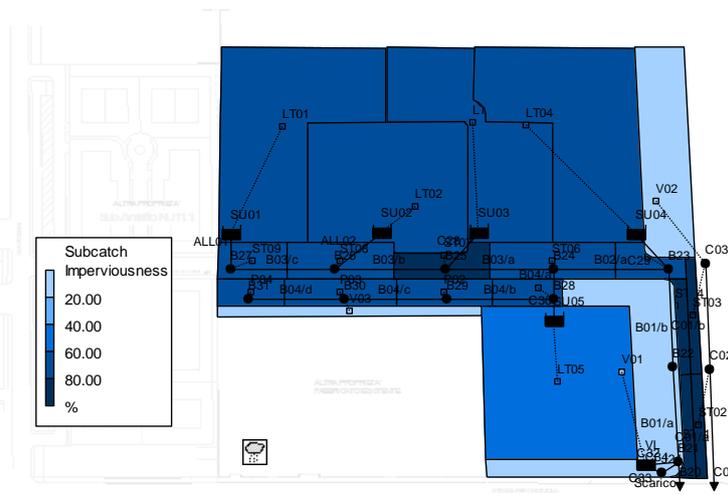


Figura 4.2.1: Bacinizzazione di progetto e permeabilità dei suoli

4.3 SCHEMATIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE

La rete di fognatura pubblica è stata definita attraverso:

- 12 *junctions* che schematizzano la posizione dei pozzetti di ispezione su area pubblica (da “B20” a “B31”);
- 10 *conduits* che schematizzano la geometria di progetto dei tronchi della rete (da “B01/a” a “B04/d”);
- 3 *junctions* e 2 *conduits* ausiliarie (da “C01” a “C03” e da “C01/a” a “C01/b” che schematizzano la canaletta di scolo posta a Nord del comparto;
- 5 *storage units* che schematizzano le vasche di accumulo delle acque meteoriche dei macro-lotti residenziali e relative *conduits* che schematizzano gli allacci privati alla pubblica fognatura (da “ALL01” a “ALL05”);
- 1 *storage units*, 2 *junction* e 3 *conduits* che schematizzano il sistema di troppo pieno realizzato su area verde mediante depressione superficiale del terreno.

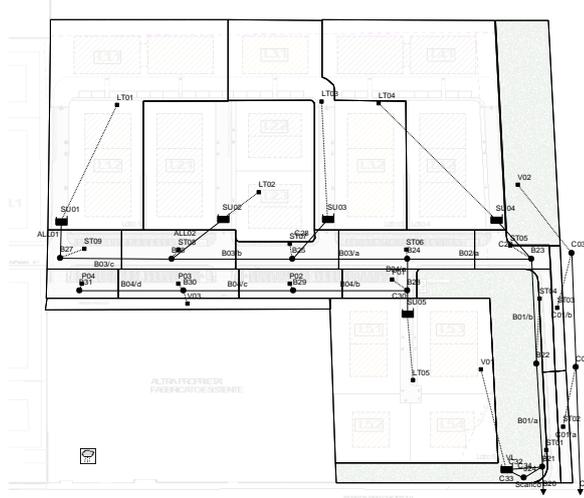


Figura 4.3.1: Schematizzazione della rete in nodi e collettori

	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 8 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

4.4 SISTEMA DI LAMINAZIONE

Le acque meteoriche vengono confluite attraverso le condotte elementari di progetto nel pozzetto denominato B21 posto a valle della rete scolante. L'impatto nella rete fognaria è quindi previsto attraverso una bocca tarata di diametro $\Phi 250$ mm. La funzione di laminazione è assolta in parte tramite riempimento per rigurgito della rete pubblica di progetto ed in parte all'interno dei singoli macro-lotti per i quali è imposta una portata limite allo scarico di 30 l/s, compatibile con quella evacuabile da una tubazione di diametro $\Phi 160$ mm sotto piccole condizioni di carico idraulico. Per un livello idrico superiore a 0.55 m dal fondo di scorrimento del pozzetto denominato B21 viene innescato un sistema di troppo pieno (Fig. 4.4.1) che scolma le acque meteoriche in eccesso nell'area verde limitrofa. Quest'ultima sarà costituita da una depressione superficiale del terreno che permette un invaso fino a 100 m³ con un riempimento massimo di 50 cm. Attraverso una presa di fondo dotata di valvola anti-rigurgito le acque vengono restituite alla rete scolante principale per il recapito in fognatura. Il sistema di laminazione è stato dimensionato per un evento con TR=100 anni ed un riempimento massimo delle condotte variabile tra il 90% per i tratti a valle su area verde e del 60%-70% per i tratti a monte sotto la sede stradale, escludendo quindi l'allagamento di aree pavimentate.

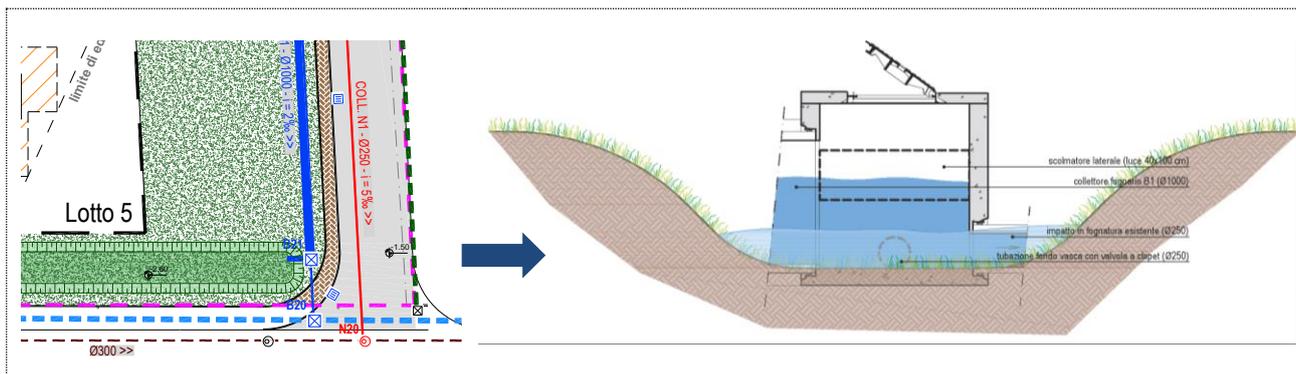


Figura 4.4.1: Schematizzazione della rete in nodi e collettori

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 9 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

5 MODELLAZIONE IDROLOGICA

5.1 CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Lo studio idrologico ha lo scopo di definire l'entità delle piogge che sollecitano il bacino. La procedura classicamente seguita nello studio dei dati pluviometrici comporta la scelta delle stazioni pluviografiche più vicine e l'elaborazione statistico-probabilistica dei dati ad esse relativi. Per identificare il regime pluviometrico si sono assunte come riferimento le curve di possibilità pluviometrica proposte dal Consorzio di Bonifica Parmense ed elaborate a partire dalle altezze di pioggia misurate nella stazione pluviometrica dell'Ufficio idrografico di Parma (1955-2017). Per quanto riguarda la valutazione degli afflussi meteorici si fa riferimento a valori di pioggia con ricorrenza centennale coerenti sia con i criteri progettuali delle reti di fognatura, con un significativo grado di sicurezza, sia con quelli indicati dal Consorzio di Bonifica Parmense. Per i bacini di fognatura di piccole e medie dimensioni le piogge critiche sono rappresentate da scrosci molto intensi e di breve durata e la valutazione dell'intensità di pioggia fa quindi riferimento ad eventi di questo tipo. Per il caso in oggetto si considerano eventi con ricorrenza statistica TR=100 anni che corrispondono alla curva di possibilità pluviometrica (secondo la legge probabilistica di Gumbel):

$$h = 61.43 t_p^{0,297}$$

dove

h = altezza in mm

t_p = tempo di pioggia in ore.

Si sono altresì prese in esame le curve pluviometriche rispettivamente con tempi di ritorno TR=2 anni per la verifica di eventi più frequenti in regime "semi-ordinario" e con tempi di ritorno TR=50 anni per la compatibilità idraulica dei sistemi di laminazione privati.

$$\text{TR} = 2 \text{ anni} \quad h = 25.60 t_p^{0,242}$$

$$\text{TR} = 50 \text{ anni} \quad h = 55.51 t_p^{0,293}$$

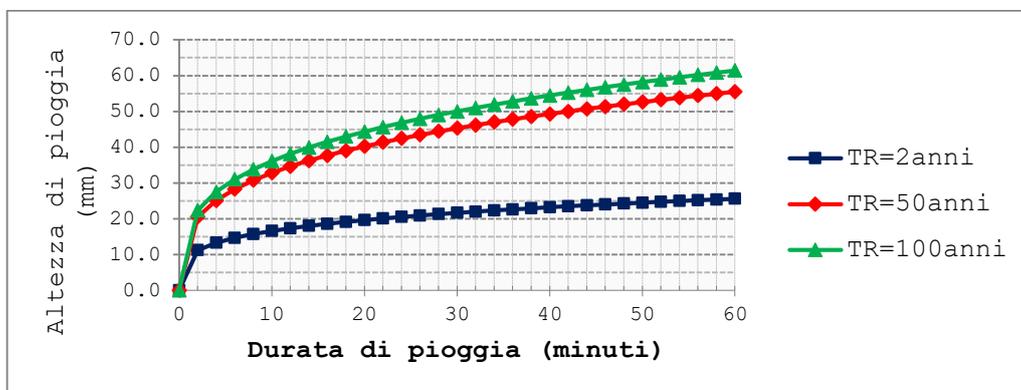


Figura 5.1.1: Curve di possibilità pluviometrica di progetto

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 10 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

A partire dalle curve di possibilità pluviometriche di cui sopra si sono costruiti gli ietogrammi sintetici di tipo Chicago con posizione del picco posto a 0.35-0.5 della durata della pioggia. Sono stati simulati eventi di 1-2-3-6-12-15 ore per una valutazione degli eventi critici in termini di portate e volumi. Si è adottato un evento di pioggia di 60' scandito da passi temporali di 2' per una valutazione delle portate critiche, mentre si è adottato un evento di pioggia di 120' scandito da passi temporali di 2' per una valutazione dei massimi volumi di laminazione. La scansione temporale consente di simulare adeguatamente, attraverso il modello, gli effetti degli scrosci di più breve durata ma di massima intensità che rappresentano la condizione più critica per le piccole reti urbane o sub-urbane; in Figura 5.2 si riportano gli ietogrammi di progetto.

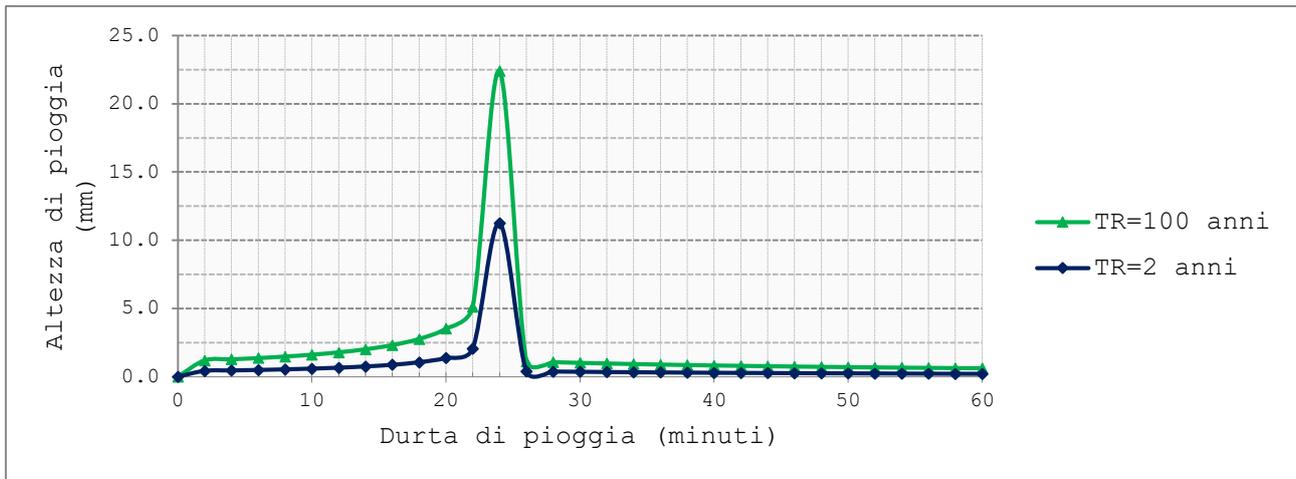


Figura 5.1.2: Ietogrammi di progetto tipo Chicago durata 60 minuti

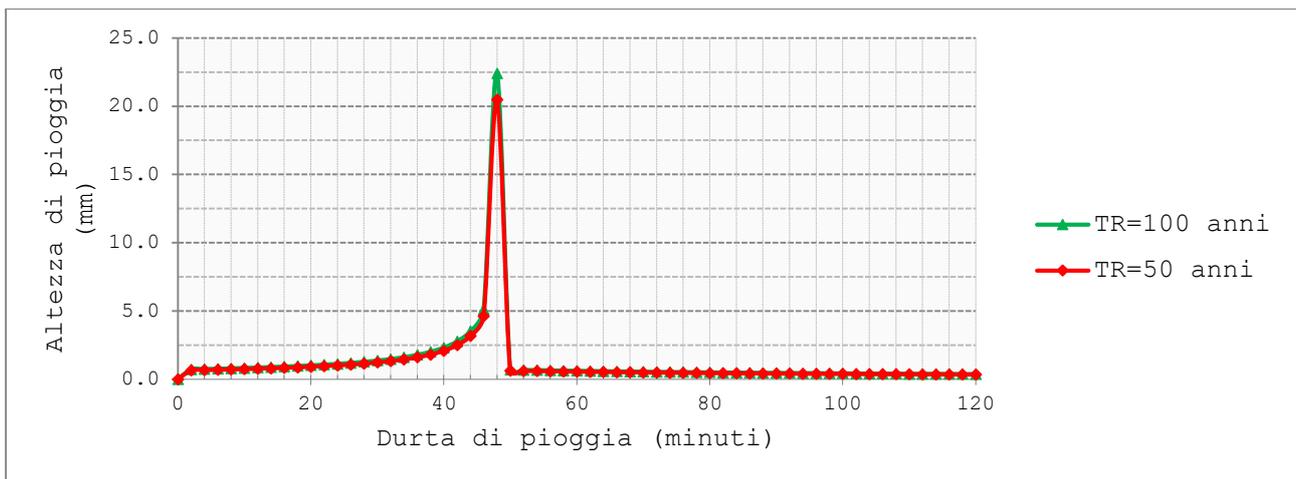


Figura 5.1.3: Ietogrammi di progetto tipo Chicago durata 120 minuti

	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 11 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

5.2 PORTATE GENERATE

Gli idrogrammi di piena e i valori di picco delle portate sono stati calcolati tramite il modello idrodinamico SWMM (Storm Water Management Model).

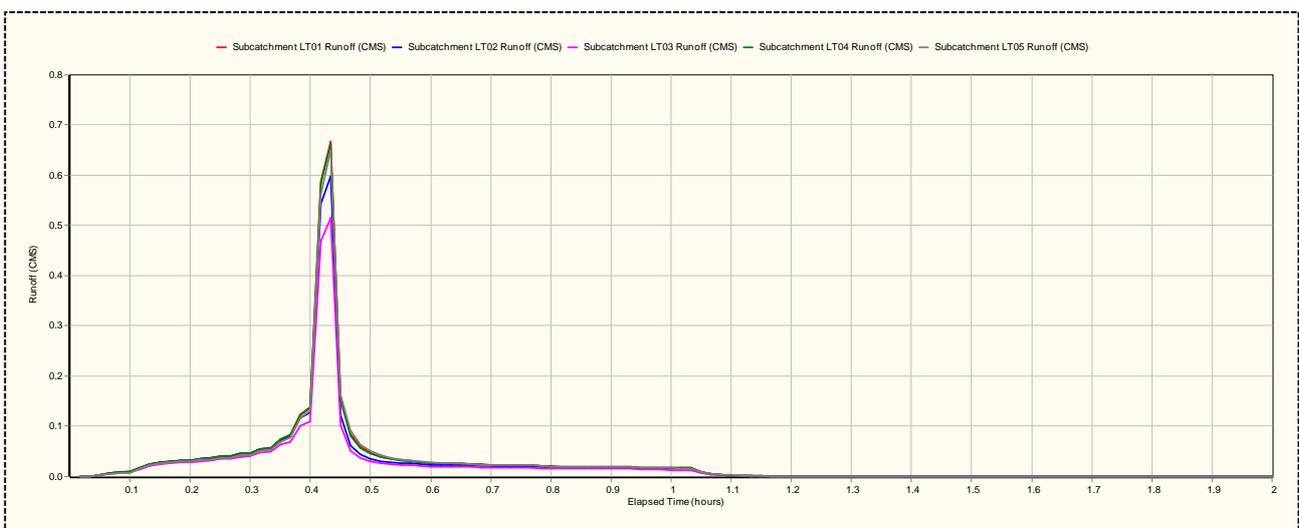
Sono stati simulati eventi di durata 12 ore al fine di evidenziare anche la fase di esaurimento e completo svuotamento della rete fognaria una volta terminata la precipitazione. La schematizzazione della rete procede sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti.

I risultati idrologici del modello SWMM sono prodotti dal modulo "Runoff" che simula la trasformazione afflussi-deflussi su tutti i sottobacini in cui è stata suddivisa l'area di progetto; essi tengono conto della condizione dei sottobacini, variabile nel tempo per effetto della variabilità della precipitazione, dell'infiltrazione, dell'evaporazione e del drenaggio, indipendentemente dalle condizioni di deflusso in rete. Con sostanziale aderenza alla realtà dei fenomeni fisici a scala di sottobacino, si ipotizza quindi che le vicende idrologiche delle superfici scolanti non siano condizionate da quelle idrauliche della fognatura sottostante.

I risultati idrologici rappresentano le sollecitazioni che i bacini imbriferi trasmettono al reticolo drenante per effetto delle piogge. Essi sono pertanto significativi nelle sezioni di recapito ai collettori che direttamente sottendono uno o più sottobacini tributari.

Le figure seguenti (Fig. 5.2.1) propongono, per una durata di pioggia oraria, con la scansione 2' e per il tempo di ritorno di 100 anni, l'andamento temporale degli idrogrammi di piena generati dai vari sottobacini; gli idrogrammi più consistenti si riferiscono ai bacini arealmente più cospicui; gli idrogrammi corrispondenti a bacini di dimensioni areali più ridotte raggiungono invece una condizione prossima alla stazionarietà al termine della precipitazione, ipotizzata di intensità costante ogni 2' ed uniforme sull'intera superficie drenata. Le portate calcolate dal modello SWMM non tengono conto di eventuali immissioni artificiali non dipendenti dall'andamento delle piogge e delle condizioni idrologiche del bacino: tali deflussi possono essere aggiunti tronco per tronco a posteriori.

TR=100 ANNI DURATA 60 MINUTI:



	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 12 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

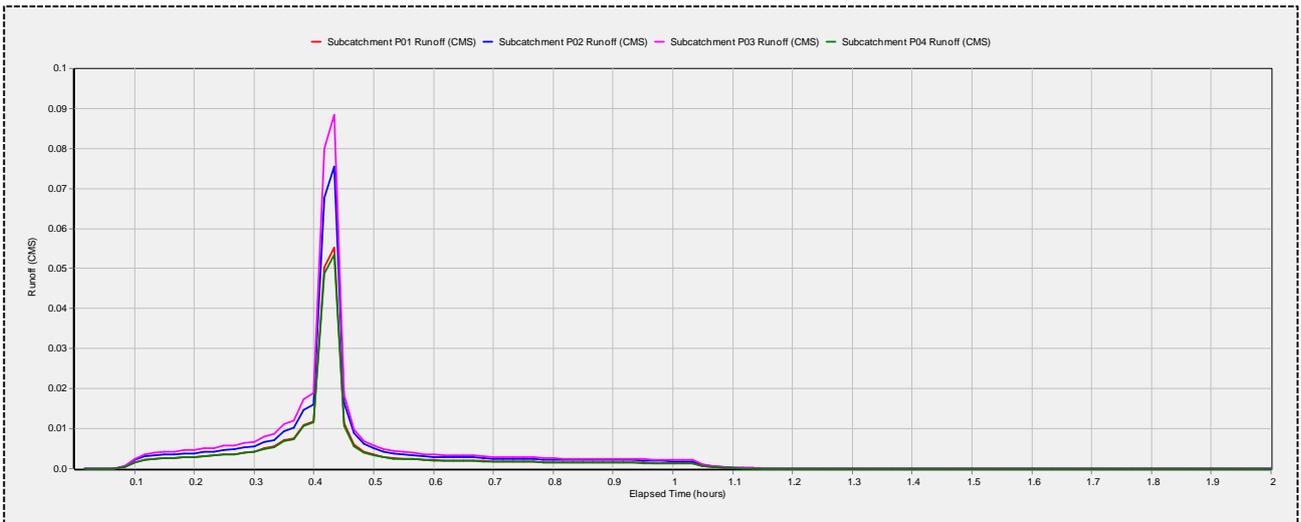
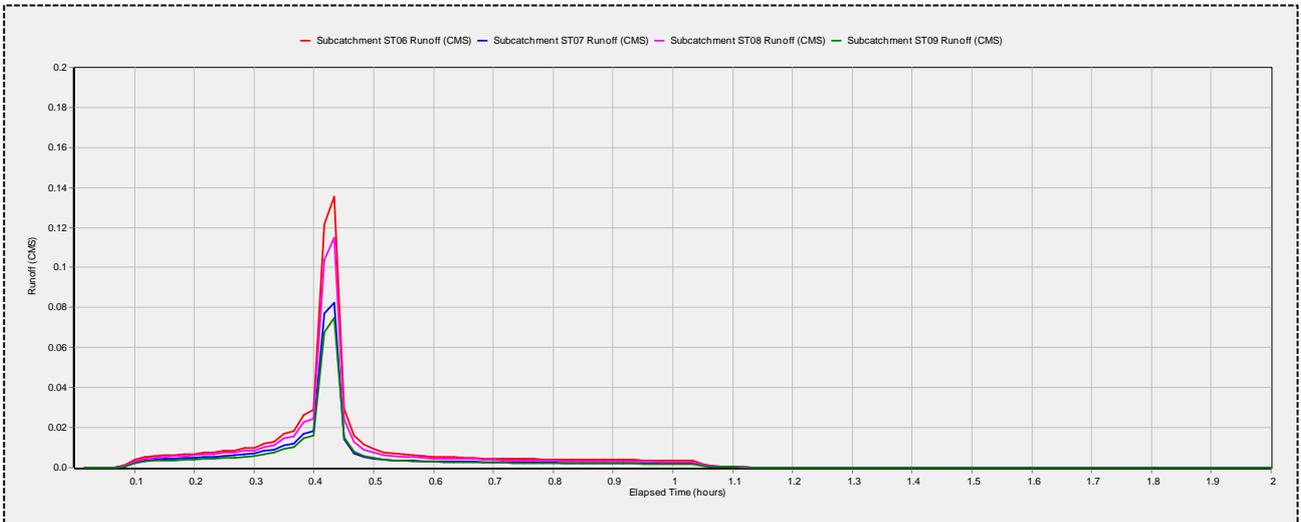
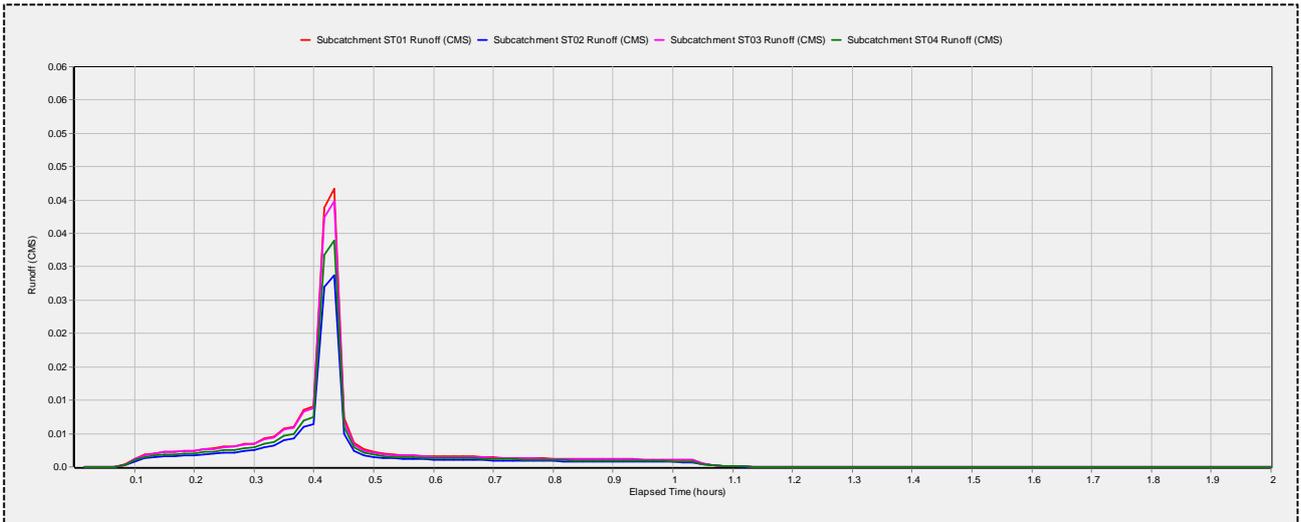


Figure 5.2.1: Idrogrammi di piena generati dai sottobacini (TR=100 anni durata 60 minuti)

 P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA		Pag. 13 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	

6. MODELLAZIONE IDRAULICA

La progettazione e verifica numerica delle condizioni di funzionamento idraulico della rete di comparto, precedentemente pre-dimensionata, è stata svolta con il codice di calcolo SWMM attraverso il modulo "Flow Routing". In questa fase il modello rappresenta la trasformazione degli idrogrammi entranti esposti nel paragrafo precedente in correnti idriche monodimensionali che confluiscono e si propagano lungo i collettori fognari; matematicamente il processo è ancora rappresentato dalla soluzione di un sistema di equazioni differenziali (equazioni complete di De Saint Venant) che governano il bilancio della massa liquida (equazione di continuità) e della corrispondente energia meccanica (equazione del moto vario) in ciascuno dei tronchi elementari costituenti i collettori a cielo chiuso in cui si articola la rete drenante di progetto.

Il modello impone contemporaneamente le condizioni al contorno attraverso equazioni che riguardano l'identità del livello in tutti gli estremi di tubazioni che connettono lo stesso nodo; le condizioni al contorno ai nodi estremi di monte sono costituite dagli idrogrammi scaricati dai sottobacini; la condizione al nodo estremo di valle ovvero al recapito nel corpo idrico ricettore è stata assunta *FREE*, ovvero come la minima altezza tra l'altezza critica e l'altezza di moto uniforme nella condotta.

L'unico parametro fisico di questo modulo del modello SWMM, il coefficiente di Manning n dei collettori, è stato assunto pari a $n=0.012 \text{ s/m}^{1/3}$.

La simulazione del funzionamento della rete prevede il calcolo dei livelli in tutti i nodi del sistema e della portata in tutti i collettori per ognuno degli istanti in cui è stato discretizzato l'intervallo di tempo di integrazione delle equazioni differenziali. Gli eventi di riferimento sono stati simulati per un intervallo di 12 ore per includere oltre alla fase di concentrazione e di colmo della piena anche quella di esaurimento.

Portate e livelli sono quindi disponibili per tutti gli istanti di tempo e consentono di costruire i rispettivi idrogrammi risultanti di collettore e di nodo. Questi consentono di verificare i valori massimi raggiunti in ogni porzione della rete ed eventuali instabilità nel funzionamento.

I risultati prodotti dal modello SWMM sono esemplificati nelle figure seguenti e commentati evidenziando eventuali singolarità e/o anomalie.

Si sottolinea come tutti i risultati ottenuti, a favore di sicurezza, non tengano conto dell'ulteriore effetto laminante conseguente alle semplificazioni apportate nella costruzione del modello, ovvero:

- Definizione della rete di drenaggio e scolo interna ai lotti;
- Definizione dei sottobacini stradali afferenti alle singole caditoie;

In ogni sottobacino, il funzionamento idraulico di tubazioni e canalette è stato così tradotto in un'unica superficie di scorrimento e computato attraverso il modulo idrologico *Runoff*.

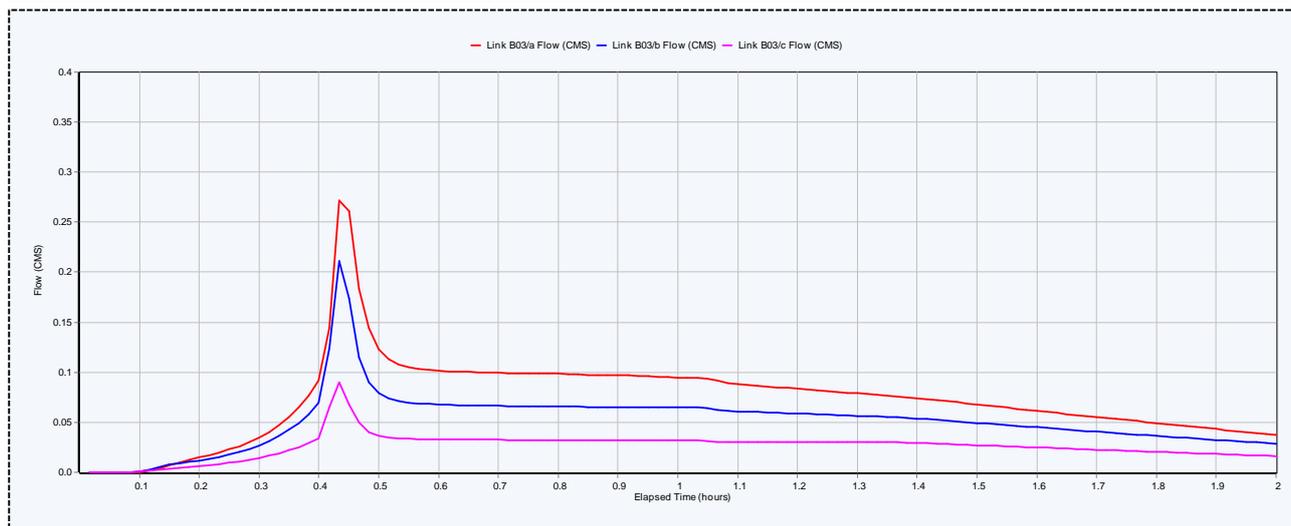
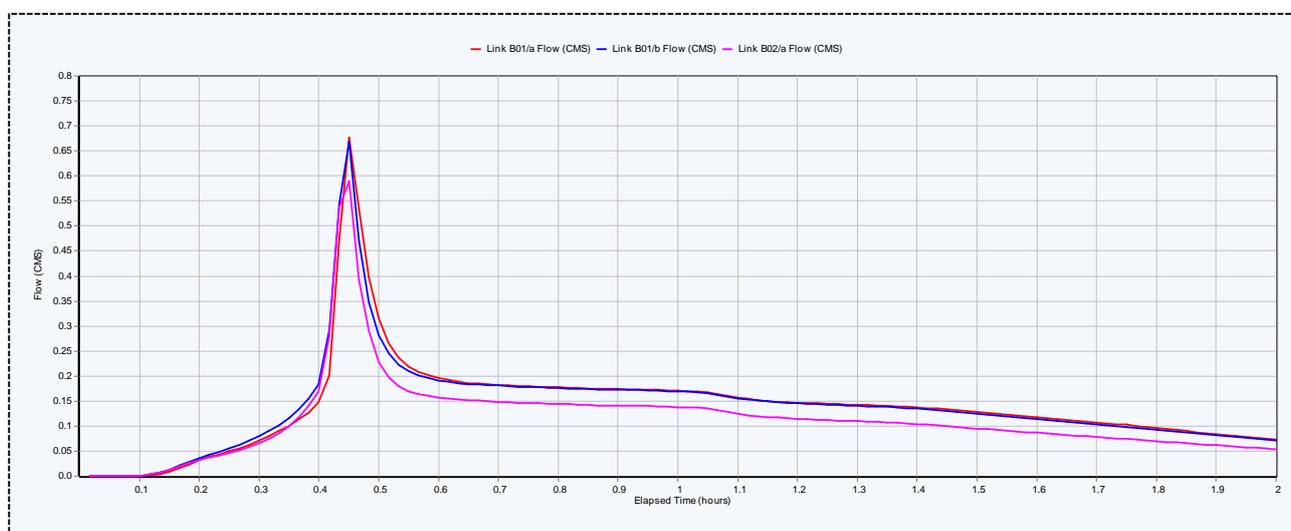
	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 14 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

6.1 IDROGRAMMI DEI COLLETTORI

Dagli idrogrammi generati (Fig. 6.1.1) si osserva un deflusso nei collettori abbastanza regolare con un aumento delle portate per i tratti di valle per il sommarsi dei contributi in ingresso. Si riportano comunque le seguenti annotazioni:

- Il picco degli idrogrammi è localizzato intorno ai 25 minuti dall'inizio della precipitazione;
- Da tutti gli idrogrammi è evidente la funzione laminante, conseguente ai limiti allo scarico imposti a valle del comparto, che tende ad esaurirsi dopo 90 minuti dall'inizio dell'evento meteorico;

TR=100 ANNI DURATA 60 MINUTI:



	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA		Pag. 15 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	

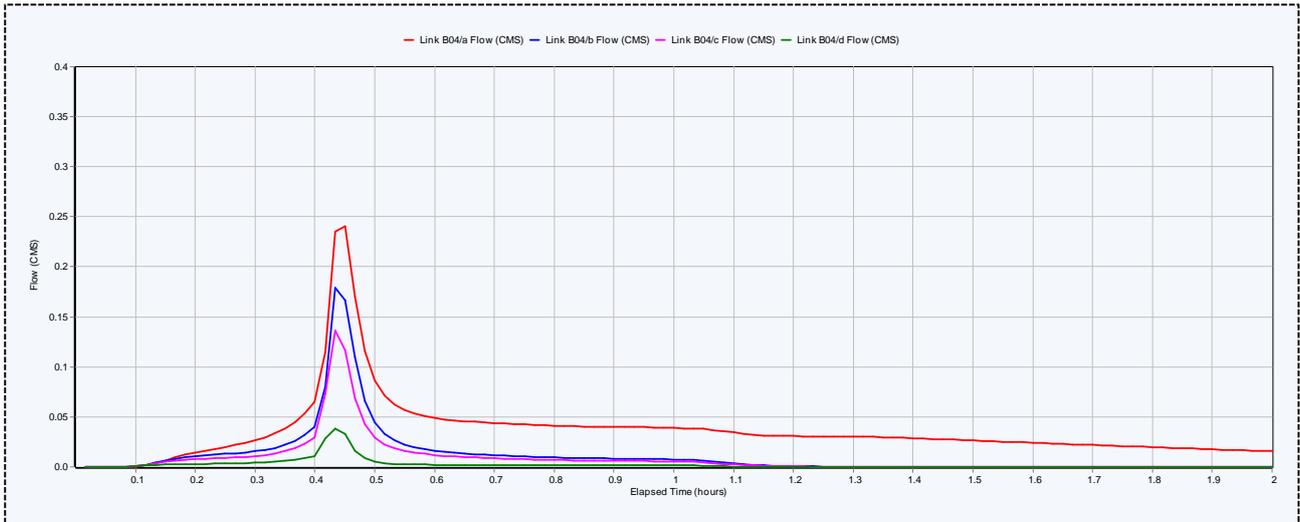
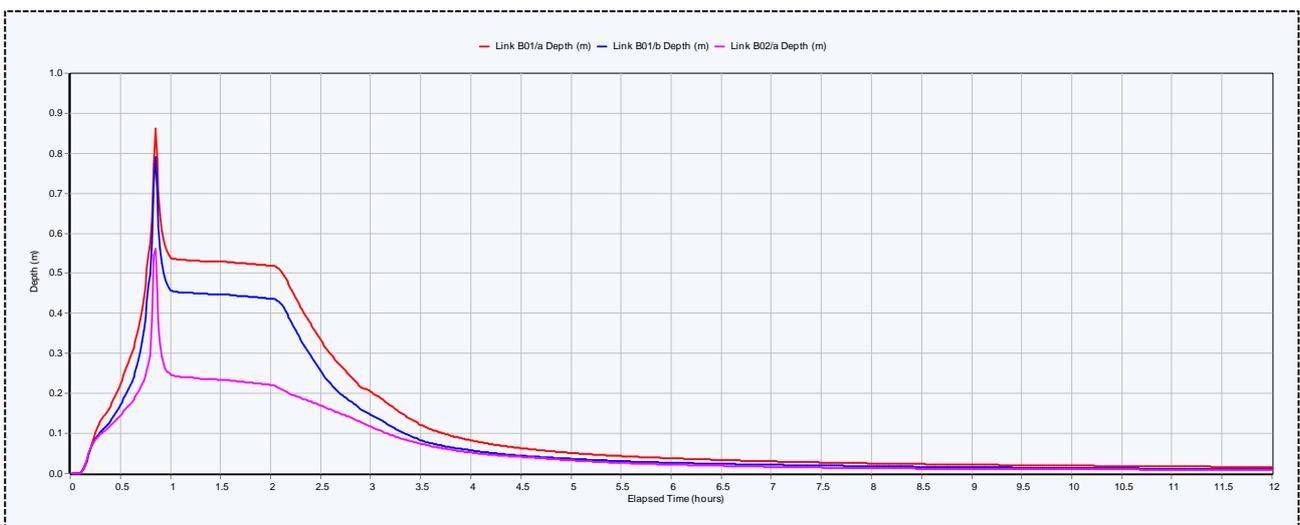


Figure 6.1.1: idrogrammi di piena nei collettori (TR=100 anni durata 60 minuti)

6.2 LIVELLI IDRICI NEI COLLETTORI E NEI NODI

Per quanto riguarda i livelli idrici all'interno dei collettori si registra un funzionamento a pelo libero ed il rispetto di un sufficiente franco di sicurezza. Non si registrano particolari criticità con un grado di riempimento medio nei condotti contenuto tra il 30% e il 50%. Livelli idrici superiori interessano i collettori in concomitanza con il picco degli idrogrammi di piena, che perdura per non più di 5 minuti (Fig. 6.2.1) e che tuttavia è ritenuto non rilevante ai fini della sicurezza e della funzionalità idraulica. Simulando un evento "semi-ordinario" (TR=2 anni) si osserva una significativa riduzione dei colmi inferiori al 50% dell'altezza utile per il tratto di valle ed inferiore al 30% per i restanti tratti. (Fig. 6.2.2).

TR=100 ANNI DURATA 120 MINUTI



	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 16 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

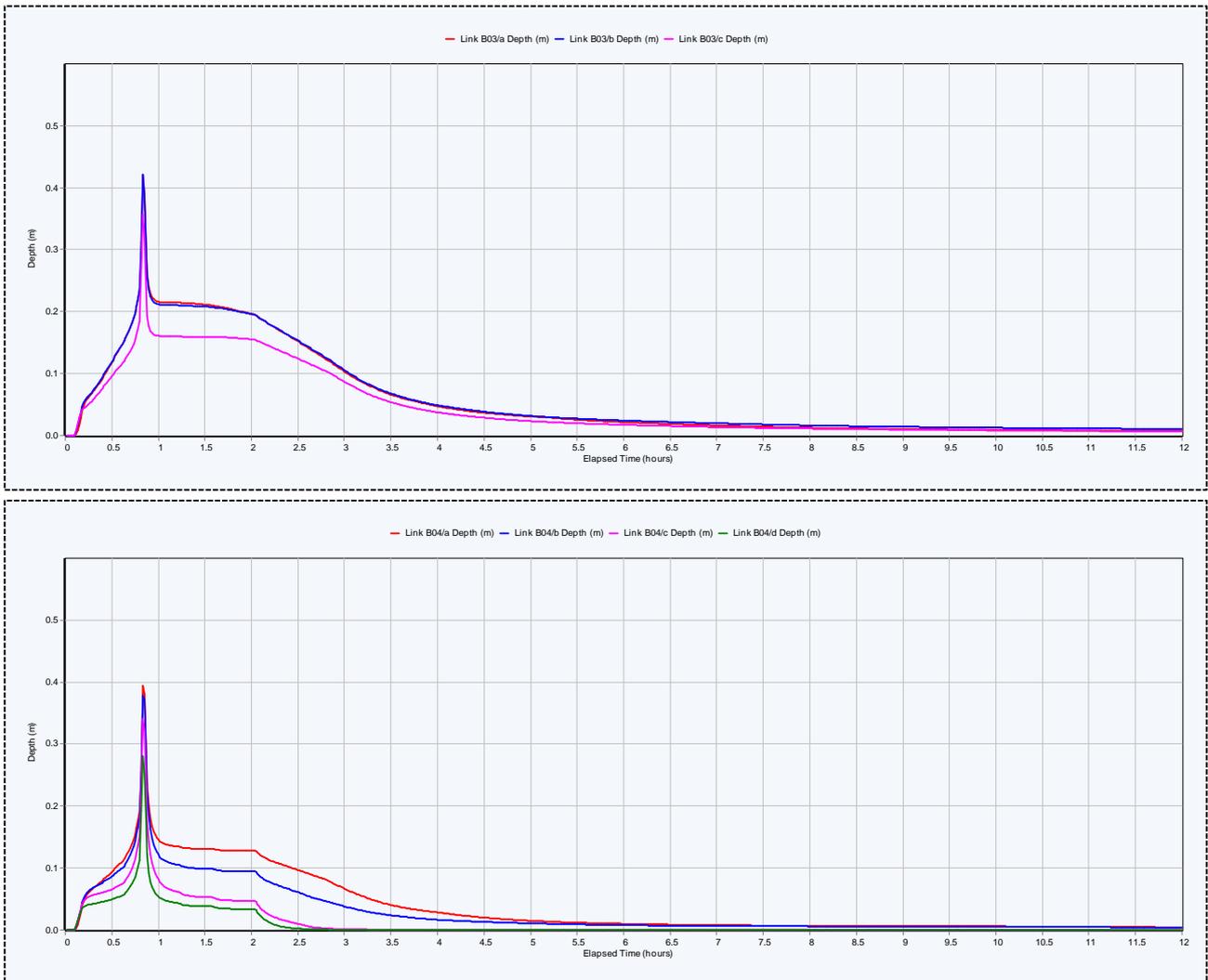


Figure 6.2.1: Livelli idrici nei collettori (TR=100 anni durata 120 minuti)

TR=2 ANNI DURATA 60 MINUTI

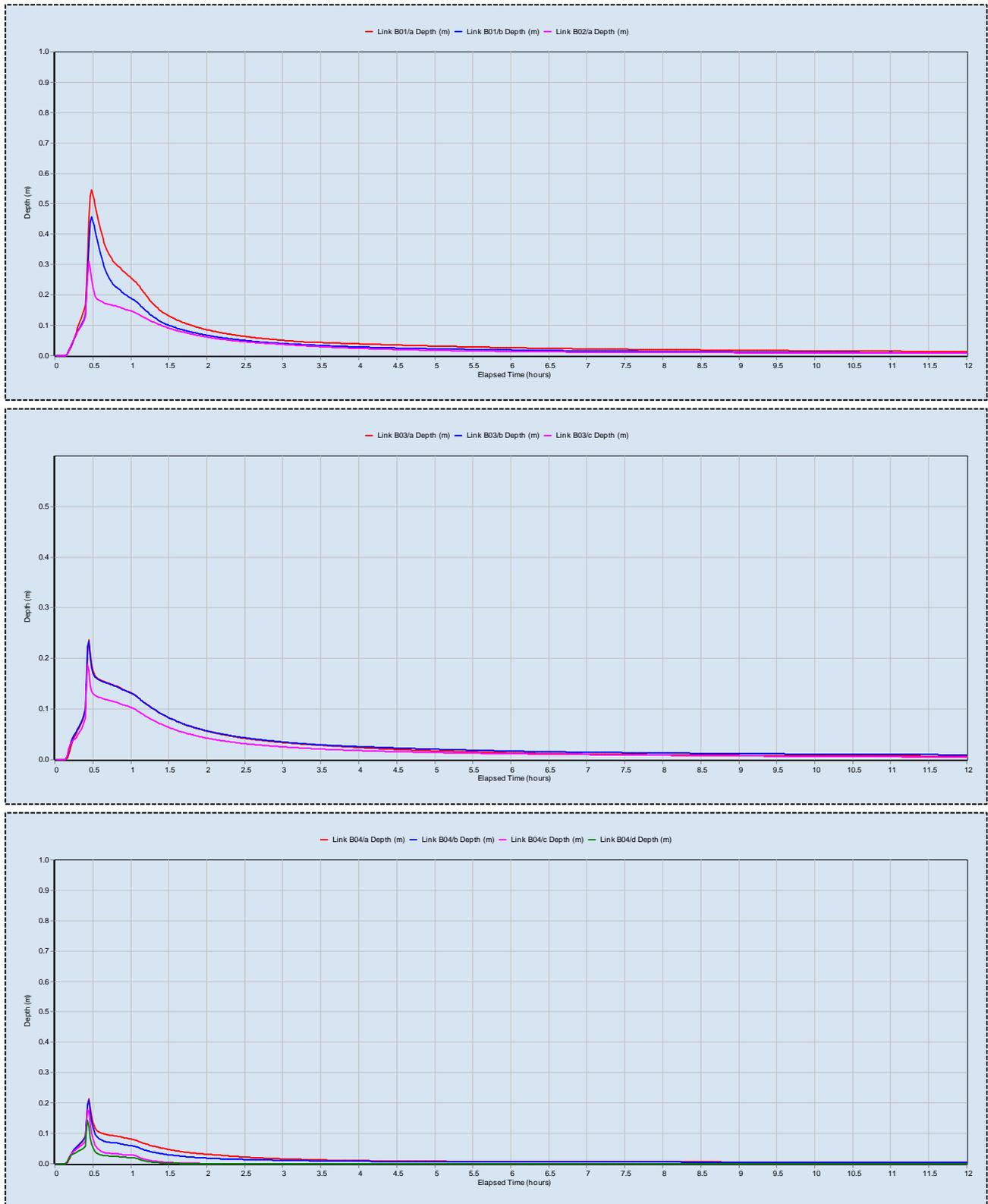


Figure 6.2.2: Livelli idrici nei collettori (TR=2 anni durata 60 minuti)

	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA		Pag. 18 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	

I pozzetti di ispezione presentano profondità che variano da 1.5 a 2,3 m dal piano stradale. Quelli più sollecitati in termini di altezza idrica sono quelli in prossimità della confluenza nel collettore B1 che non presentano tuttavia fenomeni di tracimazione in concomitanza dell'evento di progetto per l'attivazione dello scarico di troppo pieno su area verde. I risultati, grafici e numerici, evidenziano la generale regolarità della soluzione schematizzata e simulata. In Figura 6.2.3 si riporta il massimo profilo idrico raggiunto nella rete per l'evento di critico, mentre in Figura 6.2.4 quello relativo ad un evento "semi-ordinario".

Si precisa come la simulazione svolta implica il rispetto da parte dei lottizzanti privati delle prescrizioni imposte per lo scarico in fognatura pubblica, che per i macro-lotti residenziali prevede una portata massima di 30 l/s.

TR=100 ANNI DURATA 120 MINUTI:

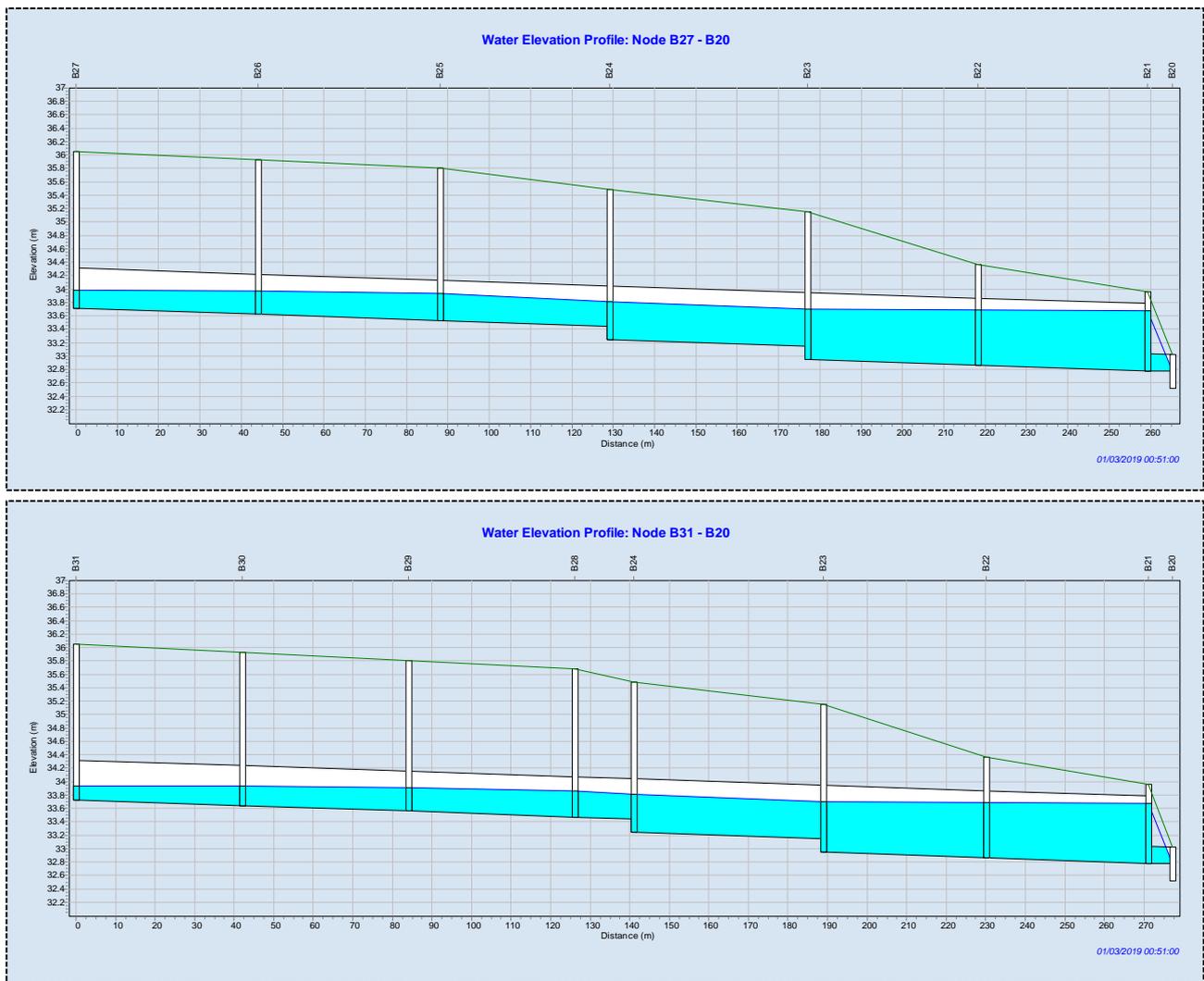


Figure 6.2.3: Livelli idrici massimi nella rete (TR=100 anni durata 120 minuti)

	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 19 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

TR=2ANNI DURATA 60 MINUTI:

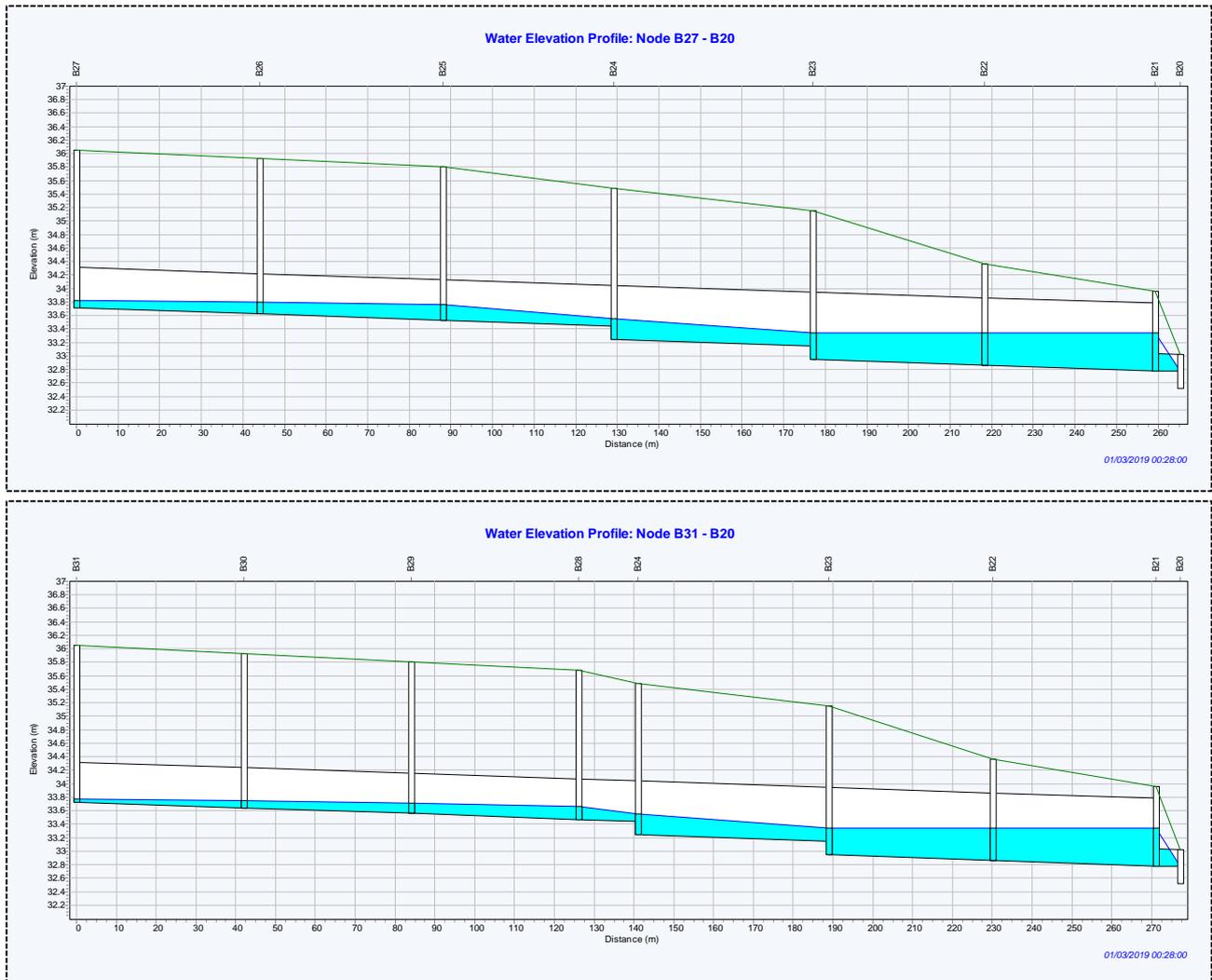


Figure 6.2.4: Livelli idrici massimi nella rete (TR=2 anni durata 60 minuti)

6.3 VELOCITA' DELLA CORRENTE

Considerata l'esigua pendenza di posa dei collettori del 2‰ e la funzione laminante degli stessi, ne conseguono velocità della corrente modeste e ampiamente contenute entro i limiti individuati dalla *Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633/74* che indica la velocità massima delle portate pluviali nelle canalizzazioni in 5 m/s.

Nelle figure sottostanti (Figura 6.3.1 e Figura 6.3.2) si osserva come la velocità della corrente rimanga sempre entro i limiti di cui sopra. Le fluttuazioni che si osservano sono determinate dalla funzione di invaso che svolgono i collettori e dagli apporti puntuali dei lotti privati.

	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA		Pag. 20 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	

TR=100ANNI DURATA 60 MINUTI:

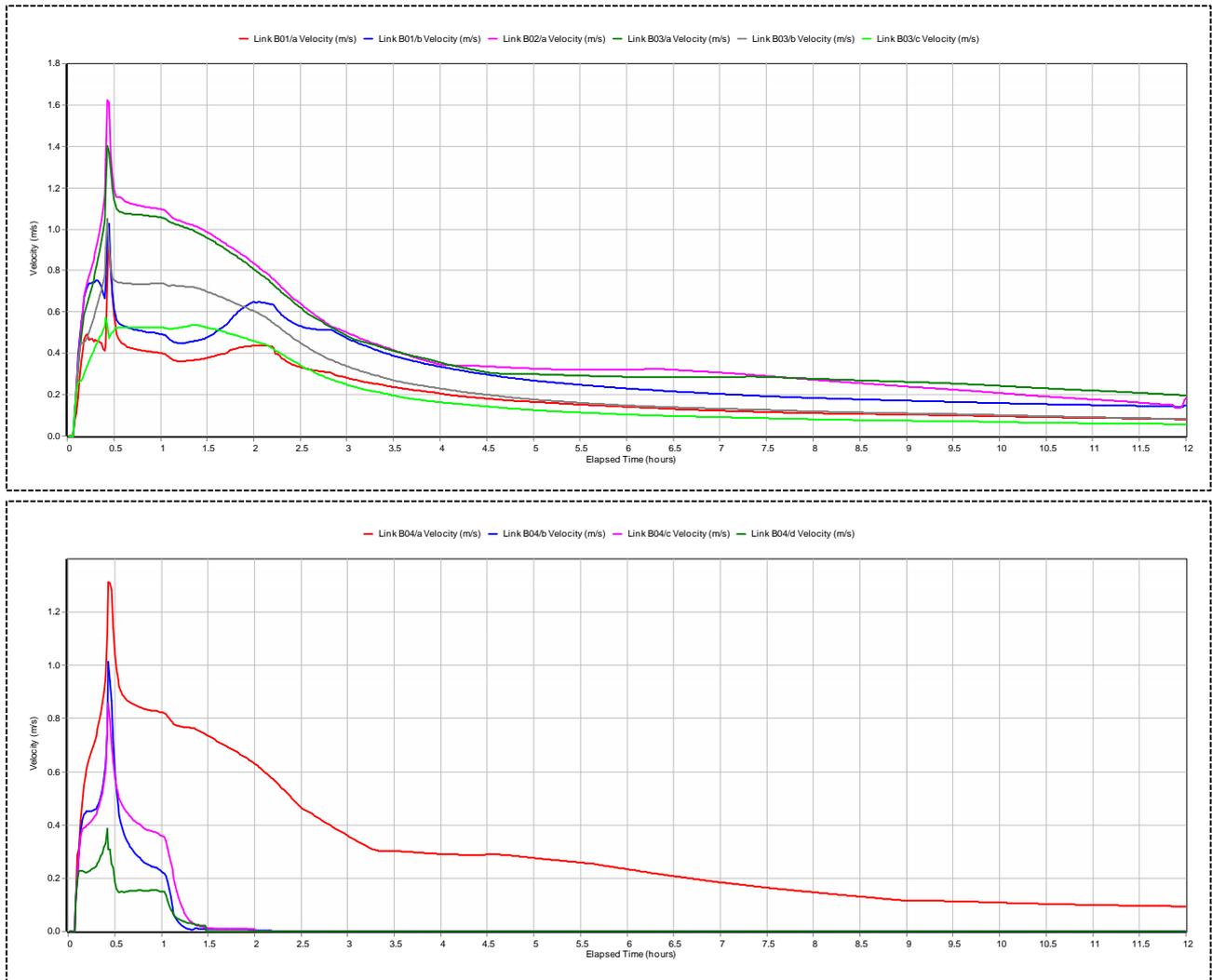


Figure 6.3.1: Velocità della corrente nei collettori (TR=100 anni durata 60 minuti)

TR=2ANNI DURATA 60 MINUTI:

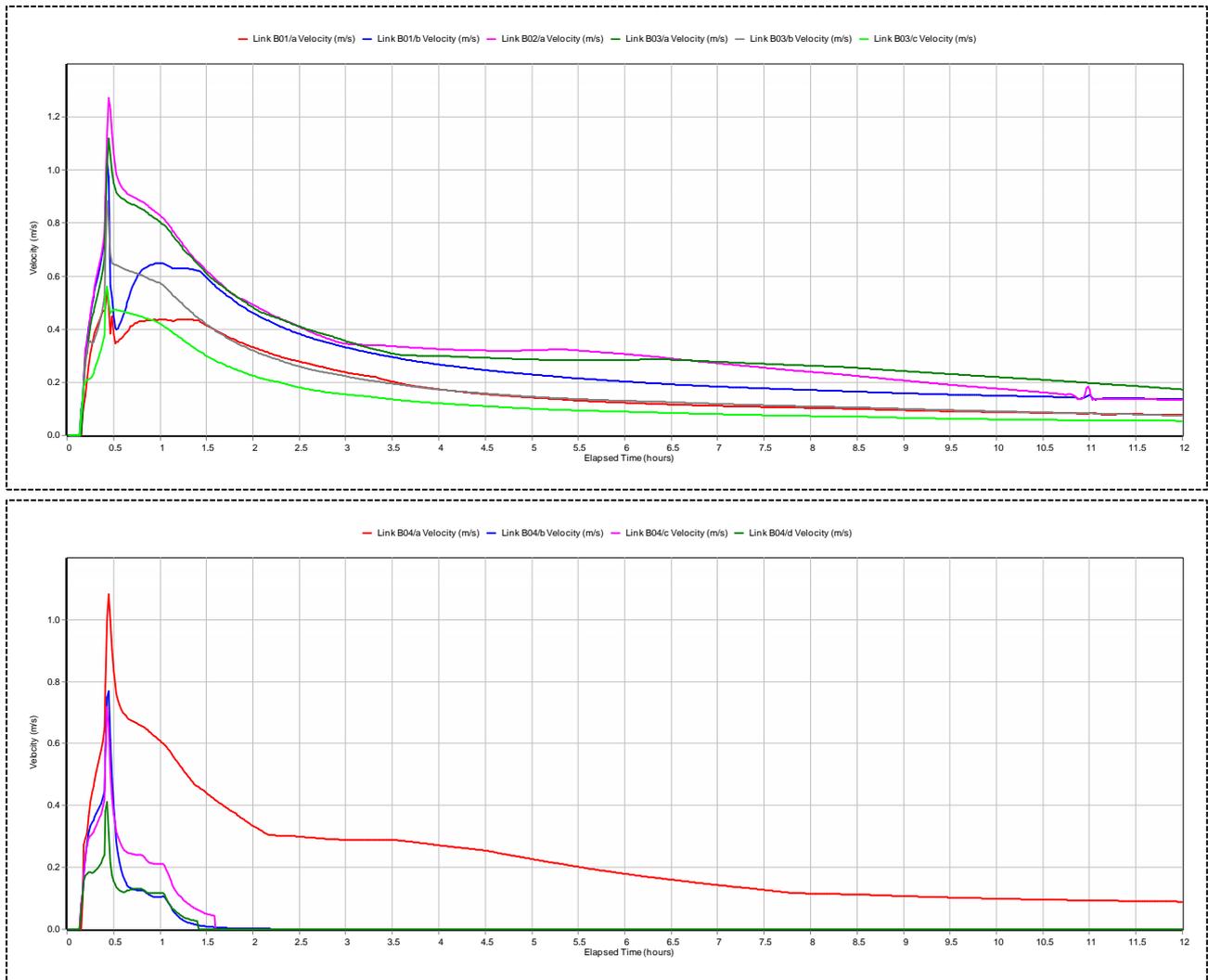


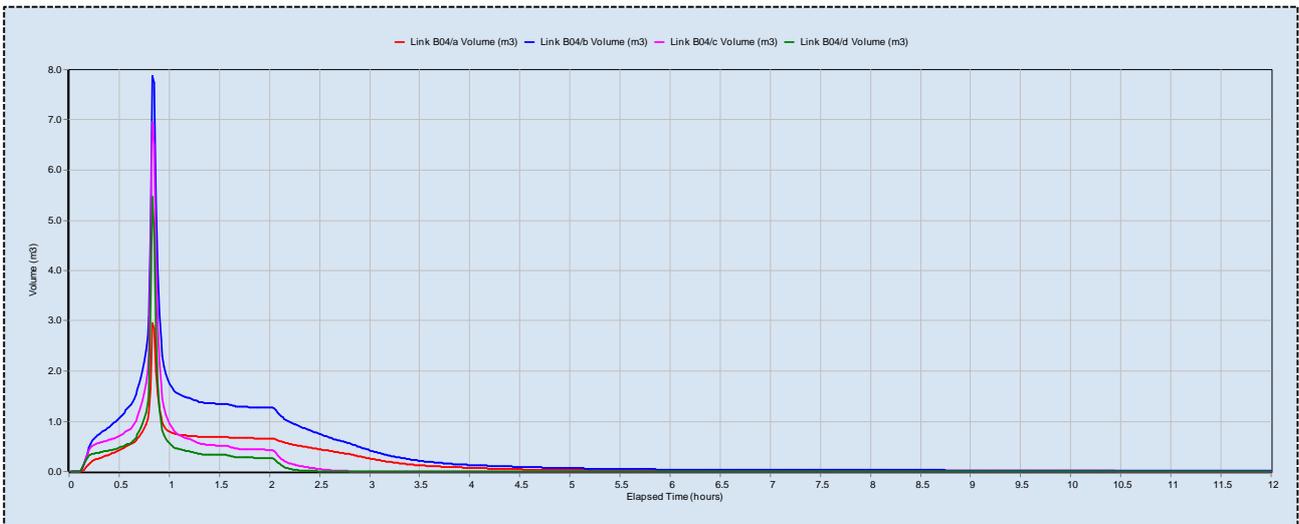
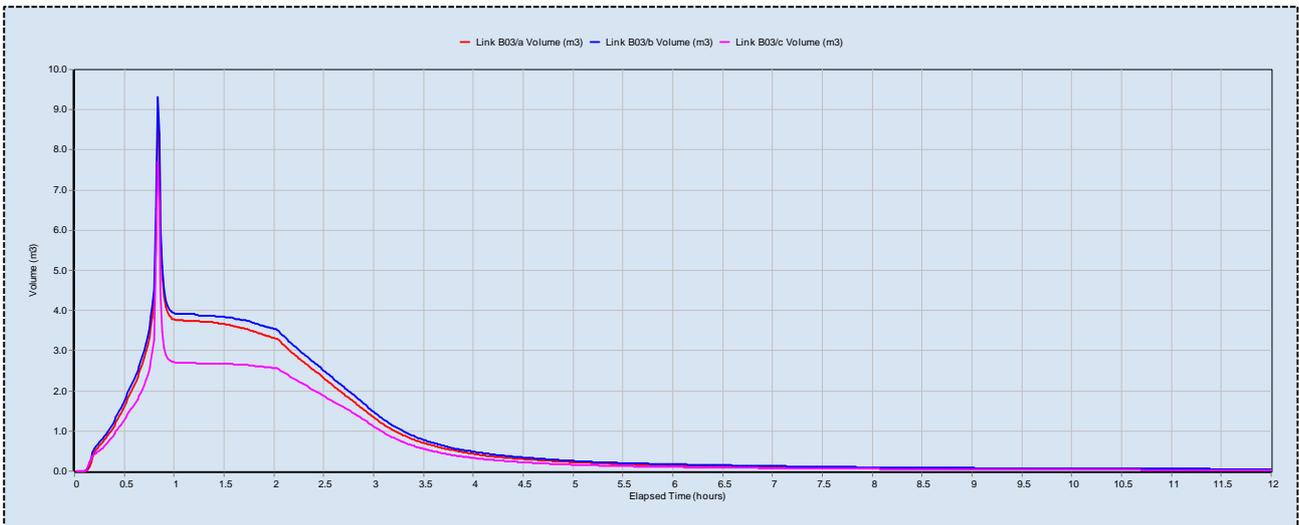
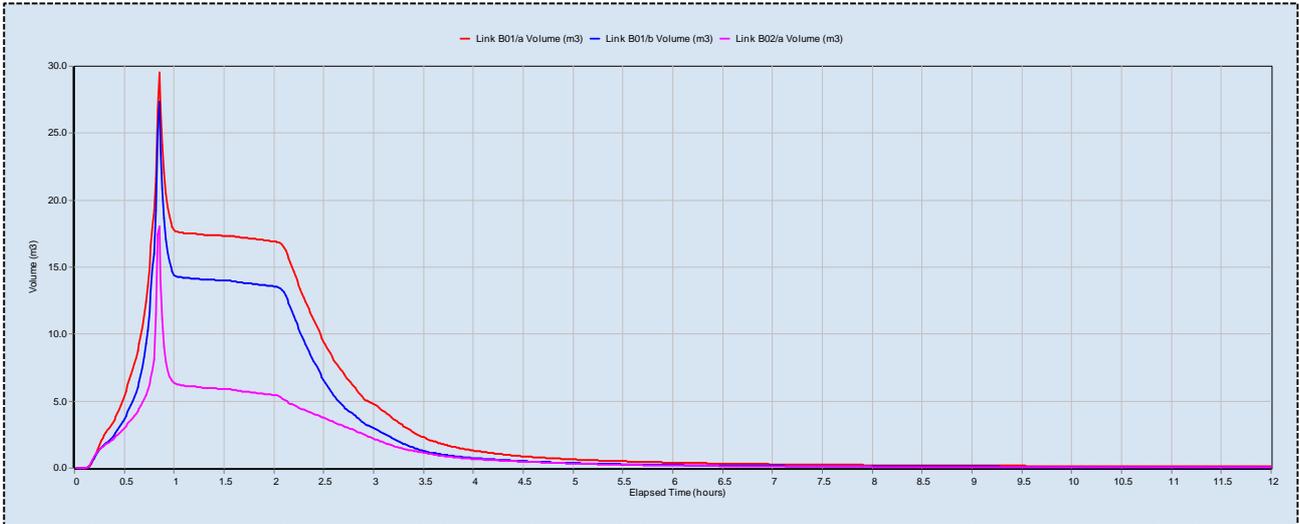
Figure 6.3.2: Velocità della corrente nei collettori (TR=2 anni durata 60 minuti)

6.4 VOLUMI DI LAMINAZIONE

In Figura 6.4.1 si riporta il volume invasato nei collettori pubblici (TR100 anni), mentre in tabella 6.4.2 si riportano i volumi di laminazione stimati per le lottizzazioni private con portata di scarico non superiore ai 30 l/s (TR50 anni). Il sistema complessivo, nelle condizioni di progetto simulate e assumendo che la rete fognaria esistente sia in grado di ricevere le portate in uscita dal comparto, è lamina circa 896 m³, di cui 210 m³ attraverso la rete pubblica e la restante parte all'interno dei lotti privati. In tali condizioni l'area a verde depressa con funzioni di invaso immagazzina un volume di circa 85 m³ per un'altezza massima di riempimento di 43 cm che perdura per pochi minuti. Dopo circa 4 ore dall'inizio dell'evento meteorico l'altezza idrica all'interno del bacino è inferiore ai 10 cm per uno svuotamento completo entro le 12 ore successive.

	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA		Pag. 22 di 29
	Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	

TR=100ANNI DURATA 120 MINUTI:



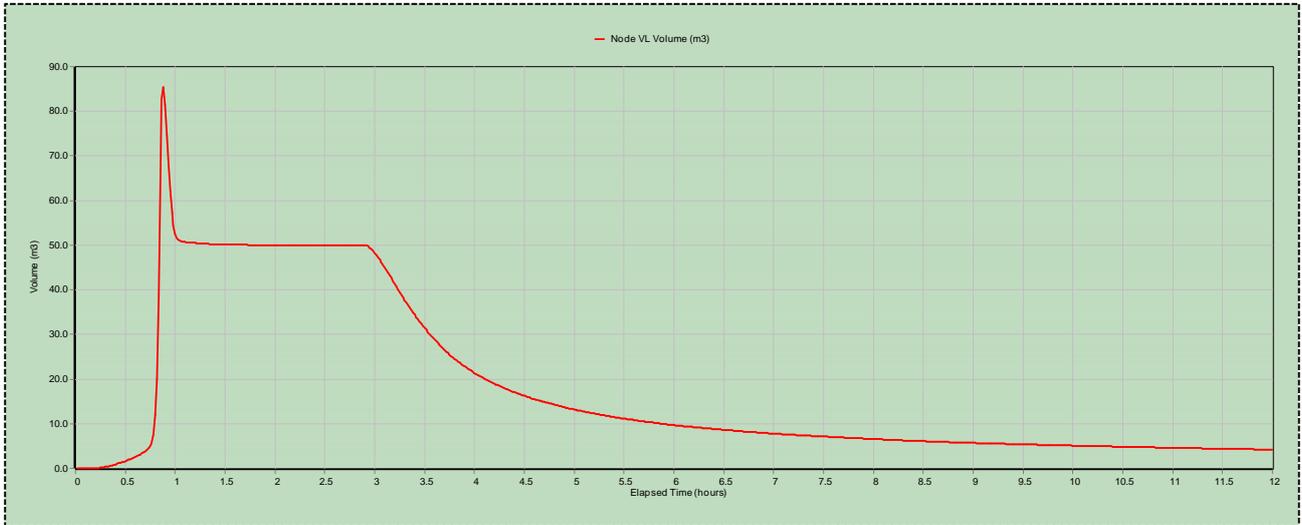


Figure 6.4.1: Volumi di laminazione nel bacino e nei collettori pubblici TR=100 anni

VOLUMI DI LAMINAZIONE NEI MACRO-LOTTI PRIVATI:

codice	SWMM (TR100 120 minuti Chicago) m ³	SWMM (TR50 60 minuti Chicago) m ³	Metodo delle sole piogge (TR50 anni – CPP<1h) m ³
-			
LT01	155.21	119.45	57.99
LT02	142.34	109.84	56.54
LT03	121.04	93.63	46.79
LT04	151.94	117.55	58.82
LT05	151.06	115.24	51.16

Tabella 6.4.2: Volumi di laminazione nei lotti residenziali TR=50 anni

I volumi sopraindicati sono indicativi e riferiti ad ipotesi esemplificative come sopra illustrate. Un calcolo di dettaglio dei volumi di laminazione interna ai macro-lotti dovrà essere svolto in sede ai singoli PdC in virtù dello sviluppo della rete interna e della permeabilità delle superfici, mantenendo quale prescrizione una portata limite allo scarico di 30 l/s.

6.5 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEL CORPO RICETTORE E RISCHIO D'INSUFFICIENZA

Ad ulteriore garanzia contro eventuali fenomeni di allagamento si sono esaminate le condizioni di parziale insufficienza da parte del corpo idrico ricettore (Fognatura pubblica Acque Bianche su Str. di Chiozzola in Bogolese) ad accogliere le portate di scarico previste.

In particolare si sono esaminate riduzioni della portata massima di scarico della bocca tarata del 75%-50%-25% simulando eventi di durata 120 minuti con TR100-TR50-TR25 anni e stimando il volume di allagamento (Tab.6.5.1)

Portata allo scarico	Volume di allagamento (mc)		
	TR100	TR50	TR25
100%	85	75	65
75%	100	87	74
50%	114	100	84
25%	125	112	98

Tab.6.5.1 – Stima dei volumi di allagamento per insufficienza del corpo idrico ricettore

Nelle condizioni più critiche la **capacità di laminazione totale del comparto** risulta di circa **980 m³**, e quindi superiore ai 600 m³/ha di superficie di trasformazione (calcolati nel caso specifico in circa 952 m³). Si ritiene che nel complesso l'intero sistema soddisfi in modo esaustivo le prescrizioni tecniche degli enti (IRETI e Consorzio della Bonifica Parmense) sia come parametri progettuali in ingresso (TR100 invece che TR50 - utilizzato di norma per le reti fognarie – e ietogramma Chicago invece che di tipo triangolare) garantendo il contenimento e la laminazione delle acque anche in condizioni particolarmente gravose dovute ad una temporanea insufficienza del reticolo idrografico esistente.

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 25 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

6.6 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE RETE ACQUE BIANCHE

I collettori principali sono previsti in CLS autoportante per carichi di I^a categoria, giunto a bicchiere e anello elastomerico a tenuta, con letto di posa e rinfianco in calcestruzzo. I diametri e le pendenze sono rilevabili dalla planimetria (cfr. Elab. PUA 04) e rispondono, con adeguato coefficiente di sicurezza, al dimensionamento di calcolo. In particolare si prevedono diametri variabili tra i $\Phi=600$ mm e $\Phi=1000$ mm e pendenze dei condotti del 2‰.

Le caditoie sono previste con pozzetti in CLS di dimensioni 50x50 cm dotati di sifone tipo Milano esterno al pozzetto, con altezza del tubo di scarico dal fondo pozzetto di 50 cm per avere un idoneo volume di sedimentazione per il materiale particolato, completi di chiusino a griglia in ghisa con classe minima C250 (superficie minima di scarico 800 cmq) e tubazione in uscita PVC SN8 diametro $\Phi=125$ mm.

Le ispezioni sono previste con camerette in CLS prefabbricato di dimensioni 1200x1200 mm e 1000x1000 mm con torrino di ispezione completato da chiusino circolare in ghisa sferoidale classe minima D400; all'interno delle ispezioni è prevista l'interruzione della tubazione e fondello idraulico riportato in opera. La scaletta di discesa, tipologia alla marinara, dovrà essere realizzata con gradini singoli infissi alle pareti in acciaio inox o acciaio rivestito da poliester.

Gli allacci dei lotti privati residenziali sono previsti con tubazione in PVC SN8 diametro $\Phi=160$ mm, giunto a bicchiere e anello elastomerico a tenuta, con letto di posa e rinfianco in sabbia ed innesto sull'estradosso del collettore pubblico realizzato fuori cameretta.

L'impatto finale sulla rete fognaria esistente sarà realizzato con tubazione PVC SN8 diametro $\Phi=250$ mm, dovrà rispettare le specifiche indicate dall'Ente gestore (IRETI).

Il manufatto di connessione tra la rete fognaria e l'invaso di laminazione sarà costituito da una luce di scolmo con protezione in grigliato in acciaio inox realizzata direttamente sul pozzetto terminale ad una quota di circa 55 cm dal fondo di scorrimento.

L'area depressa sarà realizzata attraverso modellazione del terreno naturale con quota di fondo pari a quella del pozzetto terminale e connessa ad esso tramite una presa di fondo provvista di valvola a clapet per la restituzione in fognatura delle acque invase. Sarà inoltre realizzata una trincea drenante per favorire l'assorbimento delle acque invase.

I profili e sezioni di progetto, nonché i dettagli esecutivi, delle nuove opere idrauliche saranno contenuti all'interno del PdC delle OO.UU. e condivisi con gli enti.

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 26 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

7. RETE ACQUE NERE

7.1 DEFINIZIONE RETE ACQUE NERE

Il progetto delle nuove dorsali prevede l'allaccio al collettore esistente posto su Strada Chiozzola. Il lotto 1 alternativamente potrà allacciarsi sulla rete di progetto del Sub-Ambito NU11.1 qualora già realizzata.

La rete acque nere di nuova realizzazione si svilupperà lungo gli assi stradali del nuovo comparto raccogliendo i reflui dei lotti residenziali.

7.2 CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO

Le portate della rete fognaria delle acque nere a servizio delle aree residenziali vengono determinate facendo riferimento agli utenti serviti, alla dotazione idrica per abitante e per giorno e ad un opportuno coefficiente di dispersione (φ) che tenga conto dell'aliquota di acqua distribuita che non viene scaricata nelle fogne.

La valutazione delle portate di afflusso è stata effettuata sulla base degli abitanti equivalenti stimati. Il calcolo degli abitanti equivalenti A.E. deriva da una stima della popolazione residente in funzione della tipologia delle unità abitative previste.

La portata nera media annua Q_m è stata stimata in funzione del numero di abitanti equivalenti (ab) serviti a monte di ciascun tronco, ipotizzando una dotazione idrica (D) di 300 litri per abitante al giorno secondo la relazione:

$$Q_m = \frac{ab \cdot \varphi \cdot D}{86400}$$

dalla quale si è eseguita una verifica calcolando l'effettiva portata defluente secondo l'eq. di Chezy.

Complessivamente si è stimato che la popolazione equivalente complessiva sia di **200 A.E.**

La portata nera di punta oraria giornaliera Q_n è pari alla portata media annua Q_m moltiplicata per un coefficiente di punta giornaliero, assunto pari a 3. Inoltre, si è considerato, che possano esserci dei contributi di acque di diluizione pari a circa 2 volte la portata di punta oraria nera e pertanto la portata di progetto è stata assunta pari a 6 Q_m , equivalente alle portate giornaliere concentrate in 4 ore.

In questo modo la portata di progetto della dorsale N1 vale circa 4.55 l/s. Il collettore previsto sarà in PVC SN8 con deflusso a gravità; il diametro pari a 250 mm con pendenza di 0,50 %.

Le verifiche effettuate hanno evidenziato che, per una portata di punta pari a 6 Q_m , si realizza un riempimento del 47% del diametro del tubo con un rapporto tra portata nominale del condotto e portata massima di progetto pari a 0,12.

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 27 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	

La condotta presenta velocità di scorrimento in condizioni di magra ordinaria accettabili, di poco superiori a 0,5 m/s. Le tubazioni inoltre, essendo in plastica con scabrezza molto ridotta, presentano una ridotta possibilità d'intasamento.

7.3 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE RETE ACQUE NERE

I collettori principali sono previsti in PVC SN8, giunto a bicchiere e anello elastomerico a tenuta, con letto di posa e rinfiacco in sabbia. I diametri e le pendenze sono rilevabili dalla planimetria (cfr. Elab. PUA 04) e rispondono, con adeguato coefficiente di sicurezza, al dimensionamento di calcolo. In particolare si prevedono diametri di $\Phi=250$ mm e pendenze dei condotti del 5‰.

Le ispezioni sono previste con camerette circolari in CLS prefabbricato di diametro $\Phi=1200$ mm con torrino di ispezione completato da chiusino circolare in ghisa sferoidale classe minima D400; all'interno delle ispezioni è prevista l'interruzione della tubazione e fondello pre-sagomato in polipropilene o equivalente. La scaletta di discesa, tipologia alla marinara, dovrà essere realizzata con gradini singoli infissi alle pareti in acciaio inox o acciaio rivestito da poliestere.

Gli allacci dei macro-lotti privati residenziali sono previsti con tubazione in PVC SN8 diametro $\Phi=200$ mm, giunto a bicchiere e anello elastomerico a tenuta, con letto di posa e rinfiacco in sabbia ed innesto sull'estradosso del collettore pubblico realizzato fuori cameretta. Tutti gli allacci dovranno essere dotati di idoneo sifone tipo Firenze posto entro il limite di proprietà privata.

Ing. Stefano Terzi

	P.U.A.	Committente: Sig.ri Zanichelli Claudia, Paolo e Alessandro RODOFIL Srl	Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			Pag. 28 di 29
		Progetto: Sub Ambito NU11.2	Data: Settembre 2020	Revisione: 00 del 15/09/2020	Nomefile: \\Relazione idraulica_Rev00.docx	