Comune di Parma
SETTORE OPERE PUBBLICHE

responsabile unico di progetto
Ing. GIORGIA BIASETTI

progetto
Ing. GLAUCO BUFO
Arch. ZILIOLI AMEDEO
Arch. ZANOLETTI ALBERTO
Edilab Società di ingegneria



Coordinatore Sicurezza in fase progettazione
Ing. GLAUCO BUFO

Direzione Lavori
Ing. GLAUCO BUFO

Coordinatore Sicurezza in fase esecuzione
Arch. AMEDEO ZIliOLI

CUP I97H20002080004 - CUI L00162210348201900049 - AINOP STSCG337CSP0000003

Collegamento viabilistico Via Lagazzi - Via Emilia a San Prospero (obiettivo PUMS nuovi interventi infrastrutturali)

Progetto di fattibilità tecnico-economica

	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
01	23.02.2022	S.d.F. - G.C. 76/2022	C.C.	Bianchini Frassinelli	Bianchini Frassinelli
02	30.04.2025	emissione	E. Bufo	G. Bufo	Bianchini Frassinelli
03	22.09.2025	emissione	E. Bufo	G. Bufo	Bianchini Frassinelli
04	06.02.2026	emissione	E. Bufo	G. Bufo	Michele Gadaleta
05	06.05.2026	emissione	E. Bufo	G. Bufo	Michele Gadaleta
06	17.06.2026	emissione	E. Bufo	G. Bufo	Giorgia Biasetti
07	20.07.2026	emissione	E. Bufo	G. Bufo	Giorgia Biasetti

Stato di Progetto

titolo elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE

elaborato:

7.1

formato	A4
scala	-

file: 3.1 - Capisaldi

E' vietata la riproduzione e diffusione in qualsiasi forma. Tutti i diritti sono riservati nei termini di legge al Comune di Parma

INDICE

1 PREMESSA 2
2 CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO 4
2.1 Contributo dell'area al collettore fognario 5
2.2 Definizione della rete drenante e dei bacini imbriferi 5
2.3 Idrologia e curve di possibilità pluviometrica 5
3 ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA 7
3.1 Descrizione dello stato di fatto e di progetto 10
3.1.1 Stato di fatto 10
3.1.2 Stato di progetto 11
3.2 La calibrazione del modello idrologico Swmm 13
3.3 La formazione dei deflussi di riferimento 13
3.4 Determinazione delle portate scaricate della rete di scolo acque bianche 14
4 SINTESI RISULTATI MODELLO COMPLETO VIA LAGAZZI COMPARTO BF12 24
5 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA DGR 1300/2016 E RRI DEL COMUNE DI PARMA 36
5.1 Valutazione della compatibilità idraulica del progetto 38
6 INDICAZIONI PER LA GESTIONE E MANUTENZIONE DELLA RETE DI SCOLO ACQUE BIANCHE 39
7 CONCLUSIONI 40

1 PREMESSA

La presente relazione precisa i criteri adottati per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque bianche del completamento del collegamento viario tra via Lagazzi, attualmente ancora incompleta, e la rotatoria sulla via Emilia in località San Prospero. La rete fognaria acque bianche in progetto sarà, inoltre, funzionale solamente al completamento di via Lagazzi e alle opere di urbanizzazione in divenire del comparto denominato "San Prospero Est", area di trasformazione BF12, mentre la riprofilatura delle strada esistente sarà ricollegata alla rete fognaria attuale. L'area oggetto di intervento è sita nel Comune di Parma in via Emilia in località San Prospero.

La figura seguente mostra l'inquadramento territoriale dell'area in oggetto.



Figura 1: Individuazione planimetrica della zona oggetto di studio.

Il dimensionamento della rete acque bianche è stato eseguito in conformità a quanto disposto dalle recenti direttive comunali e nel rispetto dei seguenti criteri:

- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento di pioggia sia uguale a 100 anni;
- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (criterio dell'invarianza della portata);
- Lo scarico nel ricettore finale, cavo Vallicella, avvenga attraverso un manufatto regolatore della portata (descritto in seguito) munito di bocca tarata DN160 e valvola a clapét.

Determinate le portate nello Stato di Fatto e di Progetto, esaminando eventi di pioggia con tempo di ritorno 100 anni e durate differenti, si calcolano le portate defluite per il dimensionamento della rete di collettamento delle acque bianche ed eventualmente il volume da invasare depurando l'idrogramma di piena generato della quota parte scaricabile nel ricettore finale o nell'estrema eventualità ipotizzata, che non si possa scaricare temporaneamente nel ricettore finale in quanto la sezione di deflusso presenti livelli maggiori del tubo di immissione.

La rete acque bianche è stata progettata per drenare e contenere deflussi generati anche da eventi di pioggia con tempo di ritorno TR pari a 100 anni, sia in termini di portata che di volume, in quanto il ricettore delle acque meteoriche è il ***cavo Vallicella, canale consortile gestito dal Consorzio della Bonifica Parmense.***

La rete acque bianche è stata dimensionata preliminarmente col supporto del modello idrologico-idraulico SWMM vers. 5.2 (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A..

2 CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO

Le modifiche di destinazione d'uso del territorio determinano variazioni sostanziali dei parametri idraulici di riferimento (coefficiente di deflusso e tempi di corrivazione), per tale motivo in via cautelativa si propone, nello stato di progetto, di mantenere al massimo lo stesso valore al colmo della portata che si genera nello stato di fatto, al fine di non perturbare l'equilibrio idraulico della rete idrica superficiale attuale. È quindi necessario, per la rete di raccolta acqua bianca, ricercare all'interno dell'area polmoni di ritenzione, capaci di laminare le portate in arrivo, mantenendo quelle in uscita su valori analoghi a quelli dello stato di fatto.

Il dimensionamento della rete acque bianche è stato progettato e verificato con condotte aventi diametro da DN160 a DN1000 in PVC e cemento. Lo scarico finale sarà realizzato mediante un manufatto di regolazione della portata, secondo le specifiche del Consorzio della Bonifica Parmense, con bocca tarata DN160 funzionale alla regolazione delle portate di scarico nel cavo sia delle acque generate dal completamento stradale che dal comparto BF12. All'interno dello stesso manufatto di scarico sarà realizzata una soglia di sfioro che potrà entrare in funzione per eventi di pioggia con tempi di ritorno superiori ai 100 anni. In uscita dal manufatto di scarico verrà posata una tubazione DN250 che scarica a gravità nel cavo Vallicella.

Il dimensionamento della rete acque bianche è studiato per laminare all'interno delle rete pubblica oggetto di intervento un volume massimo pari a circa **232 m³** derivante dal volume di invaso delle tubazioni sovradimensionate (32 m^3) e dei fossi di laminazione (200 m^3).

Il dimensionamento della rete è stato verificato adottando i seguenti principi in accordo con le direttive vigenti che impongono di rispettare il criterio dell'invarianza della portata:

- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento di pioggia sia uguale a 100 anni;
- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (criterio dell'invarianza della portata);
- Lo scarico nel ricettore finale, cavo Vallicella, avvenga attraverso un manufatto regolatore della portata munito di bocca tarata DN160 e valvola a clapét;
- Per il calcolo delle portate si sono adottati i coefficienti di deflusso forniti da Comune di Parma (RRI) e riportati nella tabella seguente:

Tipo di pavimentazione	φ
Pavimentazioni cortilizie e stradali, asfalto	0.90
Pavimentazioni stradali, cortilizie e parcheggi drenanti	0.60
Prati, parchi, giardini ed aree verdi urbane	0.25

Tabella 1 – Valori coefficienti di deflusso utilizzati nei calcoli.

I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche relative allo smaltimento delle acque di pioggia generate dalla viabilità in progetto.

2.1 CONTRIBUTO DELL'AREA AL COLLETTORE FOGNARIO

Il sistema di drenaggio, raccolta e smaltimento di progetto è composto da una rete di fognatura bianca in grado di raccogliere ed evacuare le acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle coperture e dalle aree impermeabili.

La rete fognaria delle acque bianche è stata simulata calcolando la massima portata generata e collettata nei nodi critici di ogni condotta e accettando la fuoriuscita dai pozzetti rappresentata con l'utilizzo di "Ponded area".

2.2 DEFINIZIONE DELLA RETE DRENANTE E DEI BACINI IMBRIFERI

Il sistema idrografico artificiale relativo al collettore fognario in progetto è schematizzato in diversi bacini caratterizzati dal contributo dell'area e determinato in relazione alle superfici drenate previste.

I bacini sono stati definiti sulla base dello stato della pianificazione dell'area di interesse e delle linee di collettori in progetto, in modo da avere una distribuzione delle portate il più uniforme possibile.

La definizione dell'uso del suolo è stata condotta esaminando, per ogni sottobacino pertinente alle condotte, la densità delle superfici occupate da pavimentazioni impermeabili e permeabili.

Lo studio idrologico ed idraulico si è svolto secondo le seguenti fasi:

- Individuazione dei bacini tributari per ogni tratto fognario, definizione dell'uso del suolo previsto, con particolare riferimento alle caratteristiche di permeabilità del territorio;
- Valutazione delle sollecitazioni pluviometriche che, per assegnati livelli di probabilità, possono interessare l'area in esame;
- Valutazione della risposta idraulica del lotto attraverso il sistema di drenaggio in termini di portate, velocità e volumi di deflusso per l'assegnato livello di probabilità;
- Dimensionamento dei collettori di progetto in termini di definizione dello speco, regime idraulico di deflusso e grado di riempimento.

I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche, per il drenaggio delle acque bianche superficiali.

2.3 IDROLOGIA E CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'analisi idrologica ha lo scopo di definire le portate nello Stato di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia.

La stima degli afflussi/deflussi, sul lotto di terreno oggetto di studio, è stata realizzata utilizzando come parametro di calcolo il metodo Curve Number elaborato dal Soil Conservation Service (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento. L'analisi è stata fatta analizzando i tempi di ritorno delle piogge, e in funzione di questi e del coefficiente di deflusso,

dipendente dal tipo di permeabilità e uso del terreno, si sono determinati i valori massimi della portata istantanea al colmo.

Il calcolo della portata di pioggia massima scaricata del collettore è stata calcolata facendo riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

La determinazione della portata al colmo col metodo afflussi/deflussi, deve avere come input l'altezza di pioggia ricavate dall'elaborazione statistica dei dati pluviometrici per piogge intense e di breve durata (15',30',1,3,6,12,24 ore) rilevati, da cui si ottengono le curve di possibilità climatica per differenti tempi di ritorno. Per la determinazione della relazione fra altezza (*h*) e durata (*d*) dell'evento di pioggia in funzione di un prefissato tempo di ritorno (*TR*) è stata necessario individuare la legge probabilistica che meglio si adatta alla serie storica del campione analizzato. Generalmente, per le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia, la distribuzione che meglio interpreta le serie storiche risulta essere quella di Gumbel, descritta dall'espressione:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Nel caso in esame si sono utilizzati i parametri *a e n* della curva di possibilità pluviometrica per TR 100 anni fornita dal Consorzio della Bonifica Parmense e mostrati nelle tabella seguente:

Durate	< 1	≥ 1
a	71.91	63.01
n	0.370	0.304

Tabella 2 – Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica (TR = 100 anni).

In tabella e figura seguenti è riportata la curva di possibilità pluviometrica relativa alla stazione in esame.

d (ore)	0.25	0.5	1	2	3	6	12	24
id	43.05	55.63	63.01	77.78	87.98	108.61	134.08	165.52

Tabella 3 – Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica (TR = 100 anni).

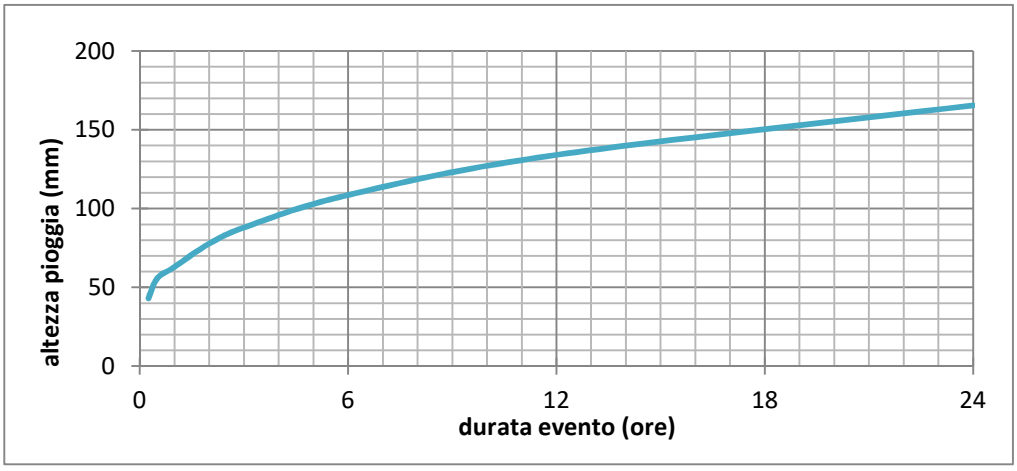


Figura 2 – Curva di possibilità pluviometrica, TR 100 anni.

Le curve utilizzate forniscono altezze di pioggia maggiori rispetto a quelle indicate nel "Regolamento di gestione del Rischio Idraulico (RRI)" del Comune di Parma, queste ultime vengono riportate di seguito a titolo di confronto.

Durate	< 1	≥ 1
a	63.00	61.43
n	0.335	0.297

Tabella 4 – Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica RRI (TR = 100 anni).

d (ore)	0.25	0.5	1	2	3	6	12	24
id	39.60	49.95	61.43	75.47	85.13	104.59	128.50	157.87

Tabella 5 – Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica RRI (TR = 100 anni).

3 ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA

La simulazione idraulica per la determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura delle aree scolanti, ovvero nella rete fognaria destinata a riceverle, è stata effettuata con l'utilizzo del modello idrologico-idraulico **SWMM** (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A, che descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sull'area di un bacino imbrifero e quindi in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori, consentendo di definire le portate nella configurazione attuale e di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia. Una delle caratteristiche del programma è l'analisi dei deflussi provenienti da piccoli bacini urbani, come nel caso dell'intervento in oggetto.

Matematicamente il processo è rappresentato dalla soluzione di un sistema di equazioni differenziali che governano il bilancio della massa liquida (equazione di continuità) e della corrispondente energia meccanica (equazione del moto) tanto per il deflusso che si sviluppa come lama d'acqua fluente sulla superficie di una area elementare per effetto della saturazione del suolo e del superamento della sua capacità di infiltrazione, quanto del deflusso che si sviluppa come corrente essenzialmente monodimensionale in ciascuno dei tronchi elementari costituenti la rete drenante. Oltre tali equazioni differenziali, il modello impone contemporaneamente, attraverso successive formule, le condizioni al contorno, ed in particolare l'identità del livello in tutti gli estremi di canali che connettono lo stesso nodo, il legame tra livello raggiunto nei nodi, dimensione fisica delle confluenze e livelli idrici nei canali riceventi. Le condizioni iniziali nel reticolo sono, invece, calcolate sulla base delle condizioni al contorno che riguardano i riceventi e della portata iniziale in ogni tratto.

Per quanto riguarda il deflusso di superficie, il programma considera ogni area elementare utilizzata per la schematizzazione dell'intero bacino come un serbatoio non lineare con un singolo ingresso che rappresenta le precipitazioni, e con più uscite che rappresentano rispettivamente l'infiltrazione, l'evaporazione ed il deflusso superficiale. È quest'ultima la componente maggiormente rappresentativa nel caso presente.

La capacità del serbatoio non lineare rappresenta la capacità massima d'accumulo sulle superfici del bacino, fornita principalmente dai micro e macro avvallamenti delle superfici e dal velo d'acqua presente sulle superfici bagnate, d'altezza variabile durante l'evento di pioggia.

Nella logica del modello il deflusso superficiale ha inizio solo quando il volume d'acqua nel serbatoio supera la capacità d'accumulo superficiale, mentre l'infiltrazione (solo nella porzione permeabile della superficie) e l'evaporazione riducono continuamente il volume d'acqua accumulato nel serbatoio. L'infiltrazione è modellata secondo il metodo CN del Soil Conservation Service (USA). Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione siano potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso è ovviamente nullo. E' presente anche la componente di deflusso ipodermico e di base, derivante dalla schematizzazione della regione sotterranea come due serbatoi non lineari interconnessi; tale elemento, introdotto quando si dispone di osservazioni in continuo delle piogge, può simulare anche gli scambi idrici fra falda freatica e corso d'acqua, ma riveste un'importanza trascurabile nella simulazione di singoli eventi di piena, come quelli analizzati in questo studio, perché i tempi di risposta dei due serbatoi sotterranei eccedono largamente quelli del ruscellamento superficiale, fornendo un contributo al deflusso totale che diviene significativo solo in regime fluviale di morbida e magra. Il processo appena descritto, elaborato dal modulo RUNOFF del programma, è ripetuto per ogni area elementare schematizzata, e per ogni passo temporale in cui è necessario discretizzare l'intervallo di tempo durante il quale interessa simulare la trasformazione afflussi-deflussi e la propagazione della conseguente portata lungo il sistema drenante, tenendo conto delle confluenze secondo la struttura topologica della rete idrografica. Nel caso in esame, si sono esaminati tempi di pioggia con durate differenti, dai 15 minuti fino alle sei ore, e fissato l'intervallo temporale di calcolo della simulazione complessivamente in 24 ore, con pluviogramma di ingresso di tipo triangolare. I parametri che occorrono fissare per la simulazione idrologica e quindi per la determinazione delle portate generate sono i seguenti:

- Caratteristiche fisiche e morfologiche dell'area sottesa (superfici impermeabili, aree verdi, strade ecc), che consentono di stimare le perdite e i coefficienti di deflusso, attraverso il metodo CN (caratteristiche del tipo di suolo);
- Ietogrammi di ingresso;
- Il metodo di analisi afflussi/deflussi (metodo SCS Curve Number).

Come anticipato, per la determinazione delle principali perdite idrologiche come evapotraspirazione, infiltrazione ed immagazzinamento nelle depressioni superficiali, è stato utilizzato il metodo CN.

Il coefficiente CN attribuisce ad ogni singola porzione di superficie, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura al fine di stimare il coefficiente di deflusso medio.

Il metodo consiste essenzialmente di due parti: nella prima si stima il volume del deflusso risultante da una pioggia, nella seconda si determina la distribuzione nel tempo del deflusso e la portata al colmo. Rinviando ai testi d'idrologia (es. Ven Te Chow) l'illustrazione del metodo, nel seguito ci si limita a riportare gli elementi necessari alla sua applicazione. Scritta l'equazione di continuità:

$$Q = P - S'$$

dove:

Q (mm) = volume defluito fino all'istante generico t;

P (mm) = volume affluito al medesimo istante;

S' (mm) = volume complessivamente perso = S*Q/P;

S (mm) = volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione = 25.400/CN – 254.

La valutazione del coefficiente CN e la stima del coefficiente di deflusso (δ), per piogge con diverso tempo di ritorno TR, ha portato ai seguenti valori:

$$Q = \frac{(P-I)^2}{(P-I-S)}$$

dove:

I = quota parte dell'afflusso che va ad invasarsi nelle depressioni superficiali (=0,2*S).

La forma dell'idrogramma di portata è funzione del tempo di corrivazione t_c, della durata D, dell'impulso di pioggia efficace R, del tempo di ritardo del colmo L (Lag), dei tempi di crescita tp (time to peak), di esaurimento tr (recession time) e del tempo base (base time).

Il tempo di corrivazione o concentrazione, caratteristico del bacino, è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura. Per i bacini urbani il tempo di corrivazione tc è descritto dalla somma di due termini:

$$t_c = t_r + t_p$$

- t_r rappresenta il tempo di ruscellamento ovvero il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura del sottobacino di riferimento;
- t_p rappresenta il tempo di percorrenza ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di controllo.

Il tempo di ruscellamento è d'incerta determinazione variando infatti con la pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; esso viene assunto con valore minimo di 5 minuti che dai risultati e studi condotti su superfici stradali risulta adeguato a rappresentare il fenomeno di scorrimento delle gocce d'acqua sulla piattaforma.

3.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO

La definizione dei parametri utilizzati per la lottizzazione in oggetto riguarda due differenti condizioni:

- Stato di fatto;
- Stato di progetto.

3.1.1 STATO DI FATTO

L'area in oggetto ha una superficie complessiva di circa di 1.800 m^2, allo stato attuale risulta completamente a verde. Attualmente i terreni scolano naturalmente verso nord, ovvero verso il cavo Vallicella. Per la determinazione della portata generata dal terreno nello stato di fatto si è utilizzato il modello idrologico-idraulico **SWMM** (Storm Water Management Model). Per la calibrazione del modello si sono adottati gli stessi parametri dello stato di progetto, per questo motivo, per la spiegazione dettagliata si rimanda a quanto descritto per lo stato di progetto.

Al fine del calcolo delle portate generate dall'area nello stato di fatto si sono considerate le seguenti superfici impermeabili e permeabili (con i relativi coefficienti di deflusso):

	Superficie (m²)	**φ**
IMPERMEABILE	0	0,90
DRENANTE	0	0,60
PERMEABILE	1.800	0,25
SUPERFICIE TOTALE	**1.800**	**0,25**

Tabella 6 – Superfici impermeabili e permeabili nello stato di fatto.

Nella figura seguente si riporta la schematizzazione modellistica della rete per la zona oggetto di studio:

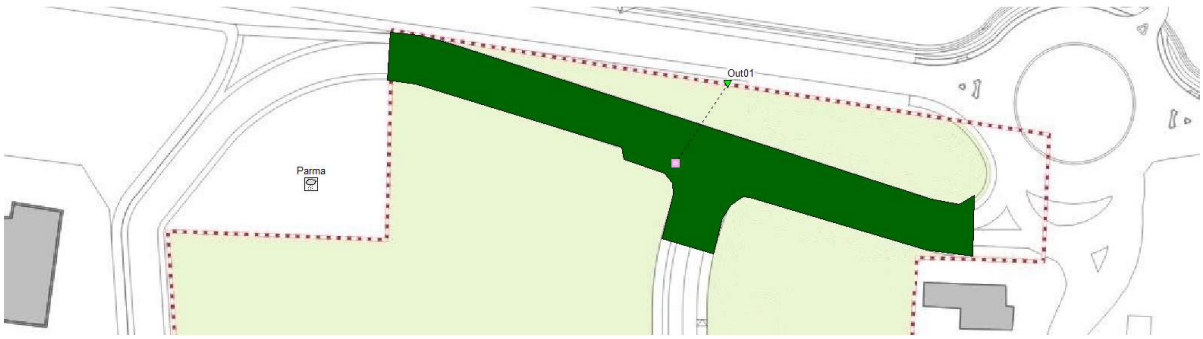


Figura 3: Schematizzazione modellistica della rete di raccolta delle acque meteoriche nello stato di fatto.

Nella tabella seguente si riporta il valore della portata generata dal terreno per i diversi tempi di pioggia:

Tempo di pioggia	Tp	**15'**	**30'**	**60'**	**120'**	**180'**	**360'**	minuti
Portata max. generata comparto	Q_{max}	6.45	12.72	**13.60**	14.53	13.75	11.05	l/sec

Tabella 7 – Portate nello stato di fatto TR=100 anni

Come si può notare in massimo della portata è generato per una pioggia di 30 minuti.

La figura seguente riporta l'idrogramma dei deflussi generati dall'area in esame nello Stato di Fatto in occasione di una pioggia di durata pari a 60 minuti e tempo di ritorno pari a 100 anni.

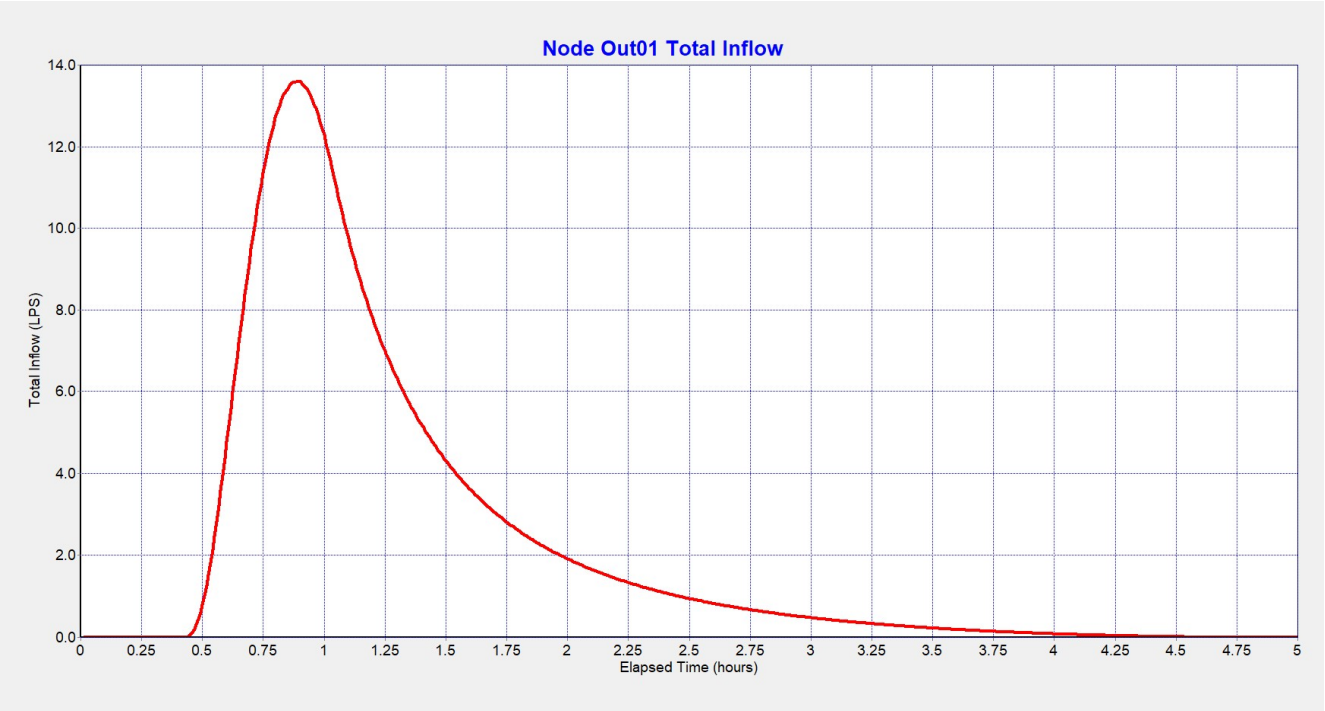


Figura 4 - Idrogramma dei massimi deflussi generati per TR 100 anni nello Stato di Fatto.

3.1.2 STATO DI PROGETTO

La rete di drenaggio e laminazione delle acque meteoriche della piattaforma stradale è progettata e verificata con condotte aventi diametro da DN160 a DN1000 in PVC e cemento. Lo scarico finale sarà realizzato mediante un manufatto di regolazione della portata, secondo le specifiche del Consorzio della Bonifica Parmense, con bocca tarata DN160 funzionale alla regolazione delle portate di scarico nel cavo sia delle acque generate dal completamento stradale che dal comparto BF12. All'interno dello stesso manufatto di scarico sarà realizzata una soglia di sfioro che potrà entrare in funzione per eventi di pioggia con tempi di ritorno superiori ai 100 anni. In uscita dal manufatto di scarico verrà posata una tubazione DN250 che scarica a gravità nel cavo Vallicella.

Il dimensionamento della rete acque bianche è studiato per laminare all'interno delle rete pubblica oggetto di intervento un volume massimo pari a circa **232 m³** derivante dal volume di invaso delle tubazioni sovradimensionate (32 m^3) e dei fossi di laminazione (200 m^3).

Il dimensionamento della rete è stato verificato adottando i seguenti principi in accordo con le direttive vigenti che impongono di rispettare il criterio dell'invarianza della portata:

- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento di pioggia sia uguale a 100 anni;
- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (criterio dell'invarianza della portata);
- Lo scarico nel ricettore finale, cavo Vallicella, avvenga attraverso un manufatto regolatore della portata munito di bocca tarata DN160 e valvola a clapét.

Le tubazioni, dove necessario, saranno baulate in cls, con pozzetti o torrini di ispezione posizionati a

distanza non superiore ai 70 m e, comunque, in corrispondenza di bruschi cambi di direzione. Tutti i pozzetti e le tubazioni della rete dovranno essere a tenuta idraulica e, quindi, opportunamente stuccati ed impermeabilizzati. La pendenza media della rete è pari allo 0.20%, come da elaborati grafici.
La rete così progettata consente di funzionare come drenaggio e scolo nelle condizioni normali di esercizio e di avere anche vocazione di invaso dinamico delle acque meteoriche per eventi pluviometrici con tempo di ritorno fino ai 100 anni e quindi di laminazione delle portate in arrivo, mantenendo quelle in uscita su valori medi analoghi a quelli dello stato di fatto. I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche, per le problematiche idrauliche riguardanti il lotto. La progettazione è stata sviluppata conformemente alle normative di settore:

- D. Min. LLPP 12/12/1985 Normativa tecnica per le tubazioni;
- Circ. Min. LLPP 11633 7/1/1974 Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Delibera di GR Emilia Romagna n. 286 14/02/2005 “Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio aree esterne”.
- DGR 1300/2016;
- Regolamento di polizia idraulica del Consorzio della Bonifica Parmense;
- RUE del Comune di Parma;
- RRI del Comune di Parma.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei collettori:

- ***Dorsale principale:*** ramo fognario per la raccolta e la laminazione delle acque meteoriche della piattaforma stradale realizzato con condotte in PVC SN8 DN400 e condotte DN600 e DN1000 in cemento. Le condotte DN400 saranno collegate tramite tubazioni DN250 in PVC SN8 a due fossi di laminazione realizzati in area verde. La rete è dimensionata per gestire anche lo scarico del futuro comparto BF12 attraverso la posa di una condotta DN1000 (Pozzetto P03a) di collegamento alla futura rete pubblica di comparto. I fossi di laminazione sono dimensionati con una larghezza di base pari a 150 cm e altezza media pari a 80 cm con scarpata 1/1, per un volume di laminazione pari a circa 100 m^3 ciascuno. Lo scarico finale della rete acque bianche pubbliche nel cavo Vallicella è previsto con manufatto di regolazione indicato dal Consorzio e funzionale anche per il completamento della rete del comparto BF12.

Al fine del calcolo delle portate generate dall’area nello stato di progetto si sono considerate le seguenti superfici impermeabili e permeabili (con i relativi coefficienti di deflusso):

	Superficie (m^2)	**φ**
IMPERMEABILE	1.800	0,90
DRENANTE	0	0,60
PERMEABILE	0	0,25
SUPERFICIE TOTALE E ϕ EQUIVALENTE	**1.800**	**0,90**

Tabella 8 – Superfici impermeabili e permeabili nello stato di progetto.

3.2 LA CALIBRAZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO SWMM

Il modello SWMM utilizza un numero elevato di parametri idrologici e idraulici, distribuiti su ogni sottobacino e collettore drenante; i loro valori numerici dovrebbero essere assegnati sulla base del confronto tra il valore delle grandezze misurate (portate o livelli) in alcuni tratti della rete ed il valore delle medesime grandezze ottenuto come risultato del modello di simulazione, con riferimento ad uno o più eventi di pioggia reali monitorati. I valori dei principali parametri del modello SWMM dopo la calibrazione sono i seguenti:

- Lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo impermeabile: 2,5 mm;
- Lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo permeabile: 5,0 mm;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo impermeabile: 0,011 $m^{-0,33}$ s;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo permeabile: 0,26 $m^{-0,33}$ s.

Oltre a fissare i parametri interni di calibrazione del modello di infiltrazione si sono fatte alcune ipotesi fisiche, di seguito riportate, sulla condizione della rete esaminata:

- Le condotte della rete sono state considerate pulite, senza nessun tipo di ostruzione e intasamento e quindi in un perfetto stato di manutenzione;
- La rete di scarico ha pendenza media pari allo 0.2%;
- La rete è simulata con tubazioni di diametro da DN160 a DN1000;
- Lo svuotamento avviene a gravità con tubazione di scarico DN160;
- La condizione di valle nel punto di terminale della rete pubblica in uscita dal sistema è quella di moto uniforme.

L'area è stata suddivisa in 4 sottobacini scolanti, aventi caratteristiche di permeabilità omogenee e dove ogni sottobacino è definito da una pendenza di falda (da 0,15% a 2,50%), da una larghezza della superficie di scolo e da un nodo di recapito.
Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, ossia definizione dei parametri idraulici della rete in moto vario e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

3.3 LA FORMAZIONE DEI DEFLUSSI DI RIFERIMENTO

Il modello SWMM, calibrato secondo le possibilità concesse dalle informazioni preliminari disponibili, è applicato per il calcolo degli idrogrammi delle piene di riferimento, corrispondenti ai tempi di ritorno di **100 anni**. Alla base di tale determinazione si assume che il tempo di ritorno degli eventi estremi di pioggia corrisponda a quello degli eventi estremi di portata. Nella figura seguente si riporta la schematizzazione modellistica della rete per la zona oggetto di studio.

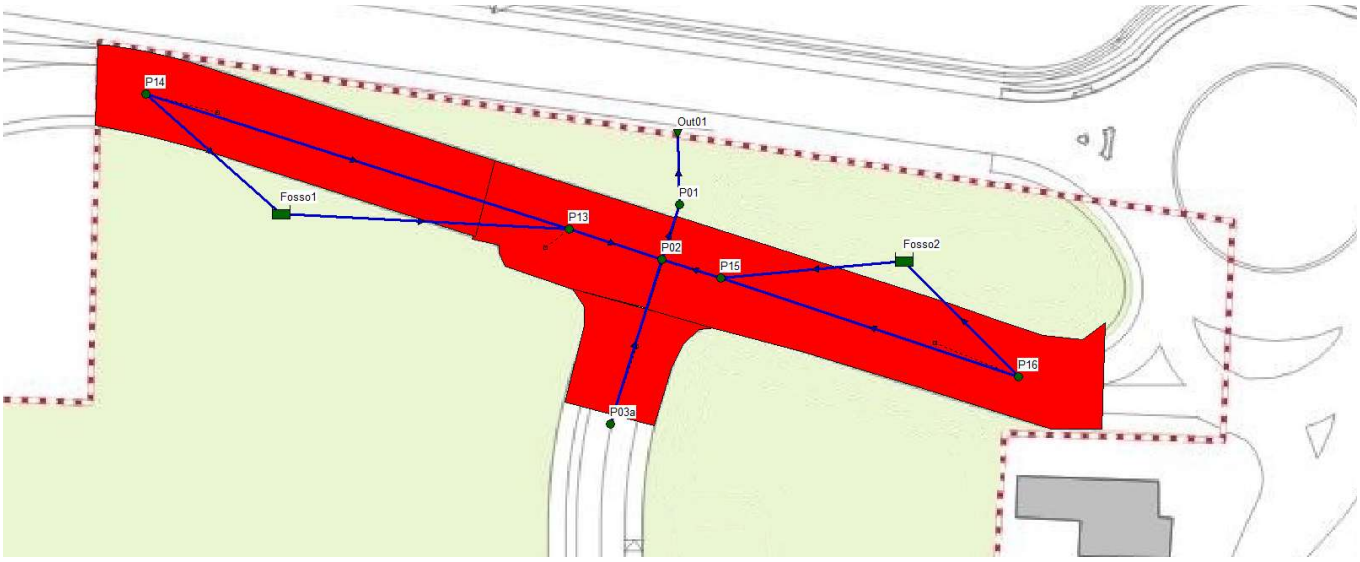


Figura 5: Schematizzazione modellistica della rete di raccolta delle acque meteoriche.

3.4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE SCARICATE DELLA RETE DI SCOLO ACQUE BIANCHE

Seguendo le metodologie sopra esposte, sono stati stimati gli idrogrammi defluenti da ciascun sottobacino per tutti gli eventi pluviometrici assegnati (al variare della durata di pioggia) e quindi la portata in transito istante per istante in ogni collettore ed il carico piezometrico all'interno di ciascun nodo della rete. In questo paragrafo si riportano le portate medie e massime scaricate nei singoli nodi finali delle condotte principali.

Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, ossia definizione dei parametri idraulici della rete in ***moto vario*** e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione delle condotte che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

La simulazione è stata effettuata considerando due condizioni di valle, in particolare:

1. Condizione di valle 1: Scarico libero in moto uniforme considerando il Cavo Vallicella con livello idrometrico inferiore allo scorrimento della condotta di scarico.
2. Condizione di valle 2: Scarico rigurgitato considerando il Cavo Vallicella con livello idrometrico massimo superiore di circa 1,50 m rispetto allo scorrimento della condotta di scarico.

Nelle pagine seguenti, suddivisi per durata di pioggia, si riportano lo ietogramma di ingresso, l'idrogramma delle portate in ingresso e uscita dallo scarico ed il profilo di rigurgito delle condotte principali fino al recapito nell'istante di massimo riempimento per le due condizioni di valle simulate. In particolare si riportano i risultati per durata la durata di pioggia critica e per tempo di ritorno pari a 100 anni, mentre i dati per le altre durate di pioggia sono esposti solo nella tabella riassuntiva.

- ***TR100 ANNI CONDIZIONE DI VALLE 1: DURATA DI PIOGGIA 30 MINUTI***

La figura seguente mostra lo ietogramma di ingresso per durata di pioggia pari a 30 minuti.

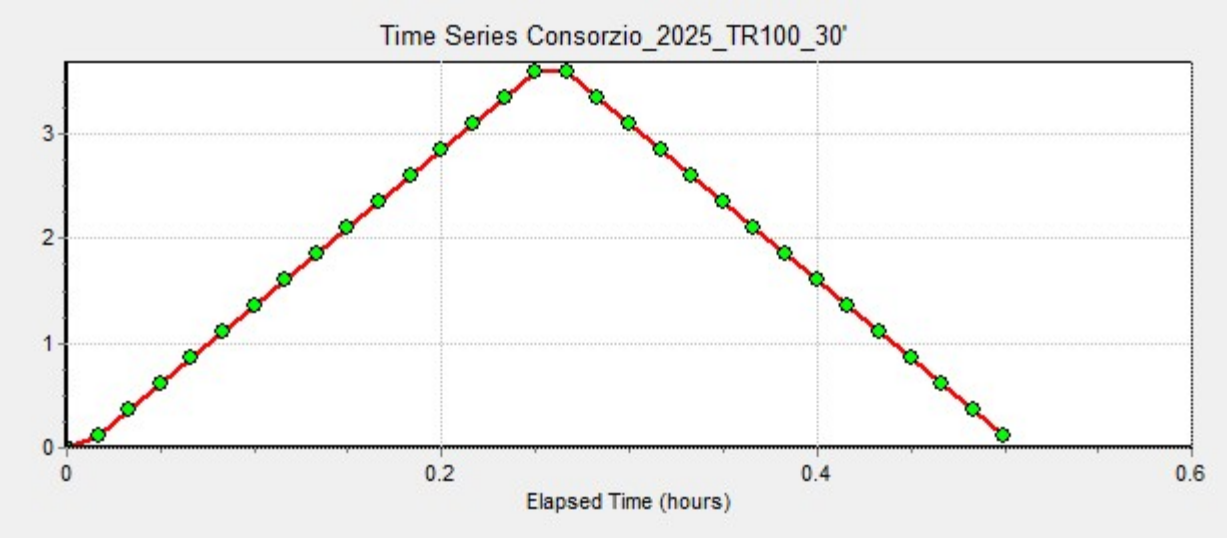


Figura 6 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 30 minuti.

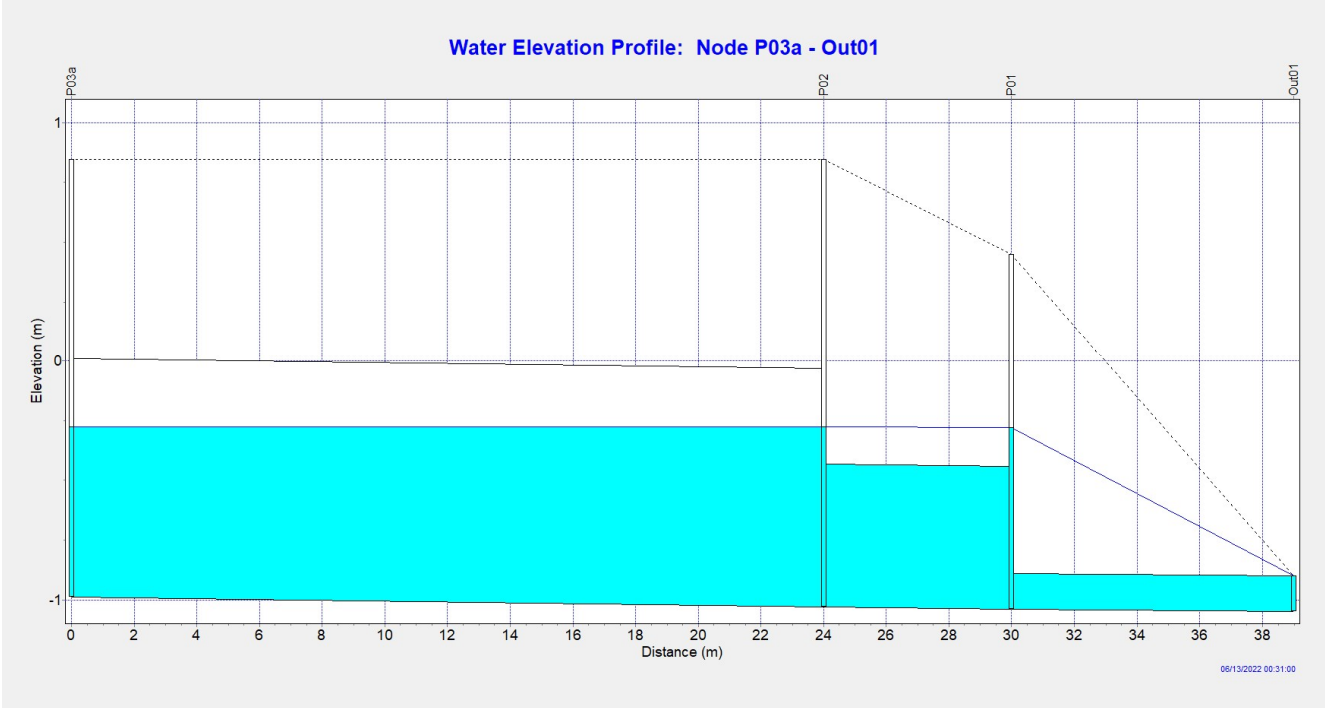


Figura 7 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche dal nodo P03a allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

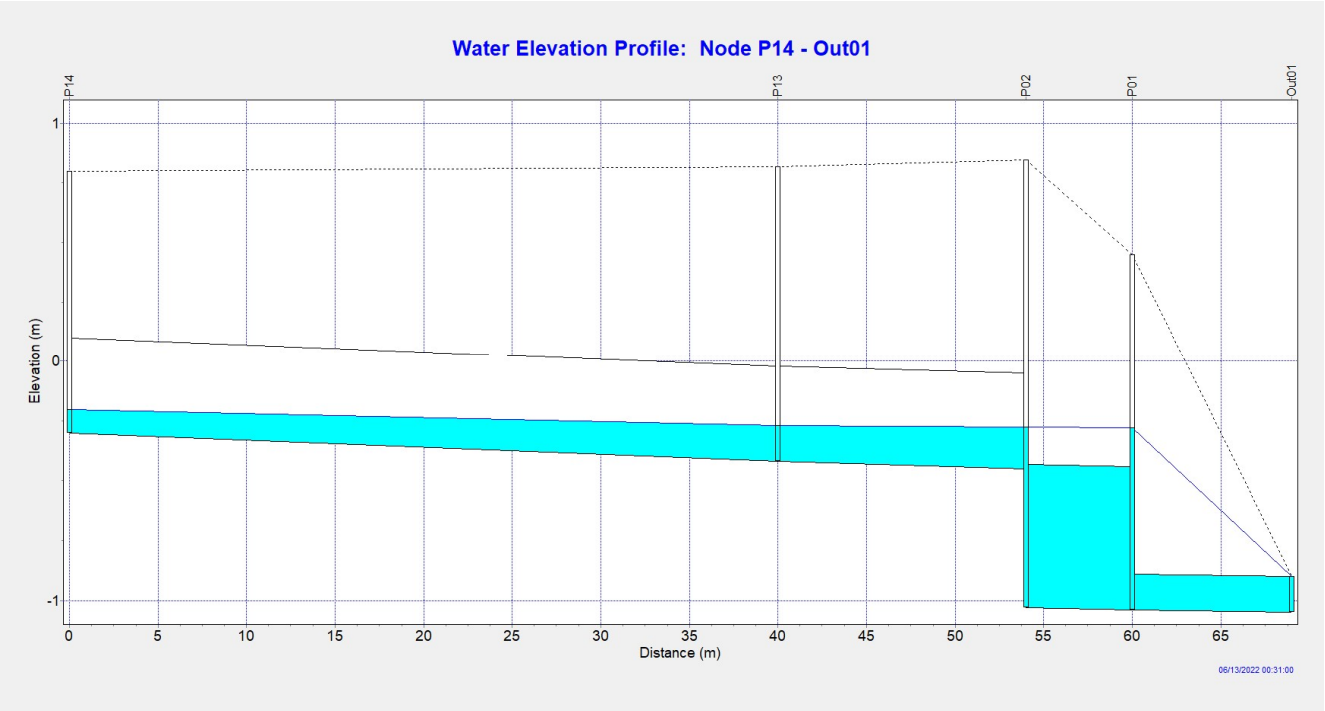


Figura 8 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche dal nodo P14 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

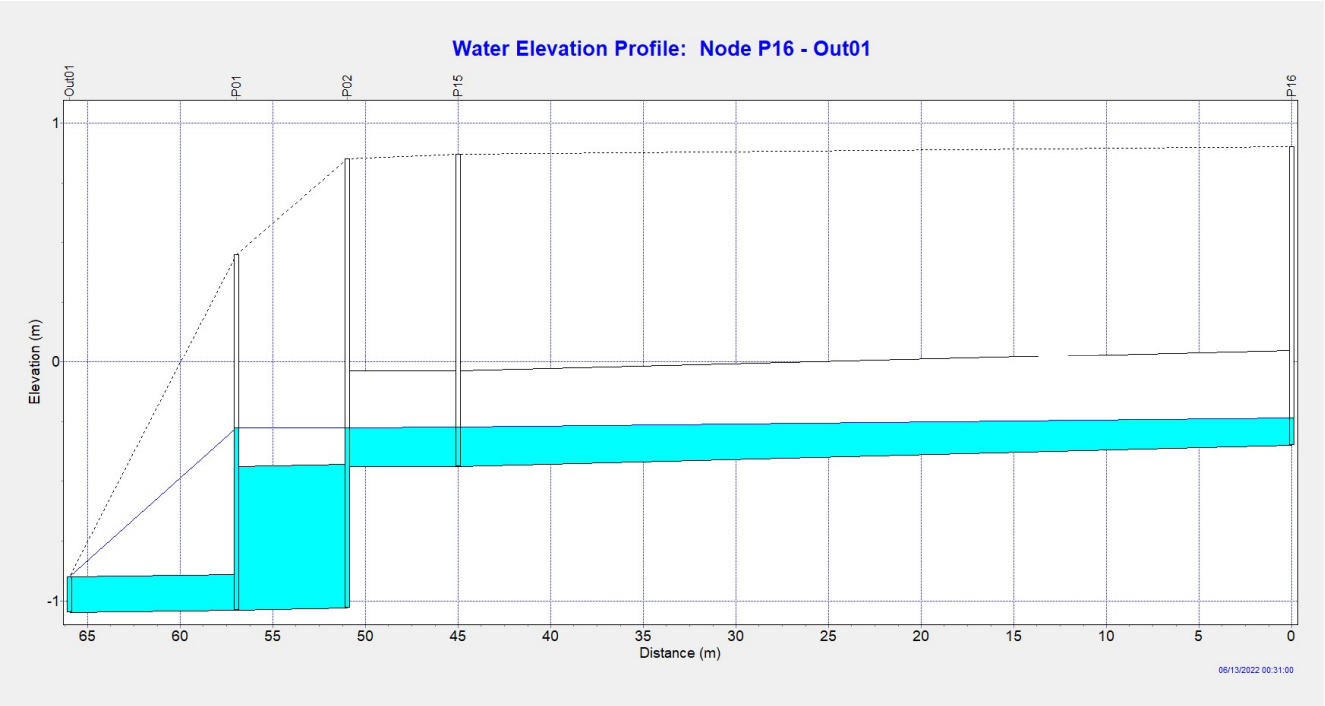


Figura 9 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche dal nodo P16 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

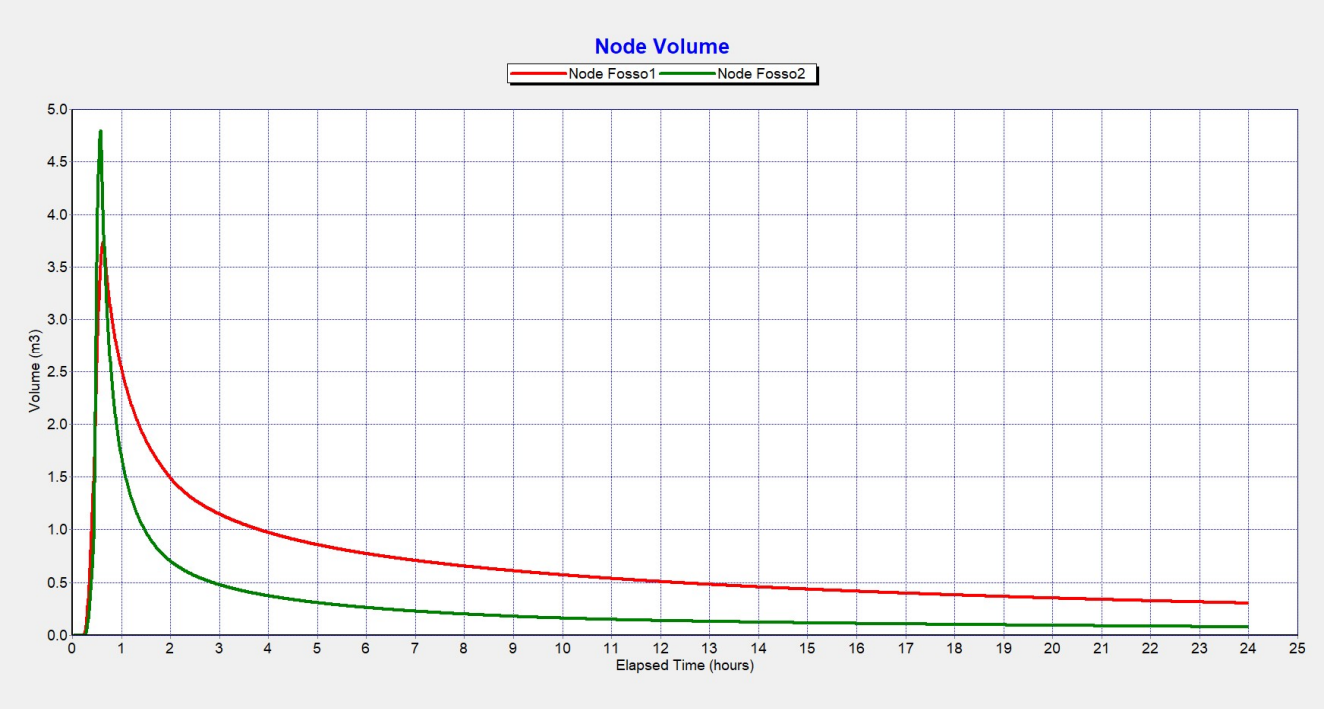


Figura 10 – Volume laminato all'interno dei fossi di laminazione a cielo aperto.

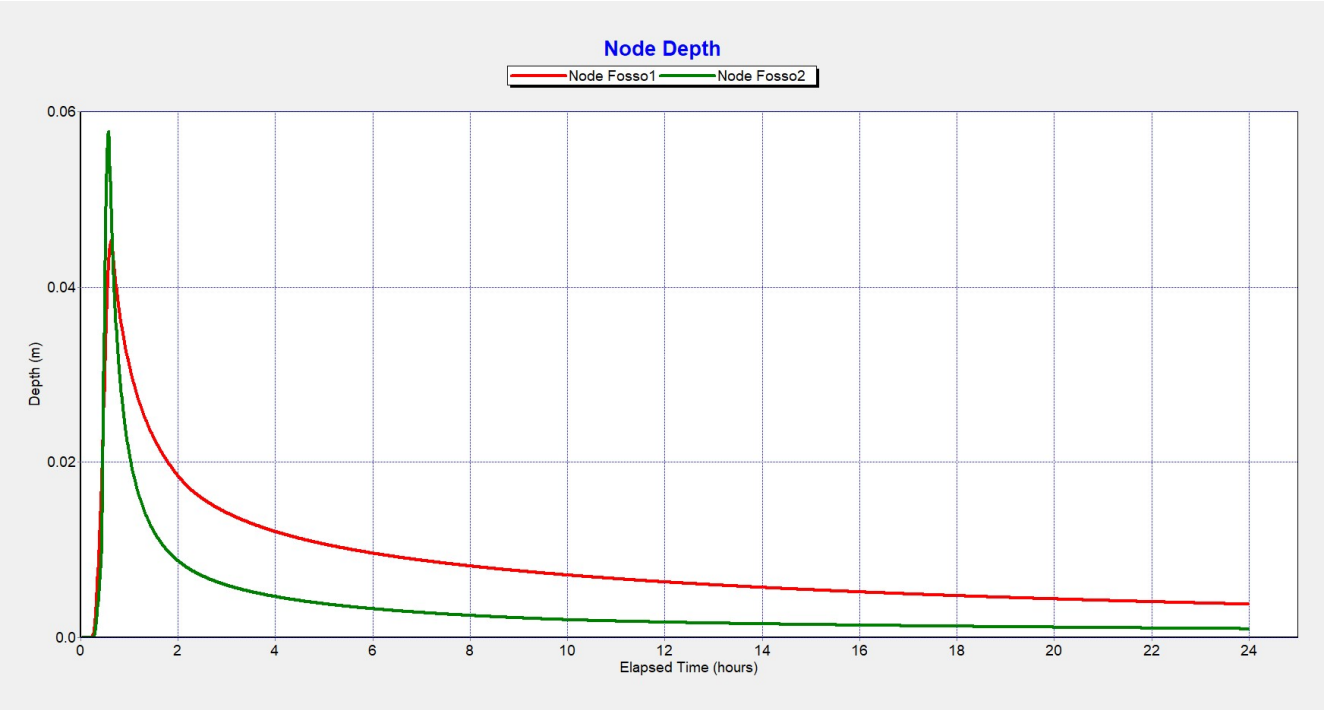


Figura 11 – Altezza di invaso all'interno dei fossi di laminazione a cielo aperto.

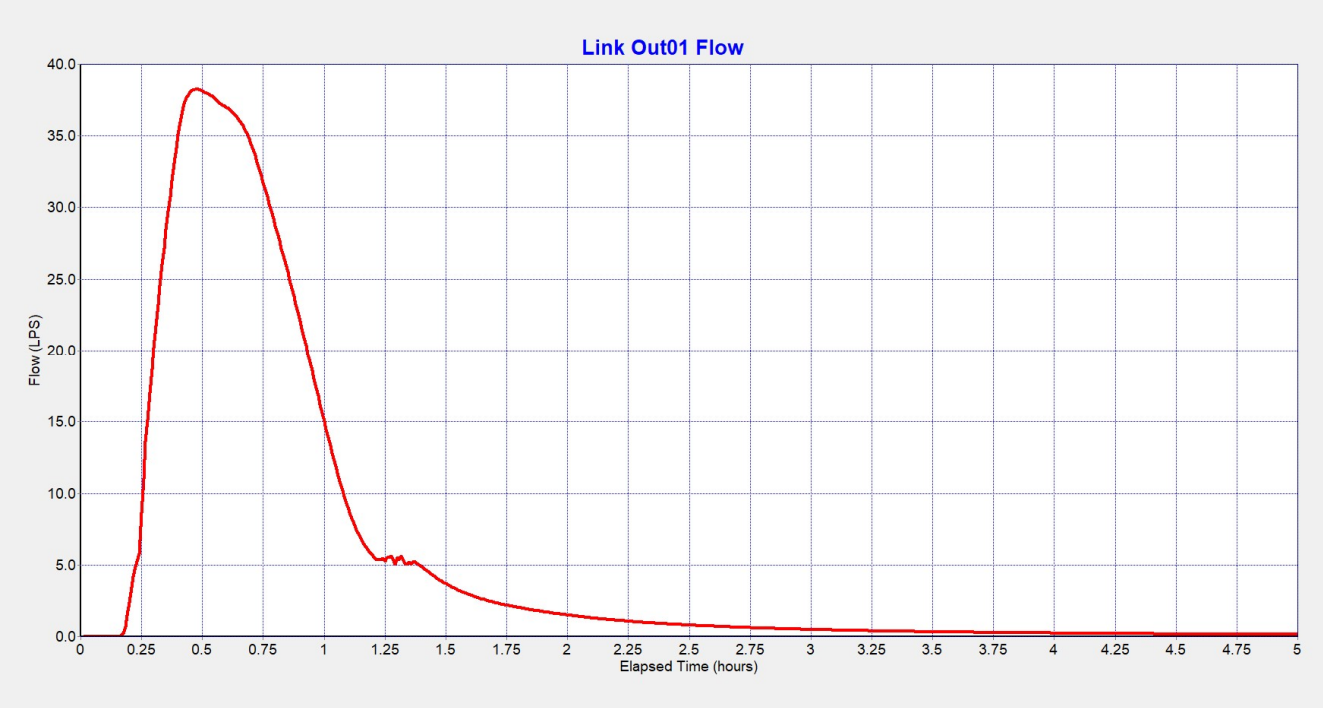


Figura 12 – Idrogramma in uscita dallo scarico finale nel cavo Vallicella.

Volume laminazione rete pubblica	*20*	*m^3*
Volume laminazione fossi a cielo aperto	*9*	*m^3*
Volume laminazione complessivo	*29*	*m^3*
Portata massima scaricata	*38.30*	*l/s*

Tabella 9 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia 30 minuti.

Il massimo volume di invaso, in questa configurazione, si ottiene per piogge con durata compresa fra i 15 minuti ed 1 ora raggiungendo il picco in corrispondenza dei 30 minuti.

Come si può notare dai risultati riportati i volumi laminati all'interno delle tubazioni sono inferiori ai volumi utili di progetto, infatti si ha un volume massimo laminato di circa 20 m³ a fronte di un volume utile pari a 32 m³, mentre i fossi di laminazione danno un piccolo contributo. Inoltre, dai profili di rigurgito, si può verificare come non avvengano fuoriuscite di acqua. Nella tabella seguente sono riportati i risultati per tutti i tempi di pioggia esaminati.

			VOLUME			
TR	Durata	Portata scaricata (l/s)	Rete pubblica (m³)	Fosso 1 (m³)	Fosso 2 (m³)	Totale (m³)
100	15'	35.80	18	2	1	18
	30'	**38.30**	**20**	**4**	**5**	**29**
	1h	37.00	19	3	2	24
	2h	31.70	15	2	0	17
	3h	26.85	12	1	0	13
	6h	18.60	8	0	0	8
	12h	12.08	6	0	0	6
	24h	11.78	5	0	0	5

Tabella 10 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto TR=100 anni e condizione di valle 1.

La portata scaricata nel cavo Vallicella (38 l/s) è compatibile con la sezione di deflusso del cavo anche se risulta superiore a quella dello stato di fatto. Si rammenta che il sistema è progettato anche per il completamento del comparto BF12, di cui si riportano i risultati in forma riassuntiva nel capitolo seguente.

Il funzionamento ad invaso della rete acque bianche pubblica è imposto dalla bocca tarata del DN160 che realizza una strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto, sia per i fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto e che i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento, anche per eventi di pioggia con tempi di ritorno pari a 100 anni. Il sistema di drenaggio delle acque garantisce un volume d'invaso utile pari a **V=232 m³**.

- ***TR100 ANNI CONDIZIONE DI VALLE 2: DURATA DI PIOGGIA 2 ORE***

La figura seguente mostra lo ietogramma di ingresso per durata di pioggia pari a 2 ore.

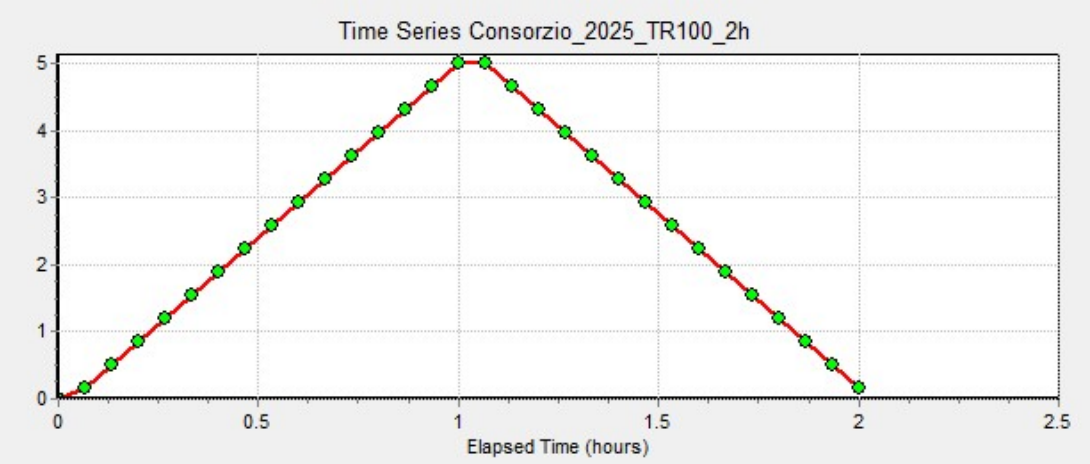


Figura 13 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 2 ore.

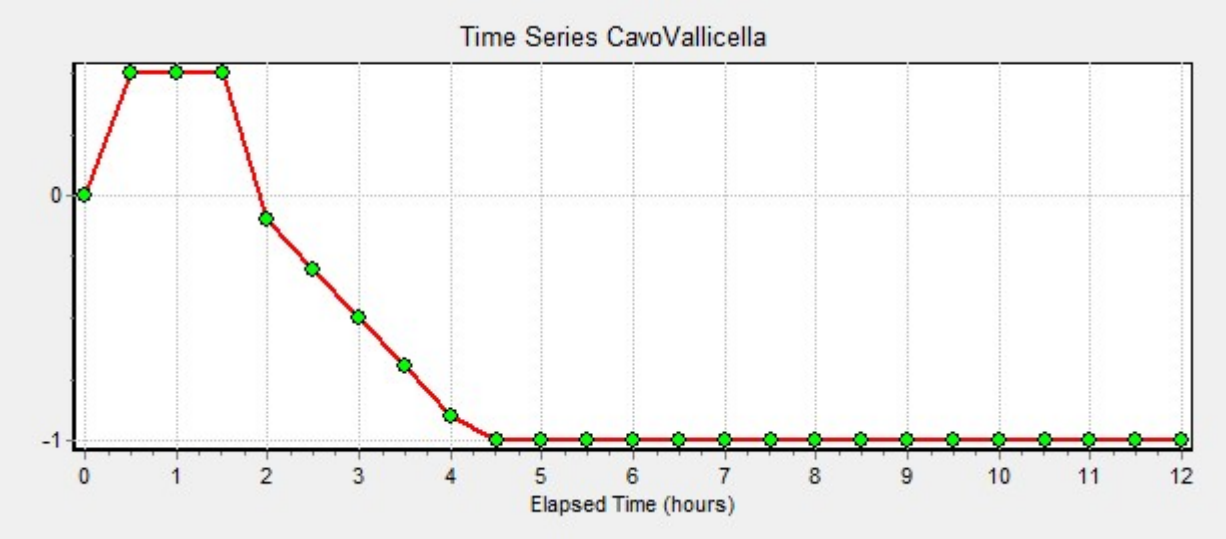


Figura 14 – Condizione di valle - Livello idrometrico cavo Vallicella.

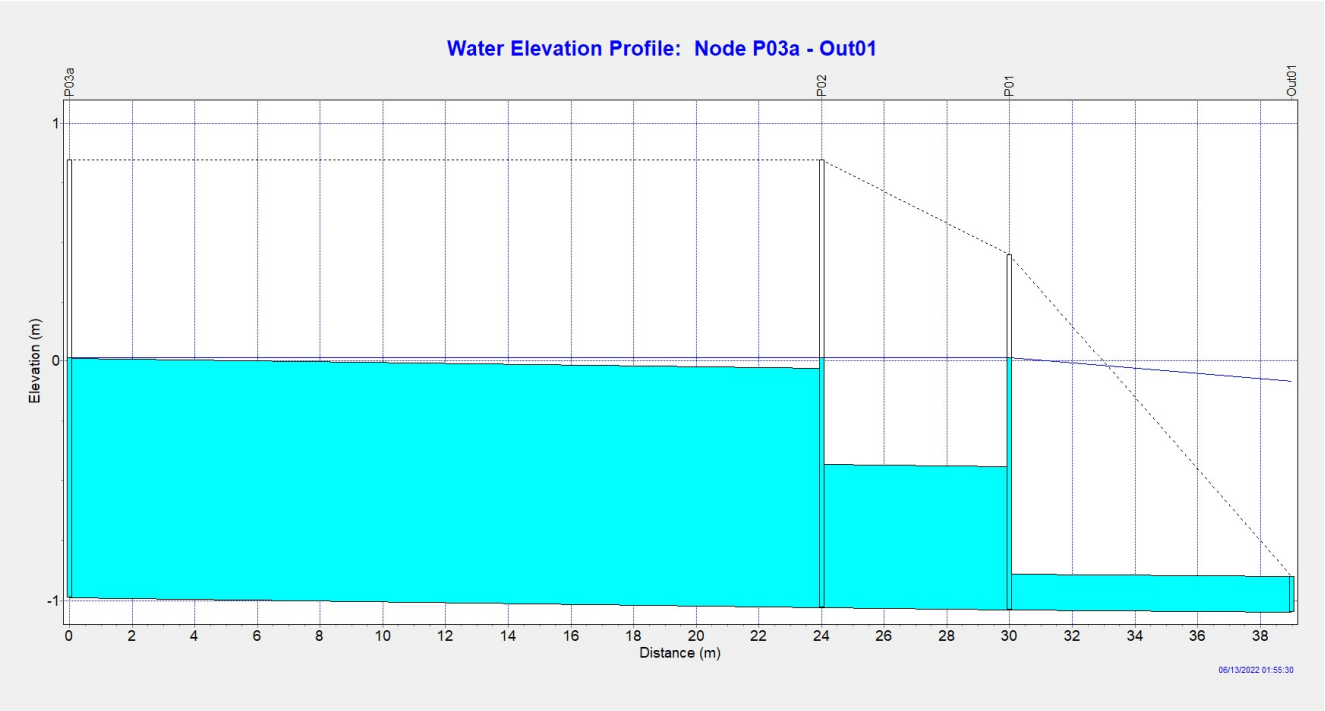


Figura 15 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche dal nodo P03a allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

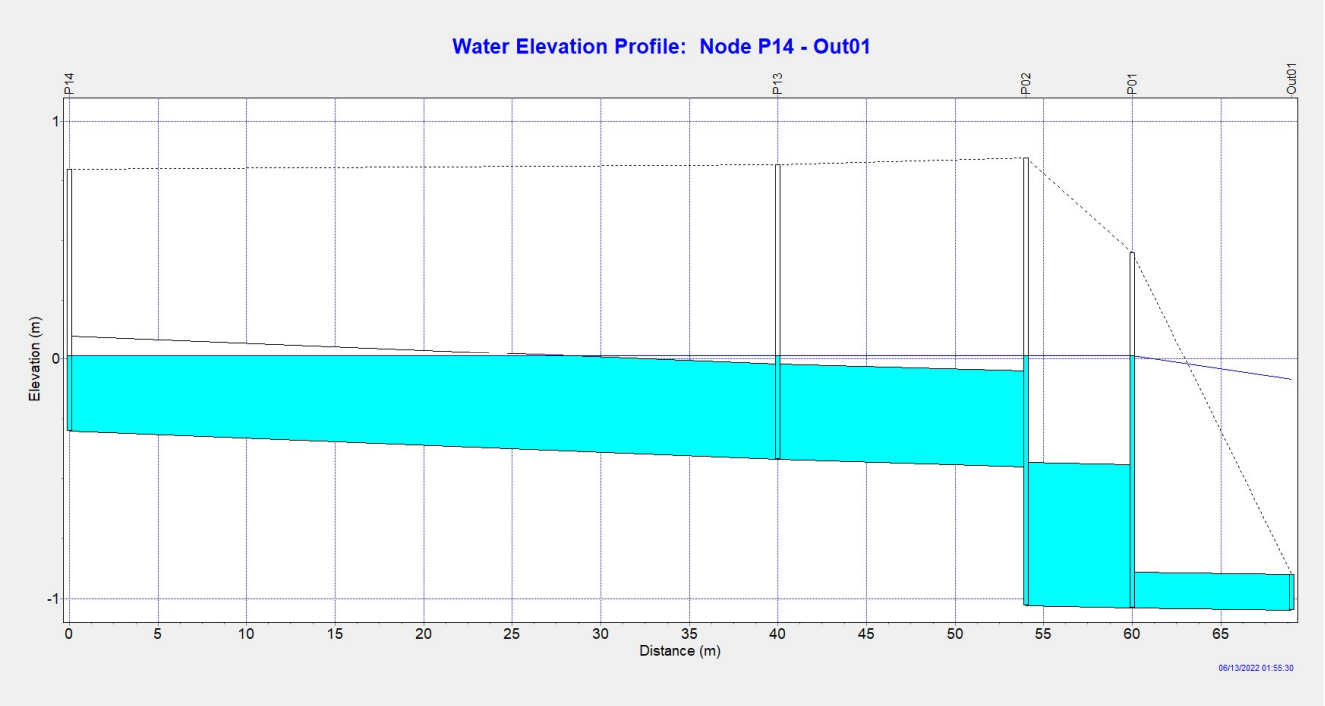


Figura 16 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche dal nodo P14 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

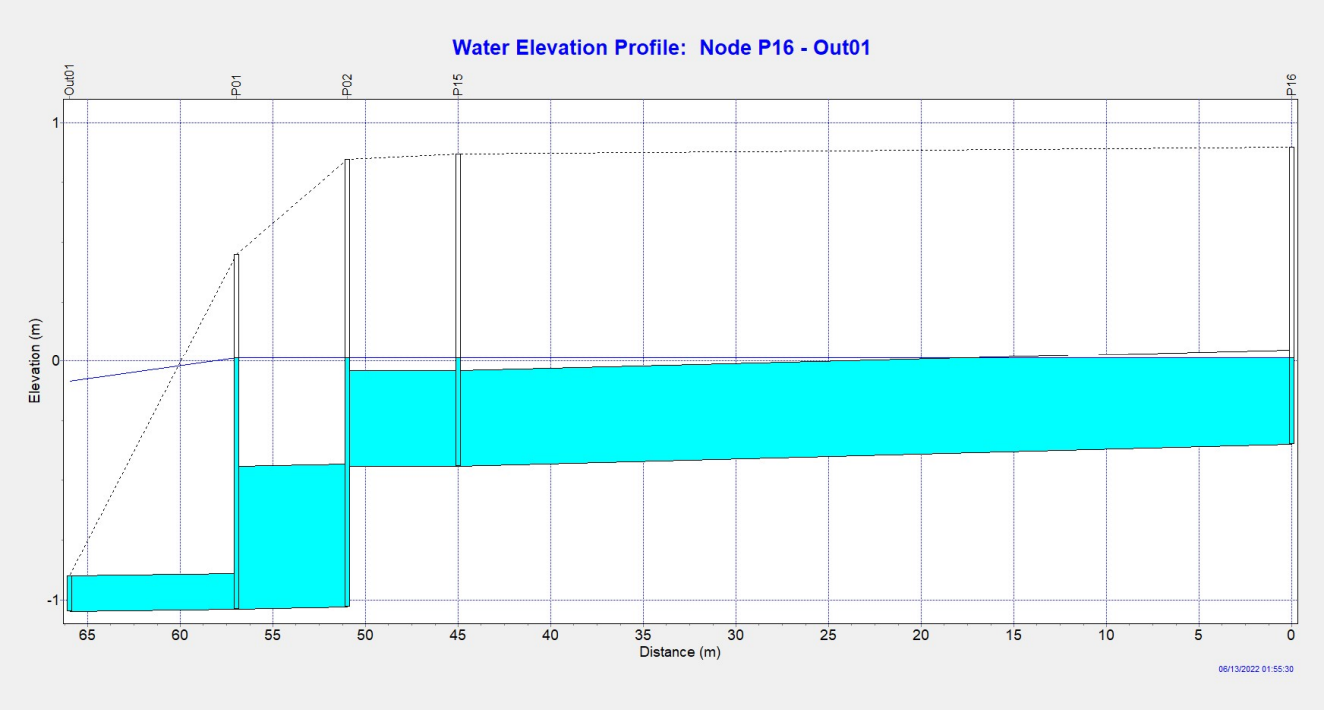


Figura 17 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche dal nodo P16 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

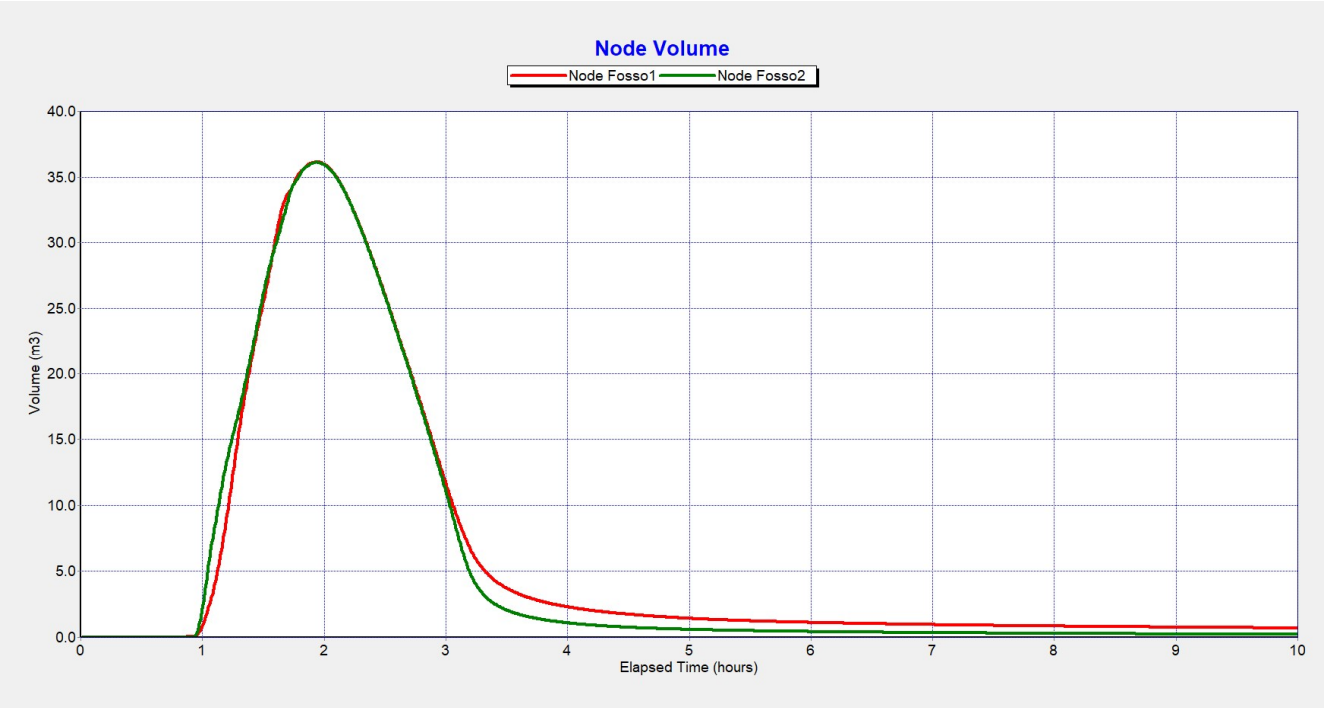


Figura 18 – Volume laminato all'interno dei fossi di laminazione a cielo aperto.

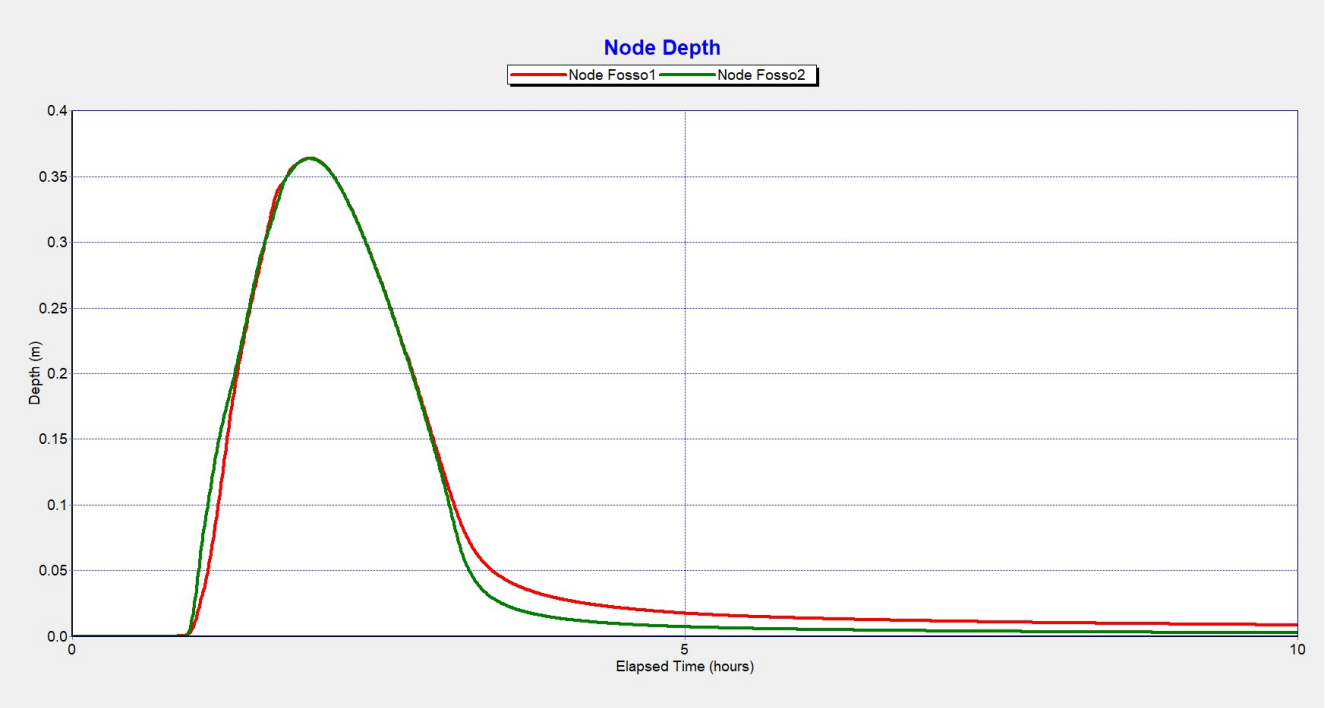


Figura 19 – Altezza di invaso all'interno dei fossi di laminazione a cielo aperto.

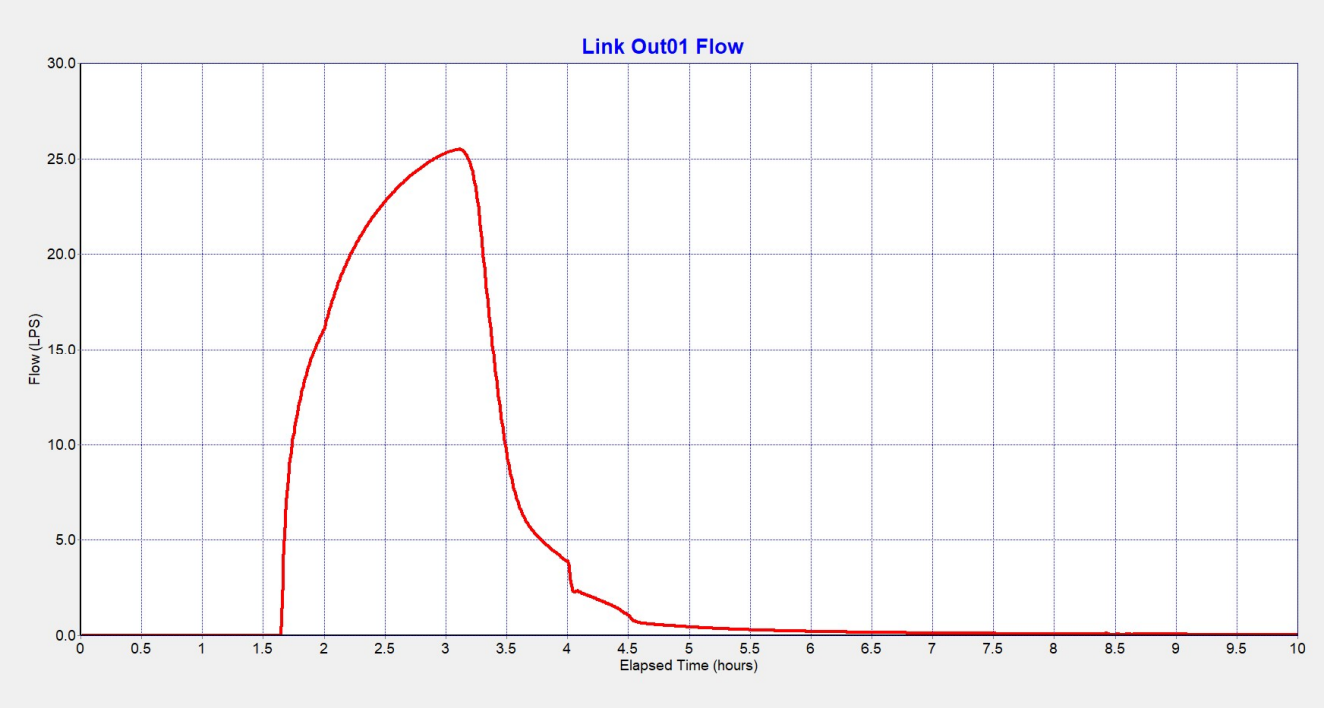


Figura 20 – Idrogramma in uscita dallo scarico finale nel cavo Vallicella.

Volume laminazione rete pubblica	*31*	*m^3*
Volume laminazione fossi a cielo aperto	*74*	*m^3*
Volume laminazione complessivo	*105*	*m^3*
Portata massima scaricata	*25.50*	*l/s*

Tabella 11 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia 120 minuti.

Il massimo volume di invaso, in questa configurazione, si ottiene per piogge con durata compresa fra i 30 minuti e le 3 ore raggiungendo il picco in corrispondenza delle 2 ore.
Come si può notare dai risultati riportati i volumi laminati all'interno delle tubazioni sono a quasi totale riempimento, infatti si ha un volume massimo laminato di circa 31 m³ a fronte di un volume utile pari a 32 m³, ed i fossi di laminazione si riempiono per circa un 50% del loro volume utile.
Dai profili di rigurgito si può verificare come non avvengano fuoriuscite di acqua. La portata massima scaricata nel cavo Vallicella (25.50 l/s) è compatibile con la sezione di deflusso del cavo anche se risulta superiore a quella dello stato di fatto. Si rammenta che il sistema è progettato anche per il completamento del comparto BF12, di cui si riportano i risultati in forma riassuntiva nel capitolo seguente. Nella tabella seguente sono riportati i risultati per tutti i tempi di pioggia esaminati.

			VOLUME			
TR	Durata	Portata scaricata (l/s)	Rete pubblica (m³)	Fosso 1 (m³)	Fosso 2 (m³)	Totale (m³)
100	15'	19.35	26	20	21	67
	30'	22.03	30	31	31	92
	1h	23.47	31	36	36	103
	2h	**25.50**	**31**	**41**	**41**	**113**
	3h	29.95	30	31	30	91
	6h	25.93	20	7	7	34
	12h	12.08	11	0	0	11
	24h	11.78	5	0	0	5

Tabella 12 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto TR=100 anni

Dai risultati esposti si dimostra che la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso e la massima portata in uscita, è quella di 2 ore.
Il funzionamento ad invaso della rete acque bianche pubblica è imposto dalla bocca tarata del DN160 che realizza una strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.
I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto, sia per i fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto e che i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento, anche per eventi di pioggia con tempi di ritorno pari a 100 anni. Il sistema di drenaggio delle acque garantisce un volume d'invaso utile pari a **V=232 m³**.

4 SINTESI RISULTATI MODELLO COMPLETO VIA LAGAZZI COMPARTO BF12

Nel presente capitolo si riporta il riassunto dei risultati delle simulazione per il sistema fognario acque bianche complessivo (via Lagazzi e comparto BF12).

L'area complessiva è pari a circa 36.200 m^2 ed è coltivata a prato, l'impermeabilizzazione complessiva di progetto è pari a circa 18.000 m^2.

Nello stato attuale la portata massima è generata da una pioggia con durata di 60 minuti ed è pari a circa 145.00 l/s.

La figura seguente riporta l'idrogramma dei deflussi generati dall'area complessiva in esame in occasione di una pioggia di durata pari a 60 minuti e tempo di ritorno pari a 100 anni.

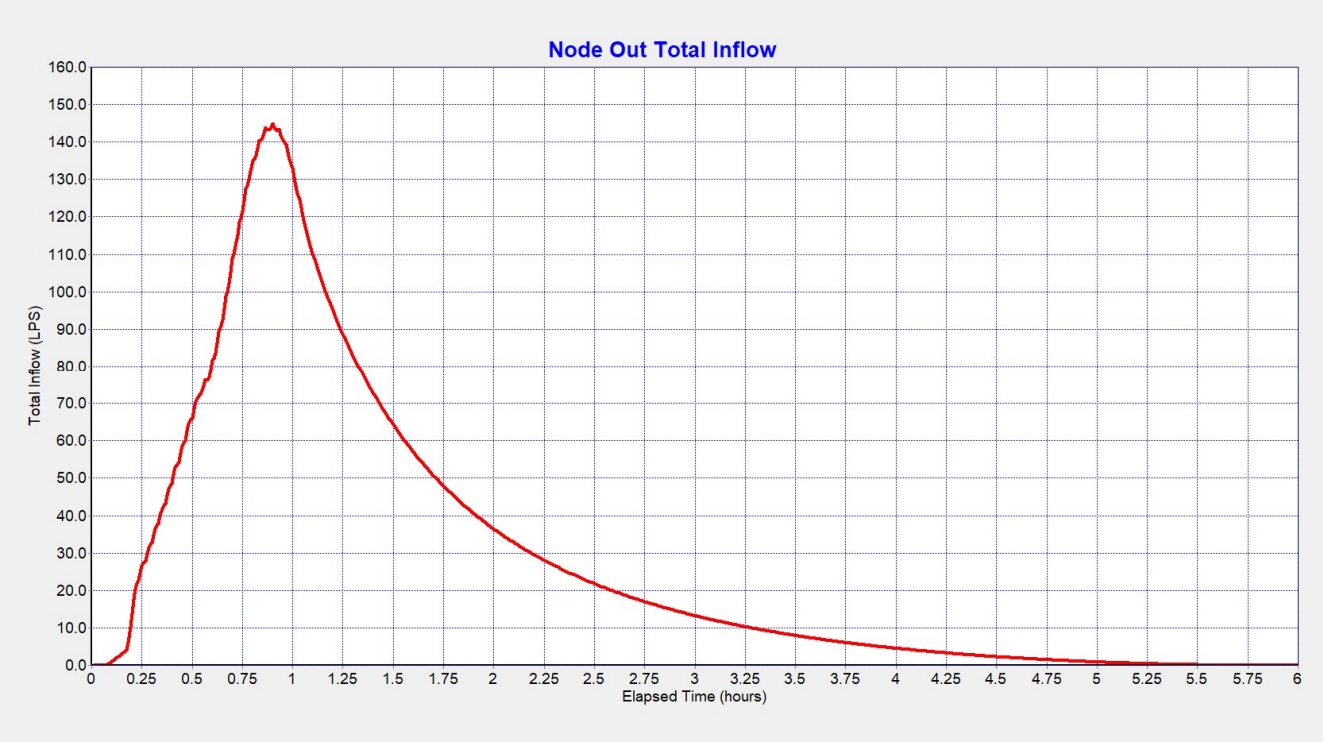


Figura 21 - Idrogramma dei massimi deflussi generati per TR 100 anni nello Stato di Fatto.

Seguendo le metodologie precedentemente esposte, sono stati stimati gli idrogrammi defluenti da ciascun sottobacino per tutti gli eventi pluviometrici assegnati (al variare della durata di pioggia) e quindi la portata in transito istante per istante in ogni collettore ed il carico piezometrico all'interno di ciascun nodo della rete. Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, ossia definizione dei parametri idraulici della rete in ***moto vario*** e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione delle condotte che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

La simulazione è stata effettuata considerando due condizioni di valle, in particolare:

3. Condizione di valle 1: Scarico libero in moto uniforme considerando il Cavo Vallicella con livello idrometrico inferiore allo scorrimento della condotta di scarico.
4. Condizione di valle 2: Scarico rigurgitato considerando il Cavo Vallicella con livello idrometrico massimo superiore di circa 1,50 m rispetto allo scorrimento della condotta di scarico.

Il comparto BF12 sarà realizzato con rete fognaria acque bianche principale con condotte DN800 e DN1000 in cemento per un volume di circa 230 m³, vasca di laminazione a cielo aperto in area verde di volume pari a circa 980 m³ volume all'interno dei lotti pari a 120 m³, per un volume complessivo disponibile pari a circa 1.330 m³.

L'area è stata suddivisa in 22 sottobacini scolanti, aventi caratteristiche di permeabilità omogenee e dove ogni sottobacino è definito da una pendenza di falda (da 0,15% a 2,50%), da una larghezza della superficie di scolo e da un nodo di recapito.

Nella figura seguente si riporta la schematizzazione modellistica della rete per la zona oggetto di studio.

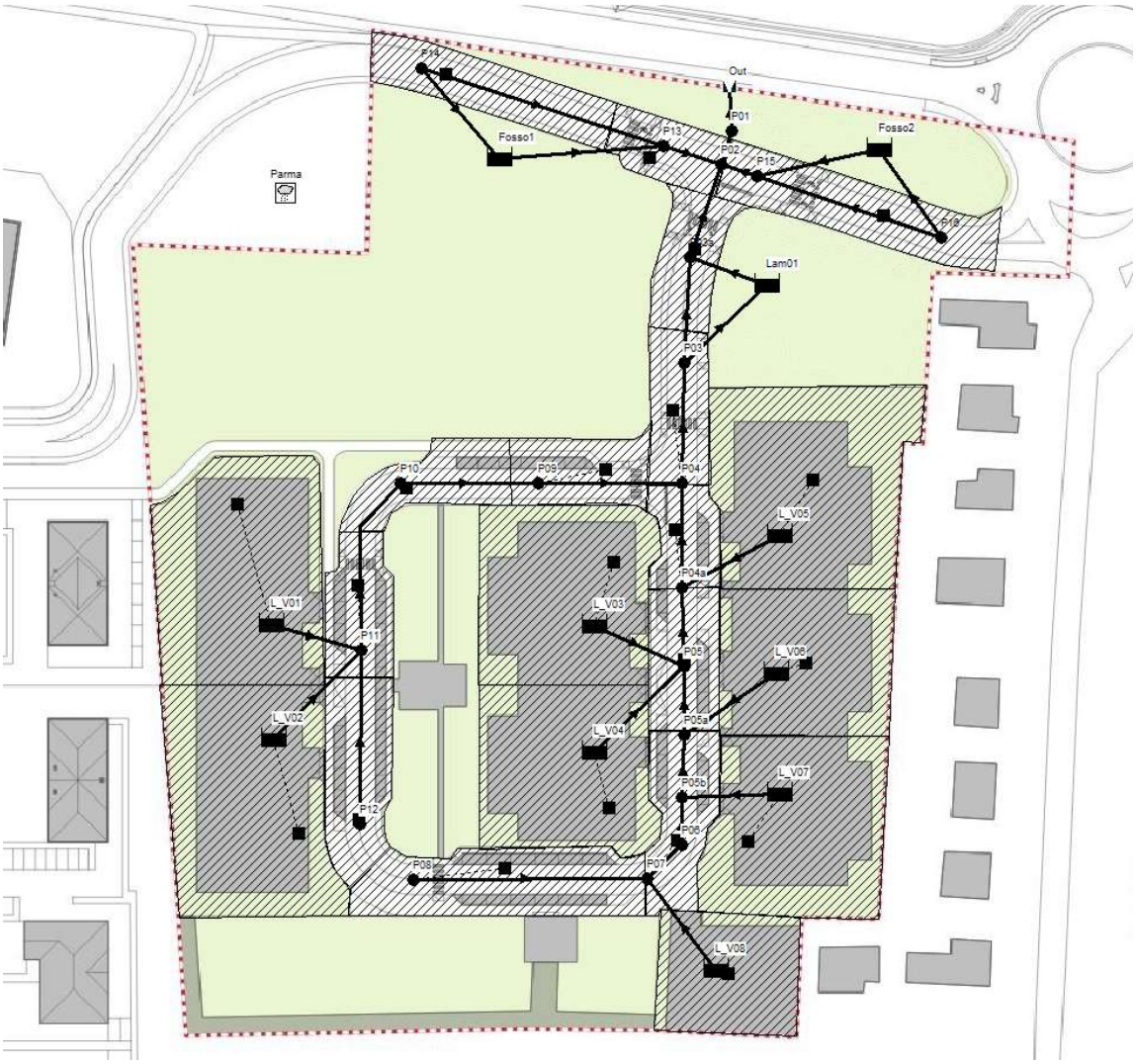


Figura 22: Schematizzazione modellistica della rete di raccolta delle acque meteoriche.

Nelle pagine seguenti, suddivisi per durata di pioggia, si riportano lo ietogramma di ingresso, l'idrogramma delle portate in ingresso e uscita dallo scarico ed il profilo di rigurgito delle condotte principali fino al recapito nell'istante di massimo riempimento per le due condizioni di valle simulate. In particolare si riportano i risultati per durata la durata di pioggia critica e per tempo di ritorno pari a 100 anni, mentre i dati per le altre durate di pioggia sono esposti solo nelle tabelle riassuntive.

- ***TR100 ANNI CONDIZIONE DI VALLE 1: DURATA DI PIOGGIA 6 ORE***

La figura seguente mostra lo ietogramma di ingresso per durata di pioggia pari a 6 ore.

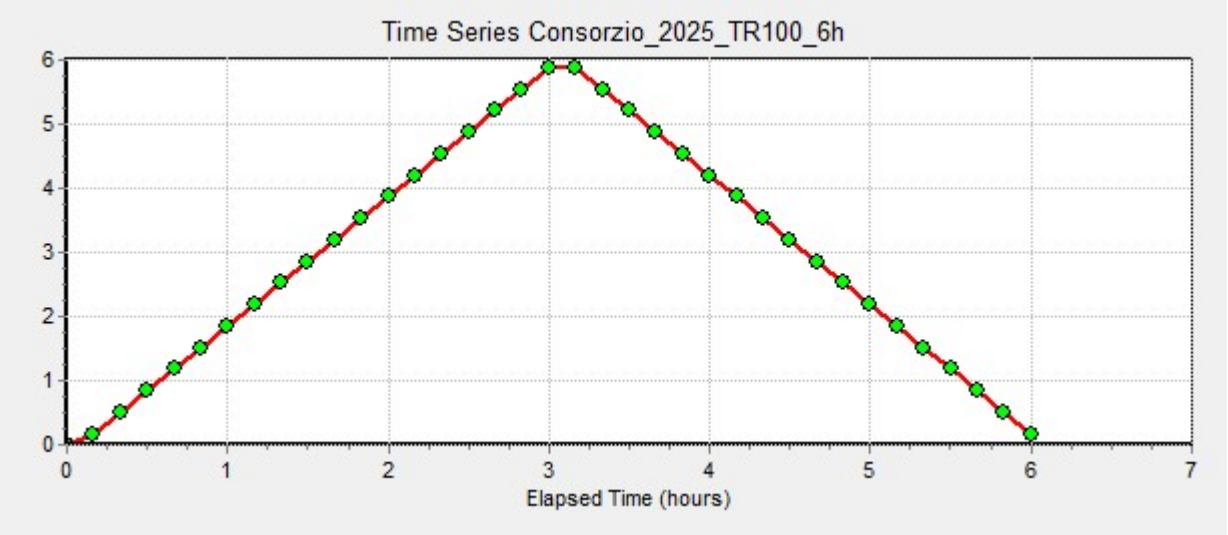


Figura 23 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 6 ore.

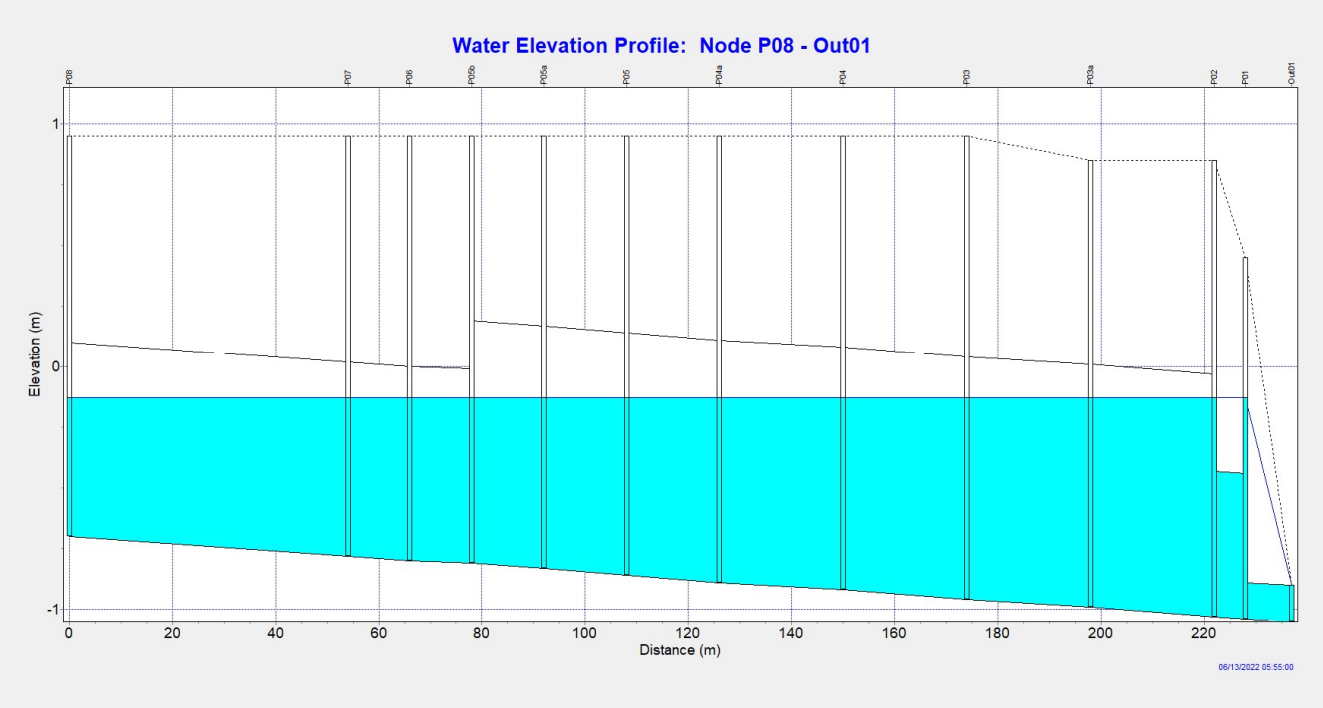


Figura 24 – Profilo di rigurgito della rete acque comparto BF12 bianche dal nodo P08 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

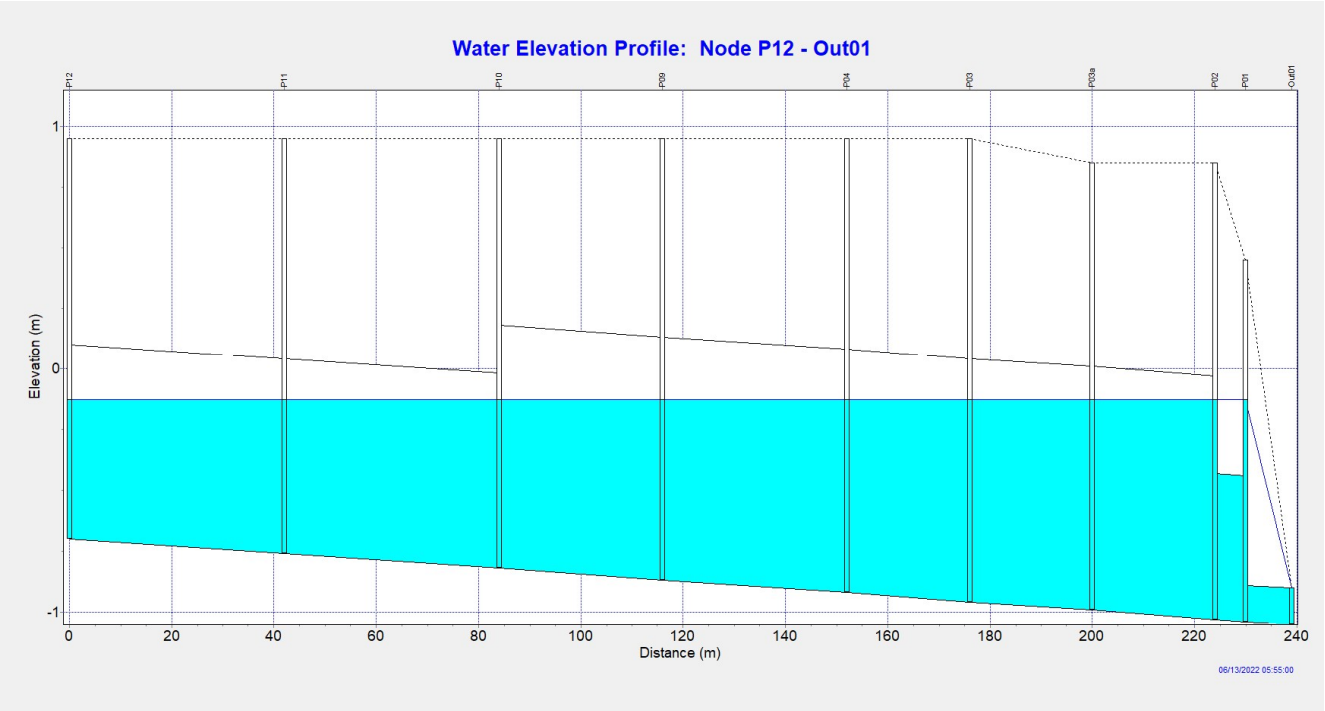


Figura 25 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche comparto BF12 dal nodo P12 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

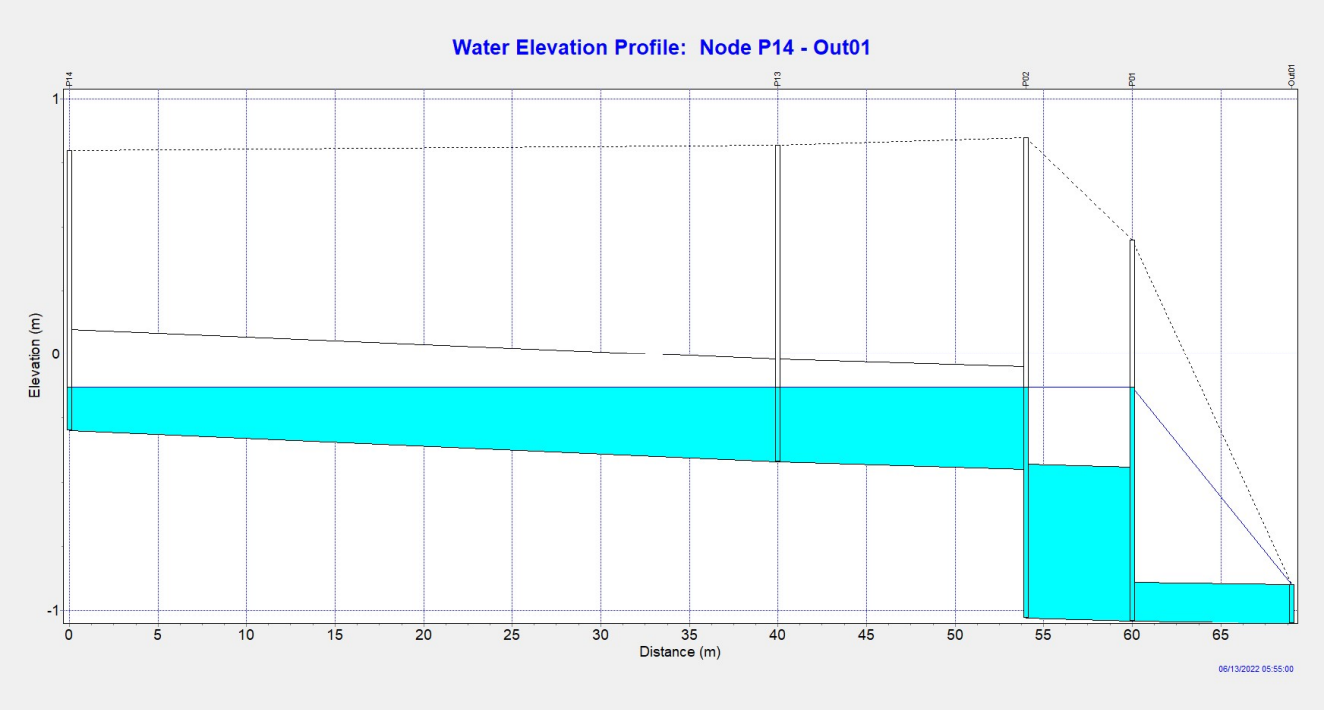


Figura 26 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche via Lagazzi dal nodo P14 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

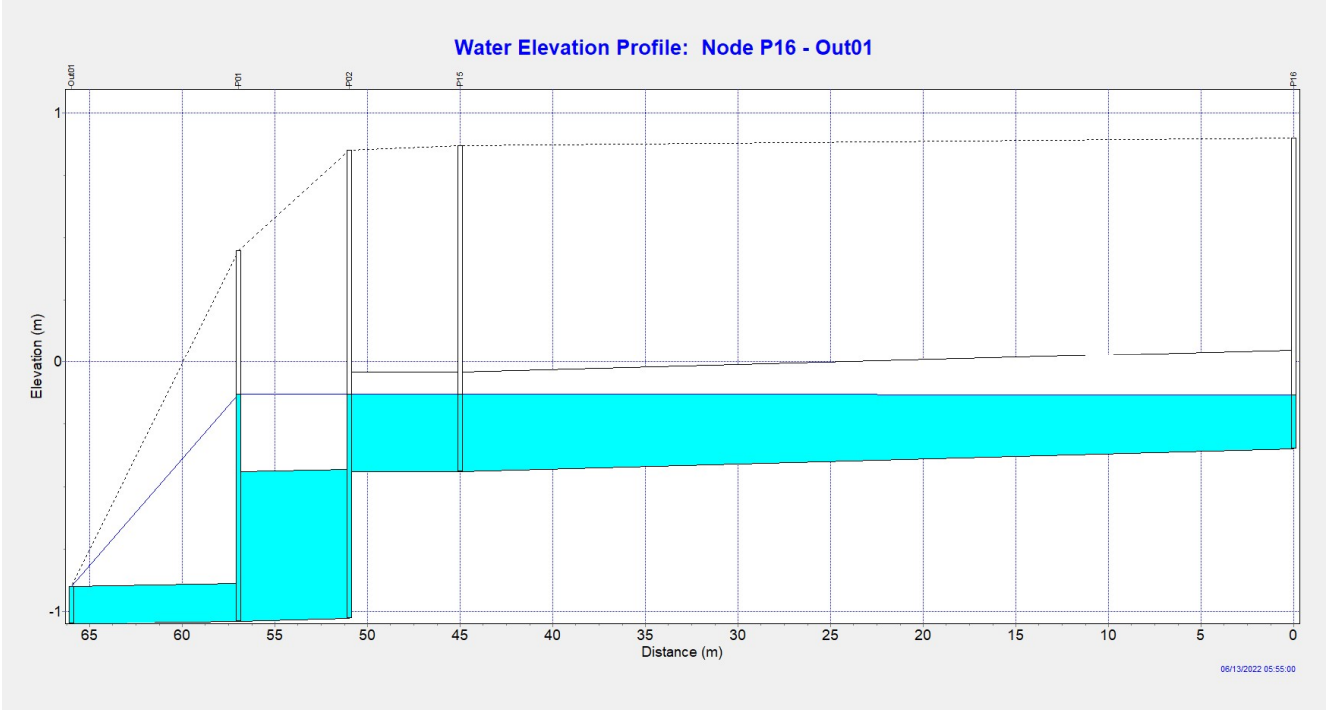


Figura 27 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche via Lagazzi dal nodo P16 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

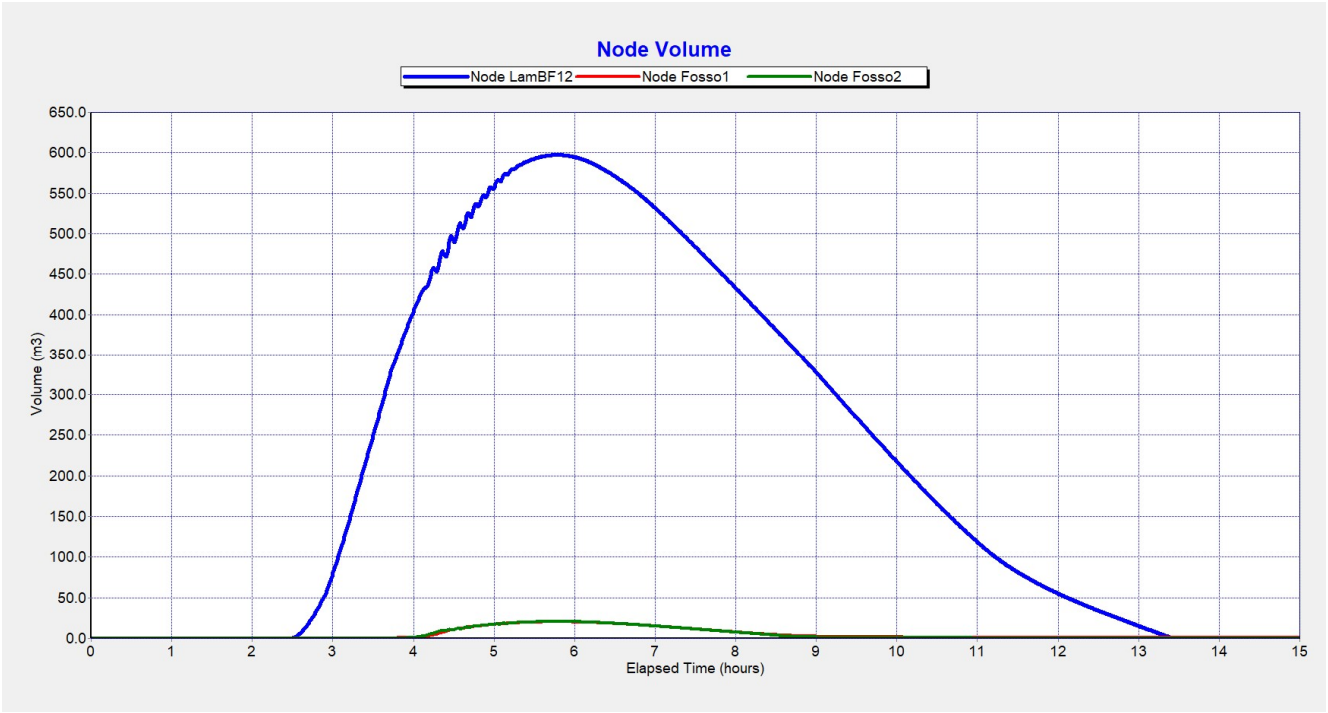


Figura 28 – Volume all'interno degli invasi di laminazione a cielo aperto.

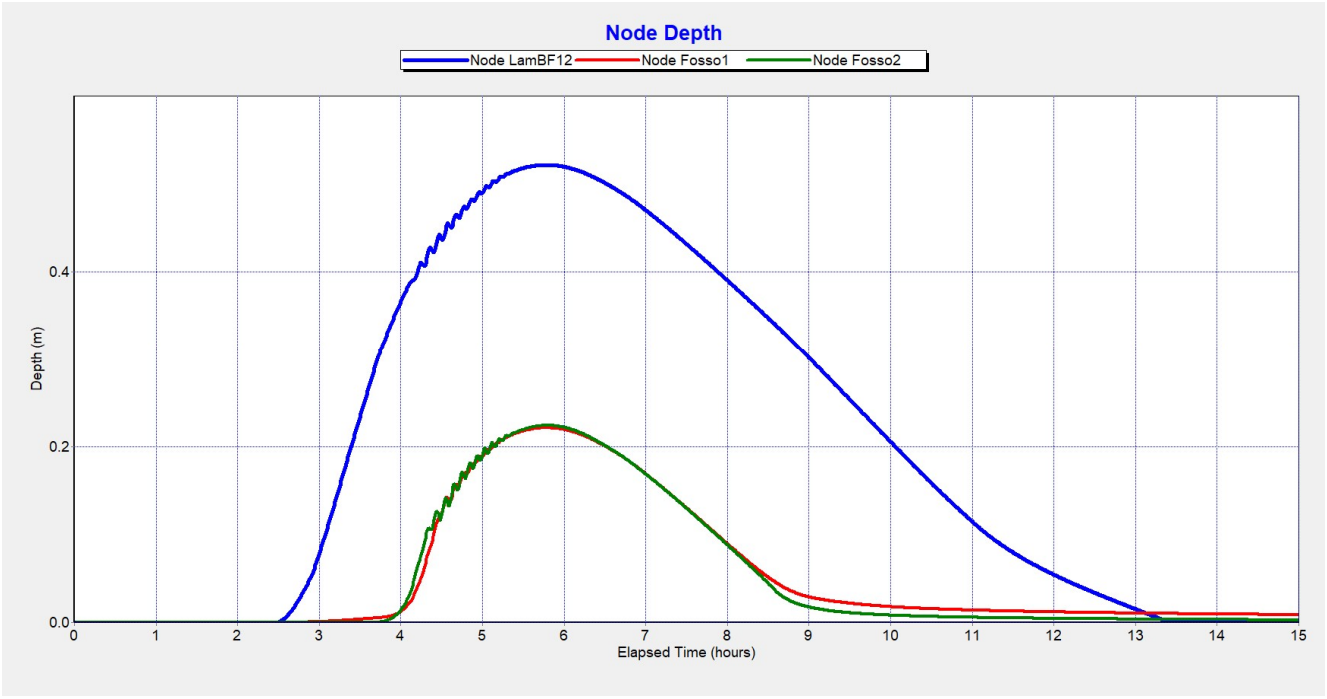


Figura 29 – Altezza di invaso all'interno degli invasi di laminazione a cielo aperto.

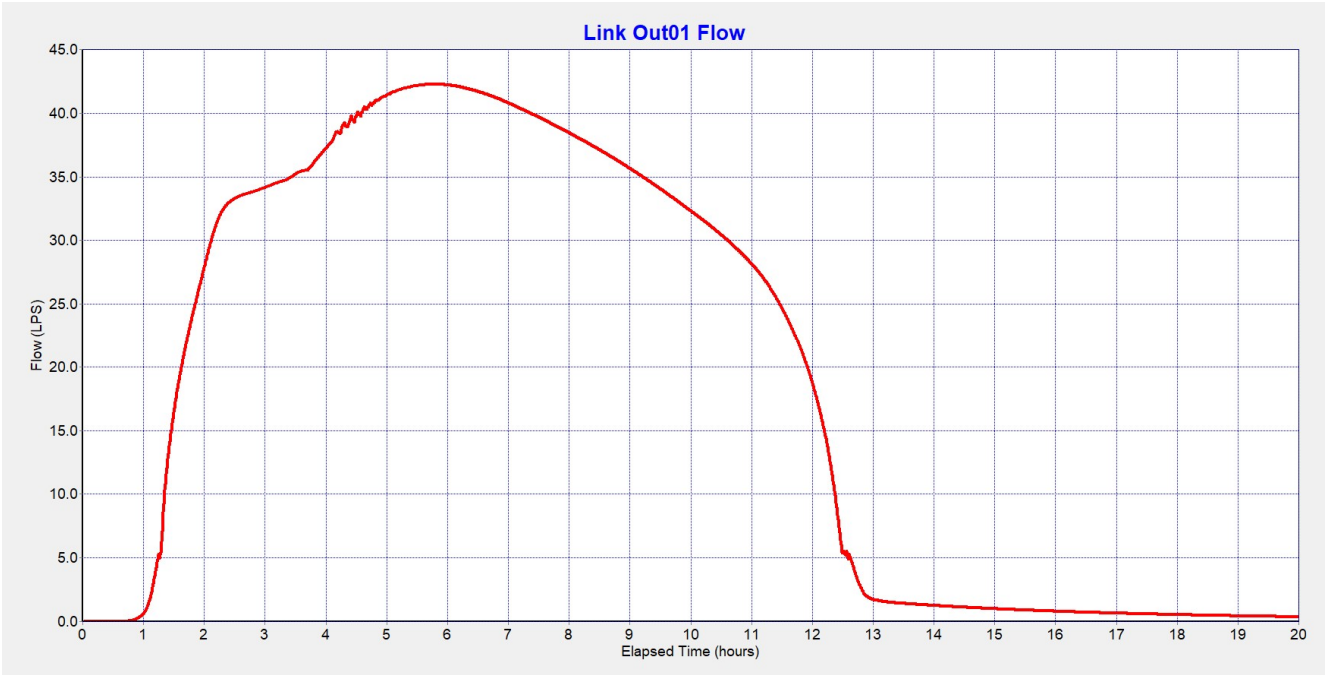


Figura 30 – Idrogramma in uscita dallo scarico finale nel cavo Vallicella.

Volume laminazione Lotti BF12	*30*	*m^3*
Volume laminazione rete pubblica	*204*	*m^3*
Volume laminazione invaso BF12	*596*	*m^3*
Volume laminazione fossi a cielo aperto	*42*	*m^3*
Volume laminazione complessivo	*872*	*m^3*
Portata massima scaricata	*42.25*	*l/s*

Tabella 13 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia 6 ore.

Il massimo volume di invaso, in questa configurazione, si ottiene per piogge con durata compresa fra le 3 e le 12 ore raggiungendo il picco in corrispondenza delle 6 ore.

Come si può notare dai risultati riportati i volumi laminati all'interno delle tubazioni sono inferiori ai volumi utili di progetto, infatti si ha un volume massimo laminato di circa 204 m³ a fronte di un volume utile pari a 262 m³, i fossi di laminazione contribuiscono per 42 m^3, la vasca di laminazione per 596 m^3 e, infine, i lotti privati per circa 30 m^3. Per un volume complessivo di laminazione pari a circa 872 m^3. Inoltre, dai profili di rigurgito, si può verificare come non avvengano fuoriuscite di acqua. Nella tabella seguente sono riportati i risultati per tutti i tempi di pioggia esaminati.

			VOLUMI					
TR	Durata	Portata scaricata (l/s)	Lotti (m³)	Rete pubblica (m³)	Vasca BF12 (m³)	Fosso 1 (m³)	Fosso 2 (m³)	Totale (m³)
100	15'	38.05	85	158	203	4	3	453
	30'	39.09	106	171	333	8	6	624
	1h	38.37	79	175	389	7	6	656
	2h	39.80	53	179	488	12	12	744
	3h	41.20	42	193	547	17	16	815
	6h	**42.25**	**30**	**204**	**596**	**21**	**21**	**872**
	12h	41.02	25	190	541	16	16	788
	24h	36.70	25	148	366	2	1	542

Tabella 14 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto TR=100 anni e condizione di valle 1.

La portata scaricata nel cavo Vallicella (42.25 l/s) è compatibile con la sezione di deflusso del cavo e risulta inferiore a quella scaricata nello stato di fatto pari a circa 145 l/s.

Il funzionamento ad invaso della rete acque bianche pubblica è imposto dalla bocca tarata del DN160 che realizza una strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto, sia per i fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto e che i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento, anche per eventi di pioggia con tempi di ritorno pari a 100 anni.

Il sistema di drenaggio delle acque garantisce un volume d'invaso utile complessivo pari a **V=1.562 m³** (di cui 232 m^3 completamento via Lagazzi e 1.330 m^3 comparto BF12).

- ***TR100 ANNI CONDIZIONE DI VALLE 2: DURATA DI PIOGGIA 6 ORE***

La figura seguente mostra lo ietogramma di ingresso per durata di pioggia pari a 6 ore.

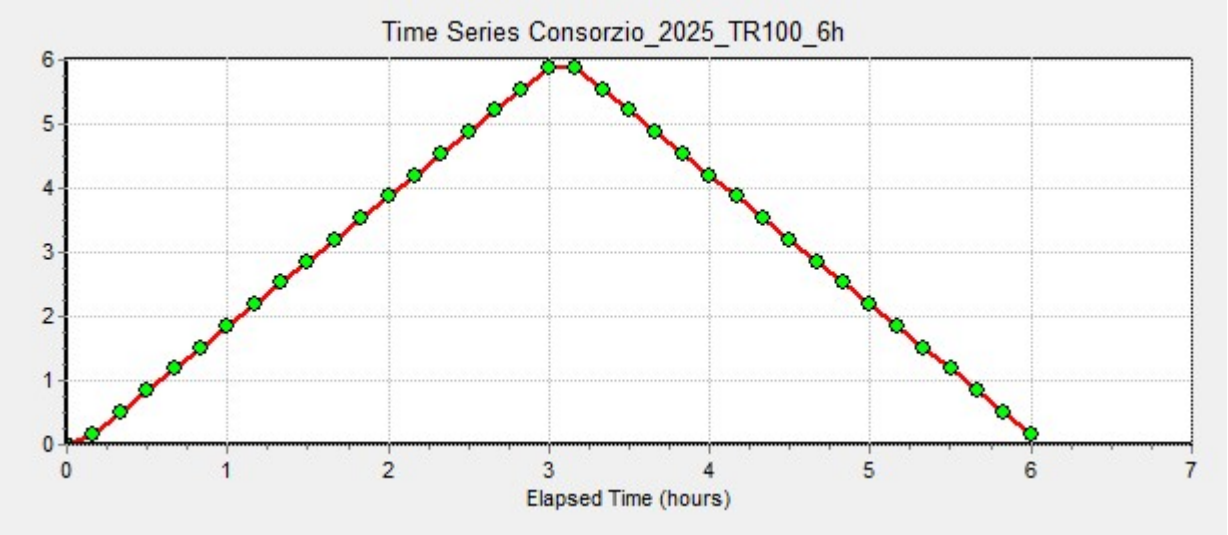


Figura 31 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 6 ore.

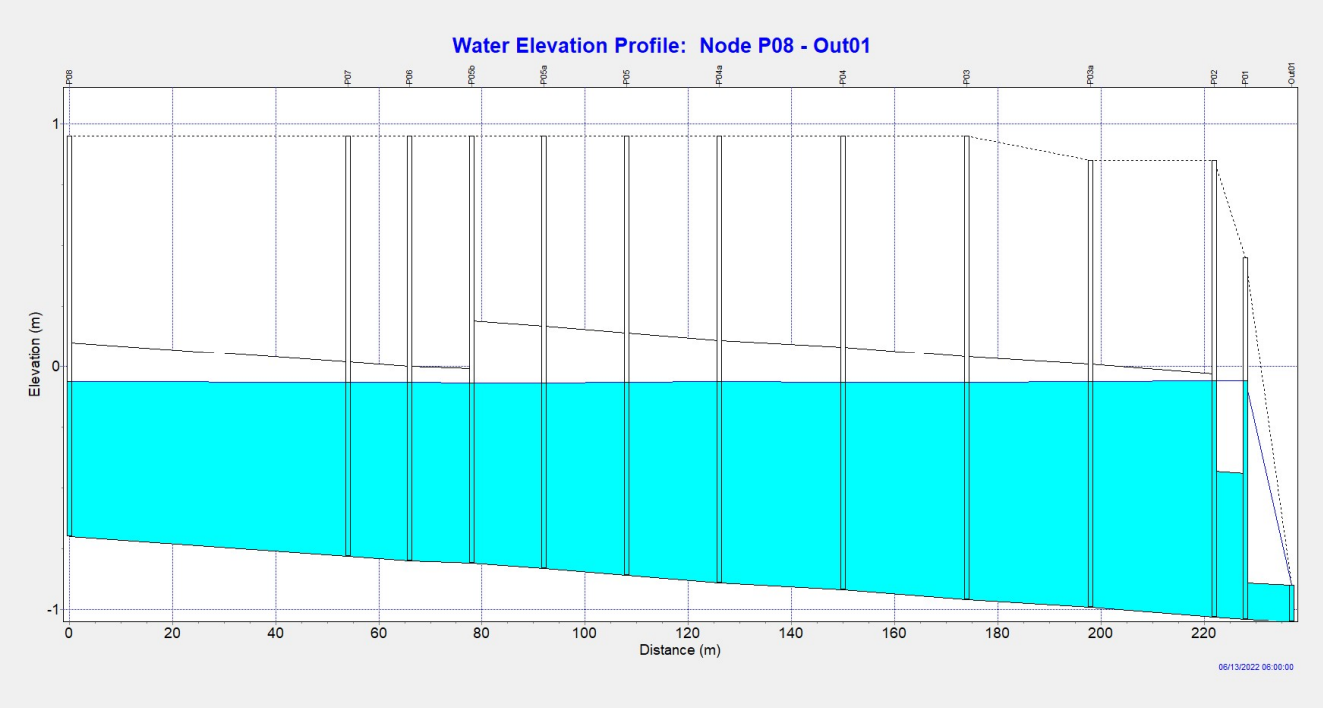


Figura 32 – Profilo di rigurgito della rete acque comparto BF12 bianche dal nodo P08 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

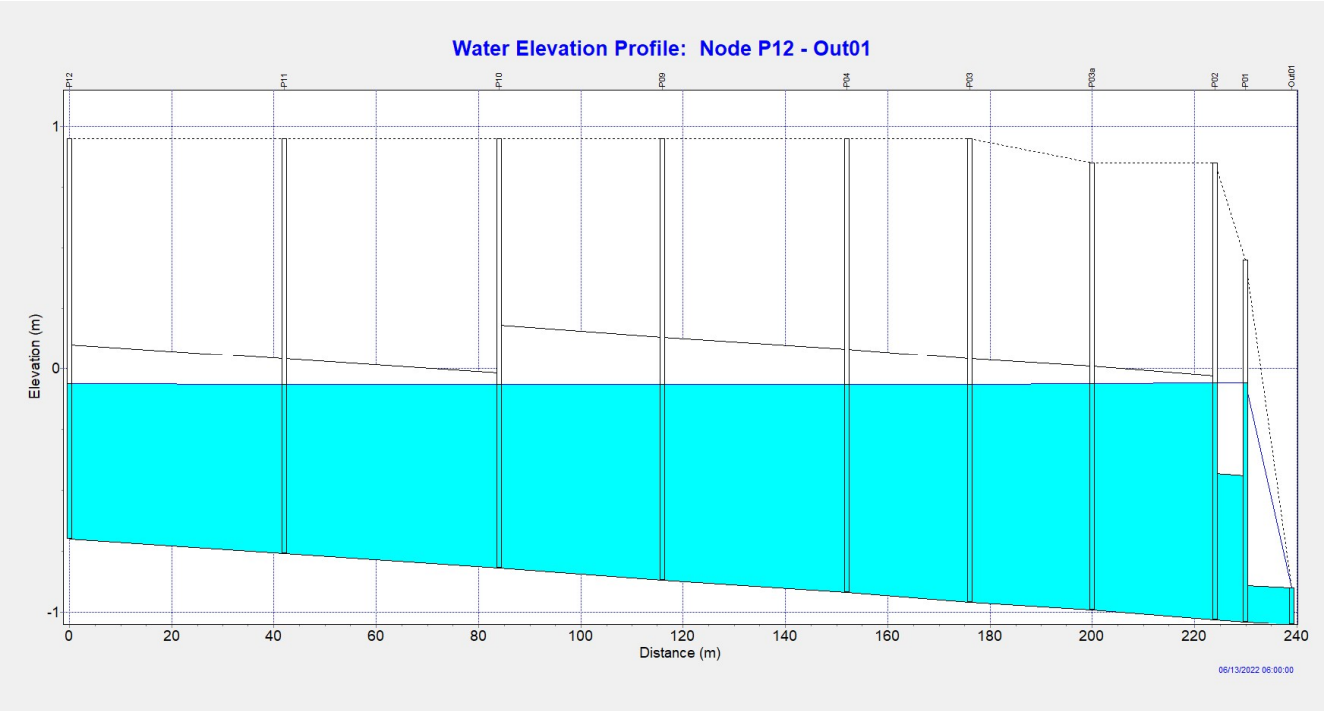


Figura 33 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche comparto BF12 dal nodo P12 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

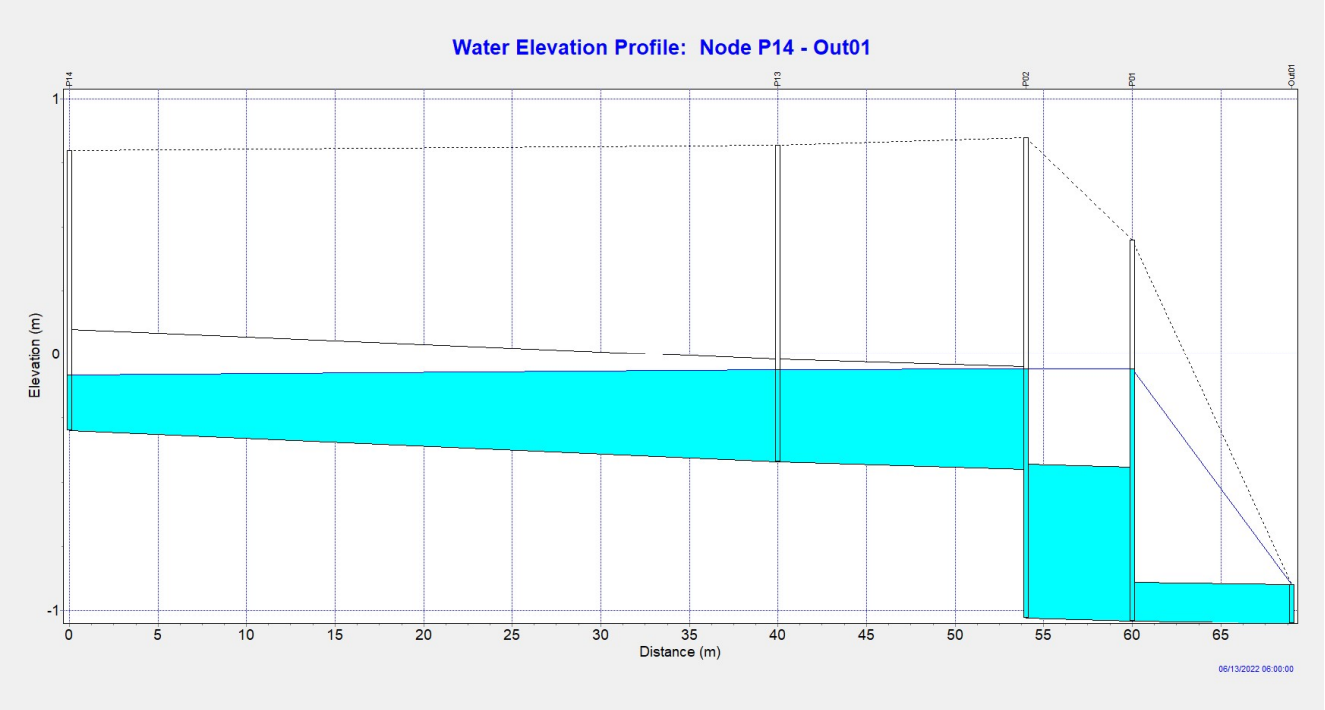


Figura 34 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche via Lagazzi dal nodo P14 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

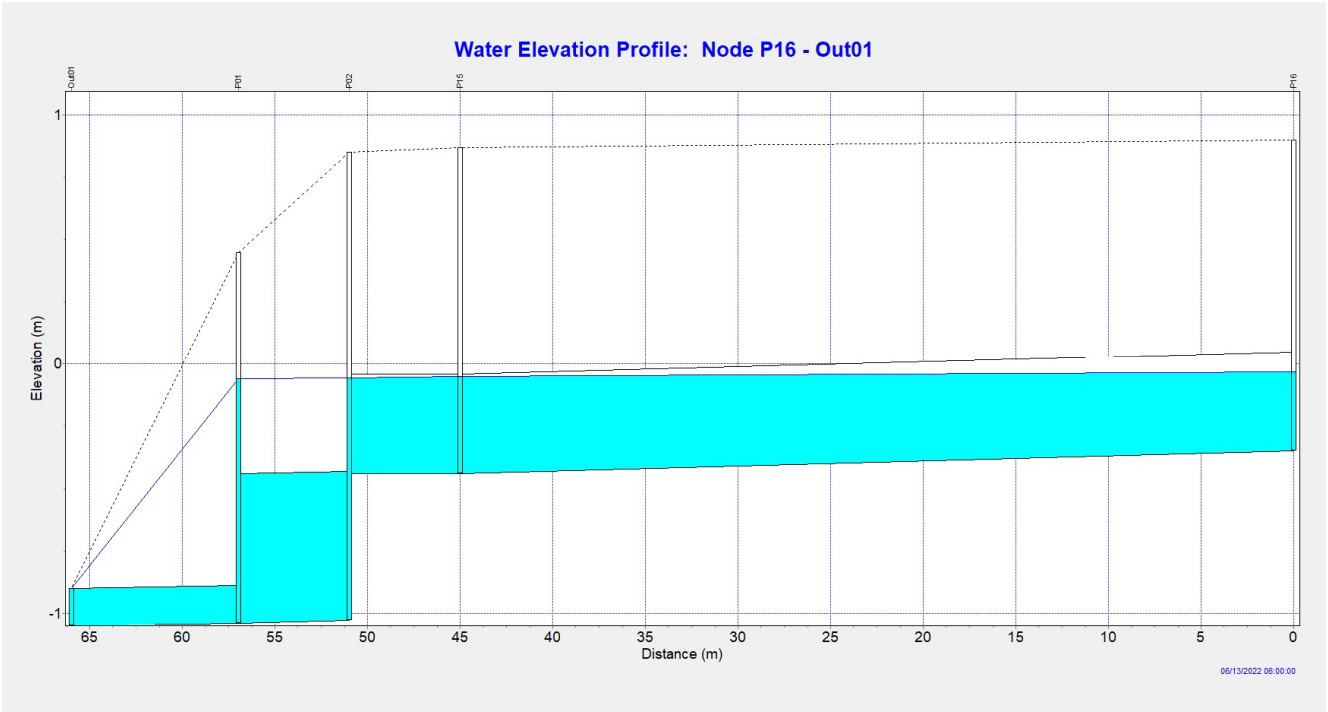


Figura 35 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche via Lagazzi dal nodo P16 allo scarico finale nel cavo Vallicella (Out01).

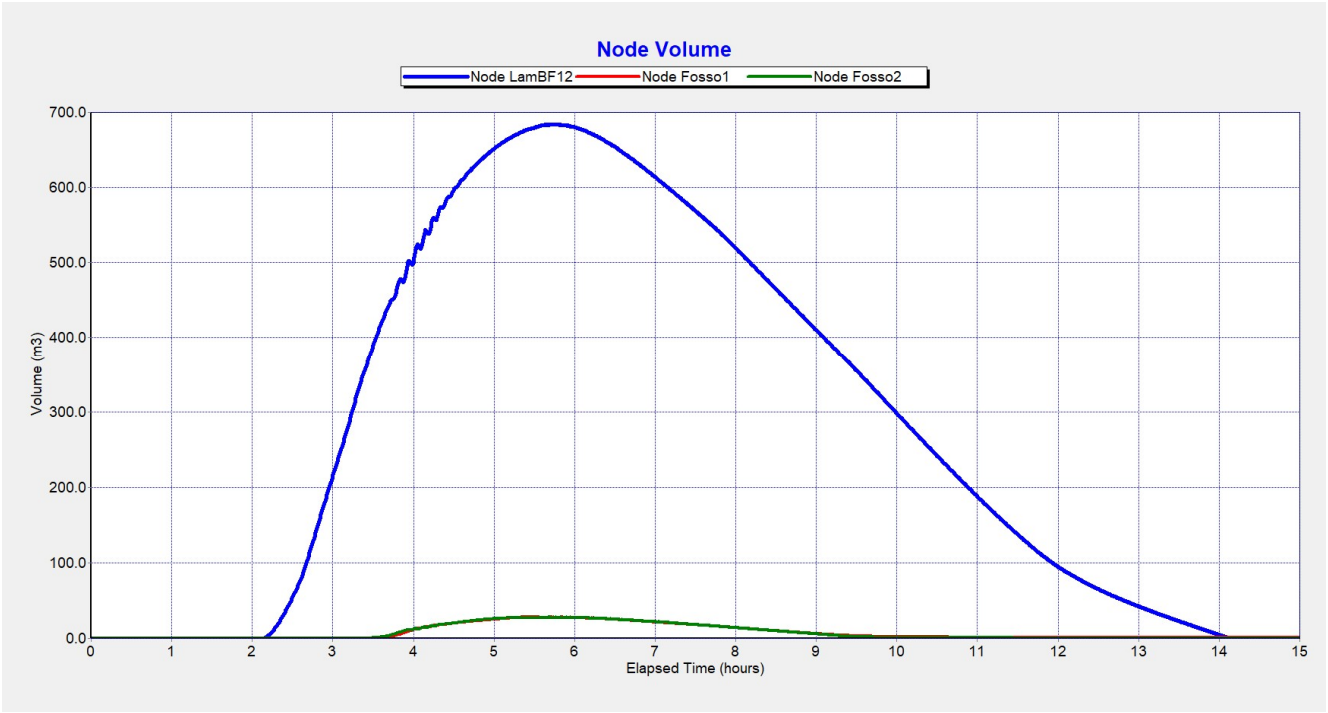


Figura 36 – Volume all'interno degli invasi di laminazione a cielo aperto.

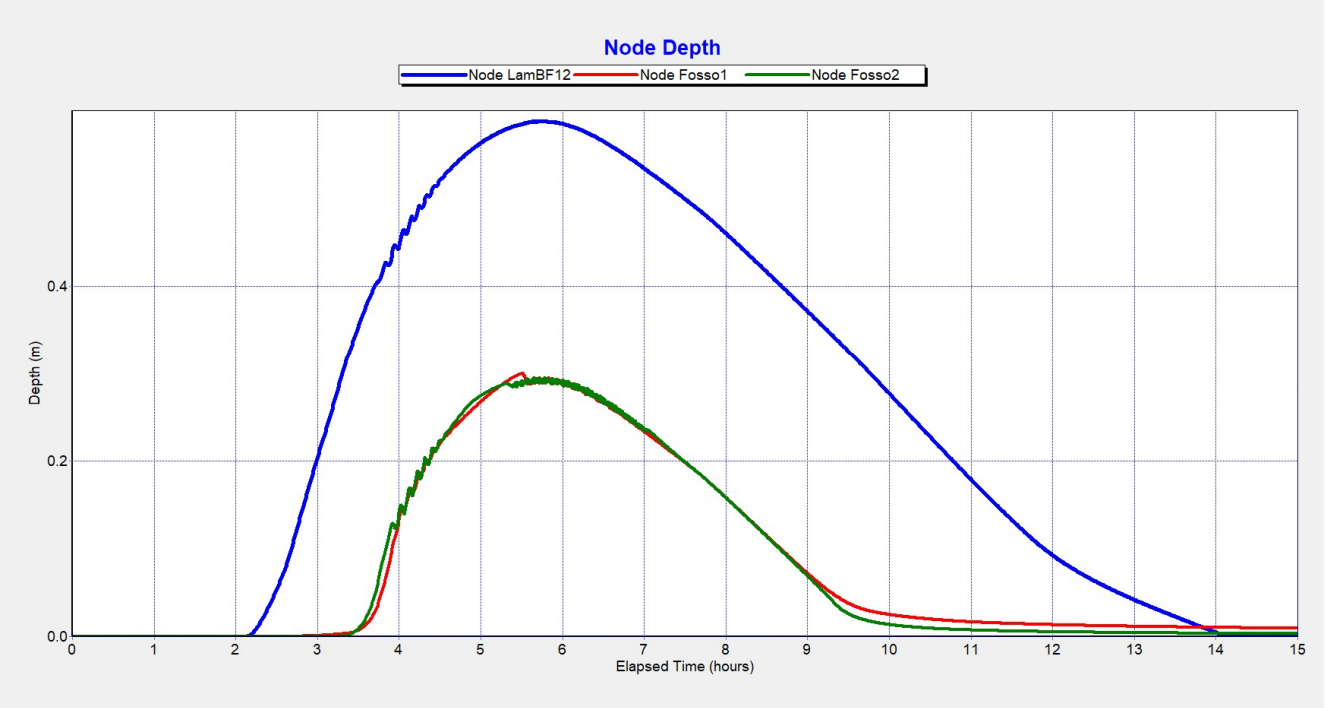


Figura 37 – Altezza di invaso all'interno degli invasi di laminazione a cielo aperto.

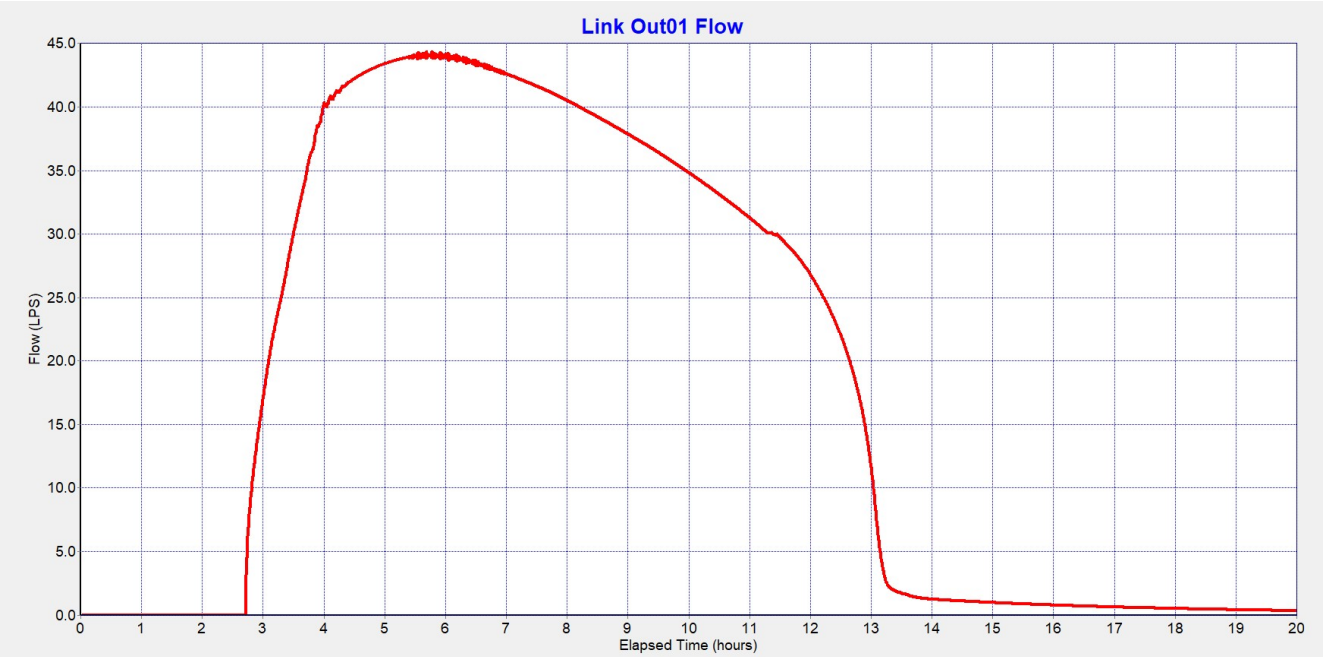


Figura 38 – Idrogramma in uscita dallo scarico finale nel cavo Vallicella.

Volume laminazione Lotti BF12	*48*	*m^3*
Volume laminazione rete pubblica	*225*	*m^3*
Volume laminazione invaso BF12	*684*	*m^3*
Volume laminazione fossi a cielo aperto	*57*	*m^3*
Volume laminazione complessivo	*1.014*	*m^3*
Portata massima scaricata	*44.37*	*l/s*

Tabella 15 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia 6 ore.

Il massimo volume di invaso, in questa configurazione, si ottiene per piogge con durata compresa fra le 3 e le 12 ore raggiungendo il picco in corrispondenza delle 6 ore.

Come si può notare dai risultati riportati i volumi laminati all'interno delle tubazioni sono inferiori ai volumi utili di progetto, infatti si ha un volume massimo laminato di circa 225 m³ a fronte di un volume utile pari a 260 m³, i fossi di laminazione contribuiscono per 57 m³, la vasca di laminazione per 684 m³ e, infine, i lotti privati per circa 48 m³, per un volume complessivo di laminazione pari a circa 1.014 m³.

Inoltre, dai profili di rigurgito, si può verificare come non avvengano fuoriuscite di acqua. Nella tabella seguente sono riportati i risultati per tutti i tempi di pioggia esaminati.

			VOLUMI					
TR	Durata	Portata scaricata (l/s)	Lotti (m³)	Rete pubblica (m³)	Vasca BF12 (m³)	Fosso 1 (m³)	Fosso 2 (m³)	Totale (m³)
100	15'	30.35	85	163	285	6	4	543
	30'	34.57	97	177	419	10	8	711
	1h	36.88	79	180	497	13	12	781
	2h	40.70	53	207	616	22	22	920
	3h	43.12	47	221	671	27	28	994
	6h	**44.37**	**48**	**225**	**684**	**28**	**29**	**1014**
	12h	41.36	25	194	556	17	17	809
	24h	36.70	25	148	366	2	1	542

Tabella 16 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto TR=100 anni e condizione di valle 2.

La portata scaricata nel cavo Vallicella (44.37 l/s) è compatibile con la sezione di deflusso del cavo e risulta inferiore a quella scaricata nello stato di fatto pari a circa 145 l/s.

Il funzionamento ad invaso della rete acque bianche pubblica è imposto dalla bocca tarata del DN160 che realizza una strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto, sia per i fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto e che i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento, anche per eventi di pioggia con tempi di ritorno pari a 100 anni.

Il sistema di drenaggio delle acque garantisce un volume d'invaso utile complessivo pari a **V=1.562 m³** (di cui 232 m³ completamento via Lagazzi e 1.330 m³ comparto BF12).

5 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA DGR 1300/2016 E RRI DEL COMUNE DI PARMA

Nel presente capitolo viene valutata la **compatibilità idraulica** dell'area in esame, ai sensi delle disposizioni della DGR n.1300/2016 e delle mappe di pericolosità e rischio idraulico del nuovo PGRA (Piano di gestione del Rischio di Alluvioni) del bacino del Fiume Po e del Regolamento di gestione del Rischio Idraulico (RRI) del Comune di Parma, per garantire l'applicazione:

1. Di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
2. Di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Nelle figure seguenti si riportano gli estratti delle mappe della pericolosità per il Reticolo Principale (RP) e per il Reticolo Secondario di Pianura (RSP) elaborate per il territorio comunale, e della Carta delle aree di vulnerabilità idraulica del RRI del Comune di Parma.
Le mappe della pericolosità contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), rappresentate con tre diverse tonalità di blu, associando al ridursi della frequenza di allagamento il diminuire dell'intensità del colore.



Figura 15 – Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 11.04.2022) Reticolo Principale.



Figura 15 – Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 11.04.2022) Reticolo Secondario di Pianura.

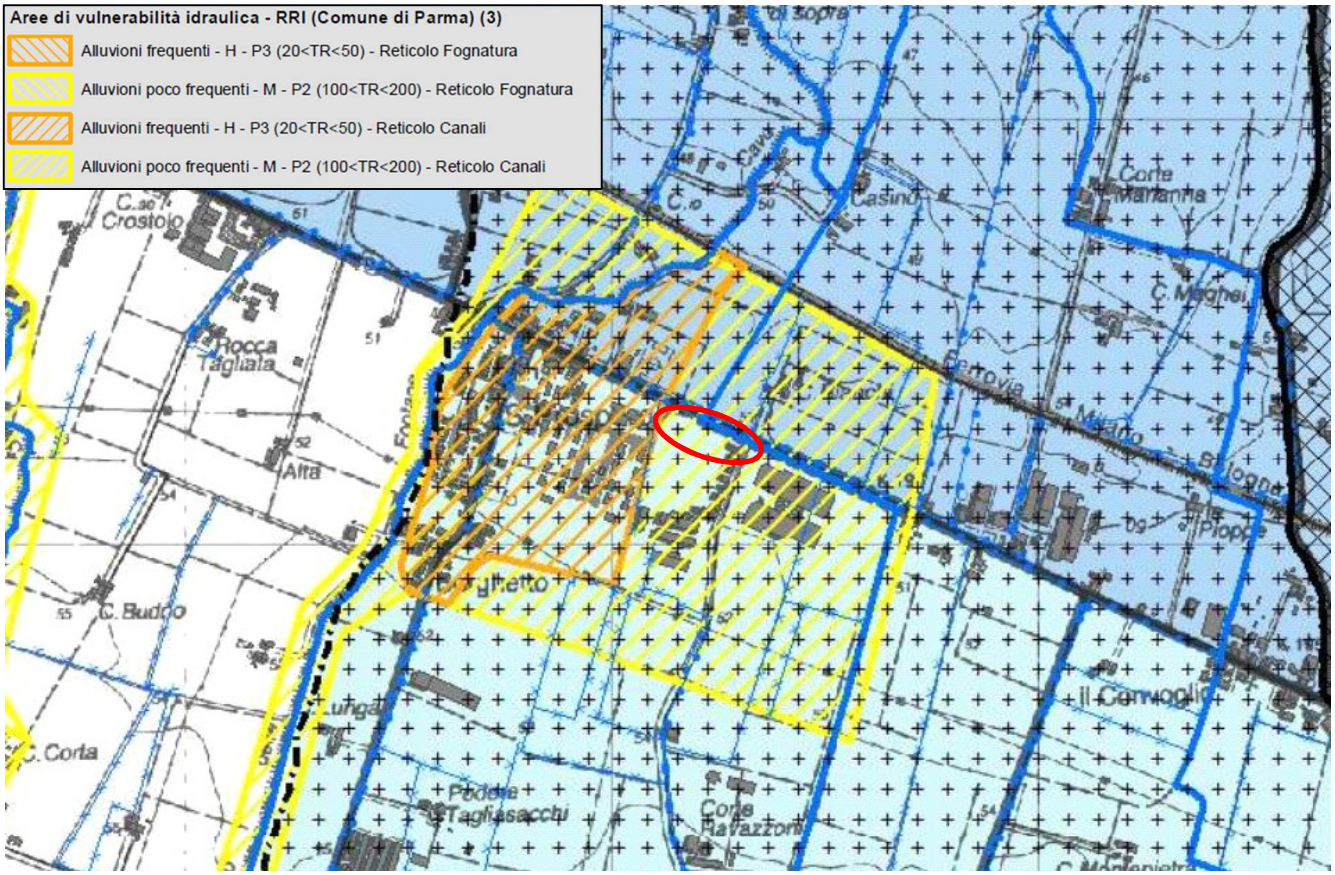


Figura 39 - Stralcio della Carta delle aree di vulnerabilità idraulica del RRI del Comune di Parma. P2 - Reticolo canali.

Come si può notare l'area di studio risulta in P1 per il reticolo idrografico principale (RP) del torrente Enza, e non classificata nelle aree di pericolosità per il Reticolo Secondario di Pianura (RSP). Per il documento RRI del Comune di Parma è sempre in P1 (alluvioni poco frequenti) per il Reticolo Principale e in P2 per il Reticolo dei Canali.

Il progetto recepisce, vista la localizzazione dell'intervento in zona di pericolosità P1 per il Reticolo Principale e in P2 per il retico dei canali, le misure indicate dalla D.G.R.1300/2016 per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture e la sicurezza sanitaria e ambientale. La mitigazione delle condizioni di rischio per il patrimonio edilizio si fonda su azioni di protezione civile ed eventualmente di autoprotezione e di protezione passiva.

In merito alla classificazione in area P2 del reticolo canali assegnata dall'RRI del Comune di Parma, si precisa che lo studio scrivente ha redatto nel settembre 2016 il progetto esecutivo "Lavori di regimentazione delle acque meteoriche" per il Comune di Parma settore Lavori pubblici e Patrimonio-Servizio Manutenzione, nel quale l'intervento A prevedeva l'adeguamento e ripristino del sistema di drenaggio e di griglie del manufatto di imbocco del tratto tombato in zona via Ferrarini a San Prospero a seguito dell'allagamento del giugno 2013. I lavori sono stati eseguiti come da progetto ed ultimati nel 2017 per la parte pubblica e 2018 per la parte privata.

5.1 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL PROGETTO

La proposta progettuale recepisce, vista la localizzazione dell'intervento, le misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture ed in particolare:

a) La quota minima di sicurezza idraulica (per le zone in classe di pericolosità P2-RRI) dovrà essere assunta pari ad almeno 20 cm misurati rispetto alla quota del marciapiede più alto, o in assenza di questo, rispetto alla quota stradale più elevata.

b) Dotazione di sistemi di autoprotezione, quali:
   - Sistema di laminazione delle acque meteoriche.
   - Installazione di valvole a clapét sugli scarichi in fognatura e acque superficiali.

Queste cautele costruttive consentono di rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione dell'area.

6 INDICAZIONI PER LA GESTIONE E MANUTENZIONE DELLA RETE DI SCOLO ACQUE BIANCHE

Gli elementi della rete di drenaggio e smaltimento acque bianche devono assicurare la funzionalità del sistema complessivo evitando la formazione di depositi sul fondo delle tubazioni e all'interno di caditoie e pozzetti in modo di essere in grado di garantire in ogni momento la portata massima di deflusso.
In riferimento al manutenzione della rete pluviale del completamento stradale di via Lagazzi per quanto concerne i controlli da eseguire si precisa che devono essere garantite le seguenti operazioni:

- Controllo ed interventi contro occlusioni e rigurgiti;
- Controllo ed eventuale disostruzione delle caditoie;
- Controllo a seguito di eventi metereologici significativi;
- Verifica del funzionamento idraulico della rete;
- Eventuale operazione di pulizia o di rimozione di materiale improprio all'interno di pozzetti, caditoie, cunette e fossi di laminazione.

Per tale motivo si consiglia di verificare a vista almeno ogni 12 mesi le seguenti condizioni:

- Sedimentazione e intasamento delle caditoie;
- Sedimentazione all'interno dei pozzetti;
- Verifica delle stato delle condotte in corrispondenza degli allacci, pozzetti, caditoie e scarichi.

In caso di riscontro positivo eseguire una pulizia del sistema di drenaggio delle acque, dei pozzetti e delle caditoie mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione.
Il lavaggio delle condotte si consiglia, vista la tipologia di pavimentazione, che venga effettuato, almeno una volta ogni 3 anni.

7 CONCLUSIONI

Dai risultati esposti si dimostra come la rete in progetto sia funzionale al drenaggio e laminazione del completamento stradale di via Lagazzi ma anche alle opere di urbanizzazione del comparto BF12 realizzando un sistema di drenaggio pubblico complessivo e con unico punti di scarico nel cavo Vallicella.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto, sia per i fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto e che i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento, anche per eventi di pioggia con tempi di ritorno pari a 100 anni. Il sistema di drenaggio delle acque garantisce in questo modo un volume d'invaso utile pari a **V=232 m^3**.