

Titolo tavola:

Relazione Idraulica rete acque bianche

Ubicazione:

PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO
FRAZIONE PIAZZA DI BASILICANOVA

TAV.

I.01

Oggetto:

PAUR PER AUMENTO CAPACITA' PRODUTTIVA

Disegni in scala:

-:--

Proprietà:

MUTTI S.P.A.

Data:

24.06.2022



Geom. Aldo Trombi
via Montepelato sud n. 5/a 43022 Monticelli Terme (PR)
tel. 0521/658306 cell. 347/4616398 aldotrombi@aldotrombi.it



Progettazione reti fognarie:

Via Martiri della Liberazione 36 - 43126
Parma - tel. 0521 941229

info@isiingegneriaeambiente.it
www.isiingegneriaeambiente.it

Ing. Gian Lorenzo Bernini

INDICE

1	PREMESSA	2
2	CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO.....	4
2.1	Contributo dell'area al collettore fognario.....	4
2.2	Descrizione della rete drenante e dei bacini imbriferi.....	4
2.3	Idrologia e determinazione delle curve di possibilità pluviometrica	6
3	ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA	8
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.....	11
3.3	La formazione dei deflussi di riferimento.....	12
3.4	Determinazione delle portate scaricate dalla rete acque bianche	13
3.4.1	Stato di fatto – TR 100 anni	13
3.4.2	Stato di progetto – TR 100 anni	14
4	CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA DGR 1300/2016	18
5	CONCLUSIONI	19

1 PREMESSA

La presente relazione precisa i criteri adottati per il dimensionamento e la verifica delle reti e dei dispositivi di laminazione delle portate relative agli interventi per la realizzazione di nuovi piazzali dell'azienda Mutti S.p.A. situata nella frazione di Basilicanova in località Piazza, nel comune di Montechiarugolo.

Il lotto oggetto di intervento confina a Ovest con terreni già edificati di proprietà dell'azienda e a Sud/Est con terreni agricoli.

L'area in esame, nella sua totalità, si estendono su una superficie pari a circa 35.593 m² attualmente a verde. Gli interventi in progetto prevedono l'impermeabilizzazione di circa 24.982 m², di questi circa 13.180 m² saranno destinati per i piazzali a nord del comparto e circa 11.802 m² per il piazzale a Sud, mentre il resto della superficie sarà mantenuto a verde

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

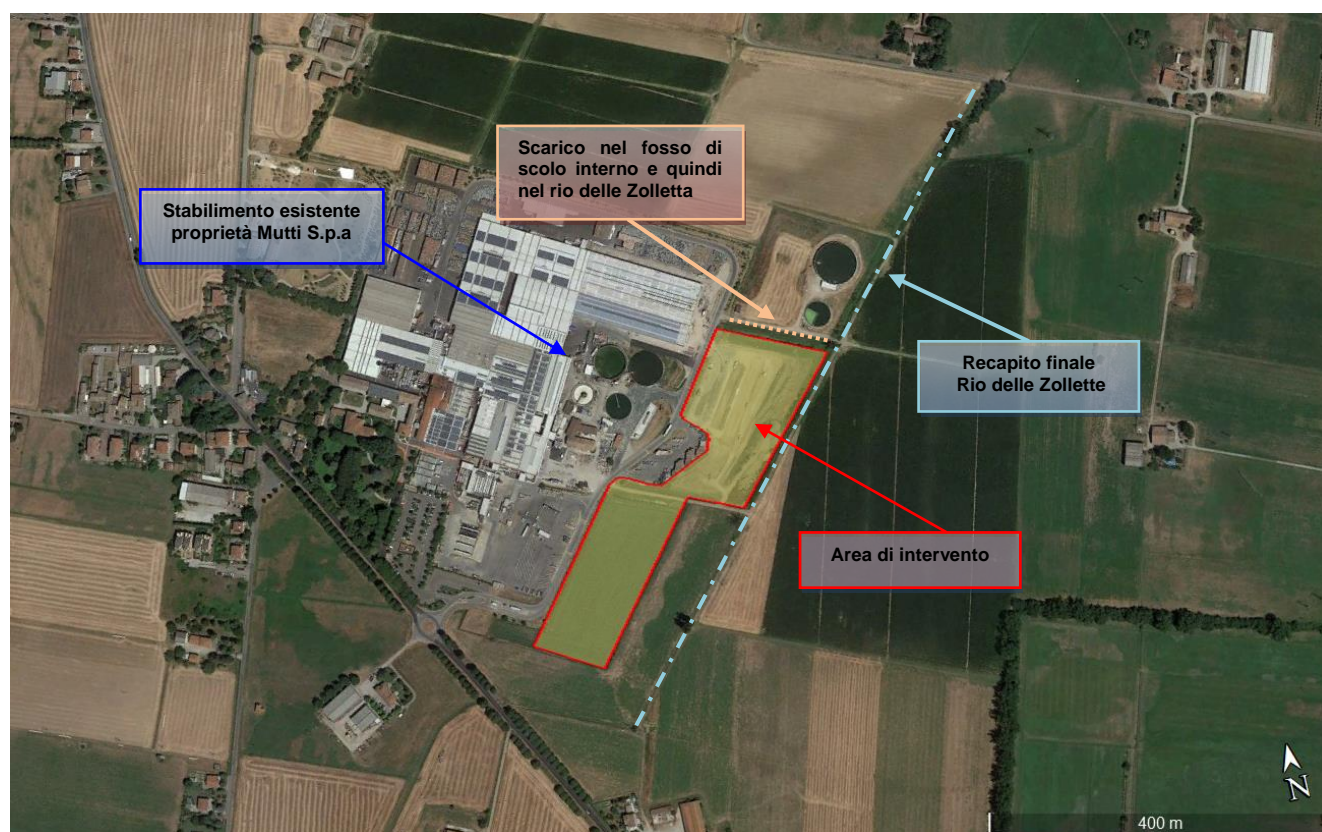


Figura 1 - Individuazione dell'area oggetto di intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un tratto di rete acqua bianche che convoglierà le acque in parte ad una **vasca di laminazione** a cielo aperto di volume utile minimo pari a circa 1140 m³ situata nelle porzione Nord del comparto e in parte direttamente nel fosso di scolo, e quindi nel Rio Zolletta, attraverso condotta di diametro tarato DN160; lo svuotamento della vasca avverrà attraverso tubazione di diametro DN400 nella rete acque bianche in progetto.

Il sistema in progetto consente di scaricare le acque meteoriche con valori al colmo di portata compatibili con il sistema ricevente, anche per eventi pluviometrici con tempo di ritorno di 100 anni garantendo così il criterio di invarianza della portata.

Il dimensionamento e la verifica della rete acque bianche di progetto sono stati eseguiti 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 finale avvenga nel fosso di scolo, e quindi nel rio Zolletta con condotta di diametro tarato DN160;
- La pendenza minima delle nuove condotte sia pari a 0,15%.

Determinate le portate nello Stato di Fatto e di Progetto, esaminando eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 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.

Lo studio idrologico idraulico dei bacini scolanti, la verifica e il dimensionamento della rete di scolo acque bianche e la determinazione dei parametri idraulici sono stati definiti col supporto del modello idrologico-idraulico SWMM vers. 5.1 (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A..

Le reti acque bianche sono state progettate 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, verificate con condotte di diametri DN400 e DN100 e scarico finale a gravità con tubazione DN160. Il dimensionamento della rete acque bianche e dello scarico finale è studiato per laminare, in fase di massimo esercizio, un volume totale di **V= 1980 m³** così suddiviso:

- Vasca di laminazione V=1.140 m³ (franco di sicurezza di 35 cm)
- Rete pubblica V=840 m³

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 è stato progettato adottando i seguenti principi:

- Il tempo di ritorno (TR) di riferimento dell'evento è pari a 100 anni;
- Il volume d'invaso sia ottenibile con sovradimensionamento della rete o sistemi di laminazione;
- Lo svuotamento della rete avvenga a gravità attraverso condotta tarata di diametro DN160 nel fosso di scolo e quindi nel rio Zolletta.
- I coefficienti di deflusso siano determinati e verificati per ciascuna tipologia di copertura superficiale come riportati in tabella:

Tipo di pavimentazione	ϕ
Pavimentazioni cortilizie e stradali, asfalto, coperture	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.

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 provenienti da tutte le superfici eccetto il verde privato.

La nuova 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 DESCRIZIONE DELLA RETE DRENANTE E DEI BACINI IMBRIFERI

La nuova **rete fognaria acque bianche** avrà un'estensione di circa 1370 m e sarà realizzata con condotte di diametro compreso tra il DN400 e il DN1000 e scarico finale nel fosso di scolo e quindi nel rio Zolletta attraverso una condotta di diametro tarato DN160.

Il dimensionamento delle reti acque bianche in progetto è studiato per laminare, ai fini del rispetto del criterio di invarianza idraulica, un volume pari a circa **V= 1980 m³** così suddiviso:

- Vasca di laminazione $V=1140 \text{ m}^3$ (franco di sicurezza di 35 cm)
- Rete pubblica $V=840 \text{ m}^3$

Sono state previste inoltre due vasche di accumulo per la raccolta delle acque contenenti sostanze organiche derivanti dal deposito temporaneo dei pomodori. I nuovi dispositivi di accumulo avranno le seguenti caratteristiche:

- Nuovo piazzale sosta rimorchi pieni 11.802 m^2 – **Volume vasca 60 m^3**
- Piazzale sosta rimorchi pieni esistente 3.534 m^2 – **Volume vasca 20 m^3**

Le acque raccolte verranno convogliate verso l'impianto di depurazione di proprietà della ditta.

Il sistema di drenaggio in progetto sopra descritto è stato verificato attraverso il contributo di diversi bacini caratterizzati dal contributo dell'area 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.

I parametri idraulici utilizzati per determinare la portata al colmo e quindi i volumi d'acqua piovana scolati dall'intera area sottesa, sono riferiti alla condizione attuale e considerando i valori del coefficiente CN di riferimento, valutati per un suolo di tipo C, cioè a tessitura fine e infiltrazione lenta come argille limose, deboli strati di limo sabbioso e con debole contenuto organico, sono quelli riportati nel documento *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"* contenuto all'interno del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

2.3 IDROLOGIA E DETERMINAZIONE DELLE 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',1,2,3,6,12,24 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 stato 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 delle curve di possibilità pluviometrica per TR 100 anni fornita dal Comune di Parma e dal Consorzio della Bonifica Parmense e mostrati nella tabella seguente:

Durata	TR100	
	<1h	≥1h
a	63	61.43
n	0.335	0.297

Tabella 2 – Valori caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica TR100.

Nella tabella e nella figura seguenti sono riportate le curve di possibilità pluviometrica relative utilizzate per le verifiche:

TR	ALTEZZE DI PIOGGIA							
	15'	30'	1 ora	2 ore	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
100	39.6	49.95	61.43	75.47	85.13	104.59	128.5	157.87

Tabella 3: Altezze di pioggia per la stazione di Parma Università in funzione della durata e del tempo di ritorno

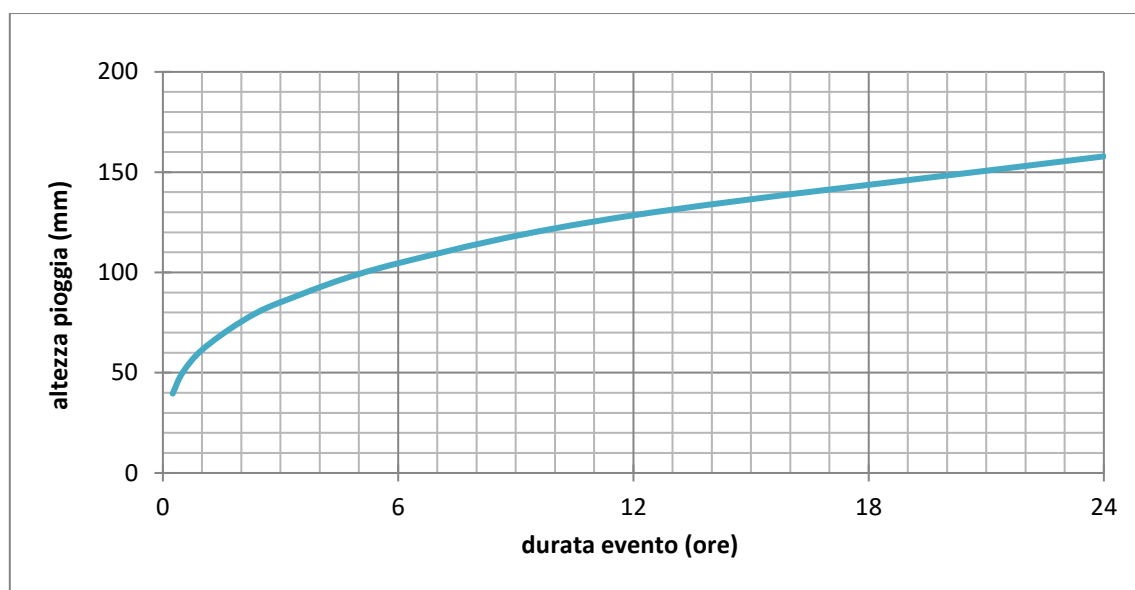


Figura 2 – Curve di possibilità pluviometrica TR100.

3 ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA

Individuato il regime pluviometrico e la stazione di riferimento per l'analisi delle piogge, 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 della lottizzazione 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 un'area elementare per effetto della saturazione del suolo e del superamento della sua capacità d'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, e 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 24 ore, e fissato l'intervallo temporale di calcolo della simulazione complessivamente in 48 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. Rinviano 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 nella forma:

$$Q = P - S'$$

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:

$$Q = (P-I)^2/(P-I-S)$$

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 t_p (time to peak), di esaurimento t_r (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 t_c è descritto dalla somma di due termini:

$$- \quad t_c = t_r + t_p$$

- 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 esame, nella sua totalità, riguarda terreni che si estendono su una superficie pari a circa 35.593 m² attualmente a verde per il quale è stato assunto un valore di CN pari a 80. Le pendenze naturali del terreno portano i deflussi verso due fossi di scolo interni al lotto che scaricano entrambi nel rio Zolletta.

3.1.2 STATO DI PROGETTO

La rete **acque bianche** in progetto sarà dimensionata per raccogliere e drenare le acque scolanti dalle nuove superfici impermeabilizzate, scaricando, attraverso condotta tarata di DN160, nel rio Zolletta. La rete delle acque bianche interna al comparto sarà realizzata con volume di invaso di circa **$V = 1.980 \text{ m}^3$** così suddiviso:

- Vasca di laminazione **$V = 1.140 \text{ m}^3$** con franco di sicurezza di 35 cm ($V_{\max} = 1.505 \text{ m}^3$ con franco nullo)
- Rete pubblica **$V = 840 \text{ m}^3$**

Il sistema così dimensionato permette il deflusso all'interno della sola rete per piogge modeste e consente la laminazione delle portate durante eventi pluviometrici intensi all'interno della vasca, in modo da garantire il corretto funzionamento della rete ed il rispetto del principio di invarianza idraulica allo scarico.

Lo scarico finale avverrà nel fosso di scolo, e quindi nel rio Zolletta, attraverso condotta tarata di diametro DN160. Le reti così dimensionate permetteranno l'invaso delle portate critiche, evitando così il sovraccarico delle condotte e valori eccessivi di portata allo scarico, oltre che eventuali allagamenti.

Il sistema in progetto consente di scaricare le acque meteoriche con valori al colmo di portata compatibili con il sistema ricevente, anche per eventi pluviometrici con tempo di ritorno di 100 anni.

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;

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: $0,02 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$;

- Coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo permeabile: $0,26 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$;
- Coefficiente di deflusso per pavimentazione cortilizie e stradali, asfalto/cls: 0,90;
- Coefficiente di deflusso per superfici ghiaiate drenanti: 0,60;
- Coefficiente di deflusso per superfici verdi: 0,25.

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;
- Per le condotte sono stati considerati coefficienti di scabrezza secondo Manning $0.0125 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$;
- La rete di scarico ha pendenza di circa 0,15%;
- La vasca in progetto sarà realizzata con volume minimo di invaso pari a circa 1.140 m^3 ;
- Lo svuotamento della rete avviene a gravità recapitando le acque in parte direttamente nel fosso di scolo e in parte all'interno della vasca di laminazione in progetto; lo svuotamento della vasca avviene attraverso tubazione di diametro DN400 nella rete acque bianche in progetto.
- La condizione di moto a valle dello scarico in uscita dal sistema è quella di moto uniforme.

L'area analizzata è stata suddivisa in 9 sottobacini scolanti, aventi caratteristiche di permeabilità omogenee e dove ogni sottobacino è definito da una pendenza media, da una larghezza caratteristica 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.

Di seguito vengono riportate le coperture delle superfici del lotto allo stato di fatto e di progetto con i rispettivi coefficienti di deflusso e la schematizzazione modellistica della rete per la zona oggetto di studio:

	STATO DI FATTO		PROGETTO	
	Superficie (m ²)	ϕ	Superficie (m ²)	ϕ
IMPERMEABILE	-	0.90	26.105	0.90
DRENANTE	-	0.60	-	0.60
PERMEABILE	35.593	0.25	9.488	0.25
SUPERFICIE TOTALE E ϕ EQUIVALENTE	35.593	0.25	35.593	0.73

Tabella 4 – Copertura superficiale e coefficienti di deflusso allo stato di fatto e di progetto.

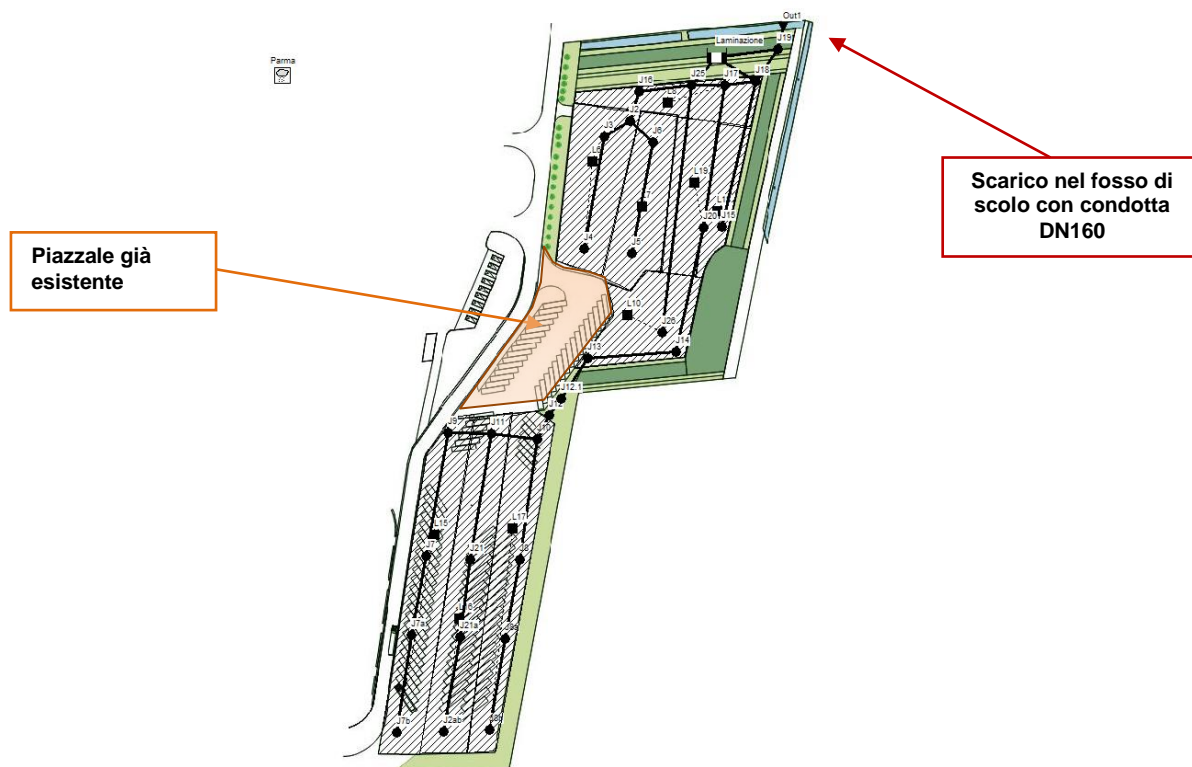


Figura 3: Schematizzazione modellistica della rete di raccolta delle acque meteoriche in progetto.

3.4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE SCARICATE DALLA RETE 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. Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, con 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.

3.4.1 STATO DI FATTO – TR 100 ANNI

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 i parametri riportati nei paragrafi precedenti ed un valore di CN pari a 80. Il picco di portata massima allo scarico allo stato di fatto per eventi di pioggia di durata compresa tra i 15 minuti e le 24 ore è pari a 6 ore.

Come detto in precedenza, nello stato attuale, le pendenze naturali del terreno portano i deflussi verso due fossi di scolo interni al lotto che scaricano entrambi nel rio Zolletta.

Si riportano in particolare i risultati per piogge di durata pari a 6 ore e tempo di ritorno pari a 100 anni.

TR100	Portata (l/s) Nord	Portata (l/s) Sud	Portata totale Rio Zollette
15'	88.09	70.26	158.35
30'	60.05	47.74	107.79
1h	65.42	51.98	117.4
2h	85.43	67.31	152.74
3h	93.99	73.27	167.26
6h	94.66	73.55	168.21
12h	84.51	65.09	149.6
24h	55.11	41.85	96.96

Tabella 5 – Portate generate nello stato di fatto per TR=100 anni

Come si può notare il massimo della portata riferita all'area in esame, è generato da una pioggia di 6 ore ed è pari a circa 168.21 l/s.

3.4.2 STATO DI PROGETTO – TR 100 ANNI

Il massimo valore al colmo di portata scaricata e il massimo volume di invaso si ottiene per piogge con durata pari a 6 ore.

Nelle pagine seguenti, suddivisi per durata di pioggia, si riportano lo ietogramma di ingresso, l'idrogramma delle portate in ingresso e uscita dallo scarico e i profili di rigurgito delle condotte.

Si riportano in particolare i risultati per piogge di durata pari a 6 ore e per tempo di ritorno pari a 100 anni.

Nella figura seguente è riportato lo ietogramma di ingresso per una durata di pioggia di 6 ore

- TR100 ANNI: DURATA DI PIOGGIA 6 ORA.**

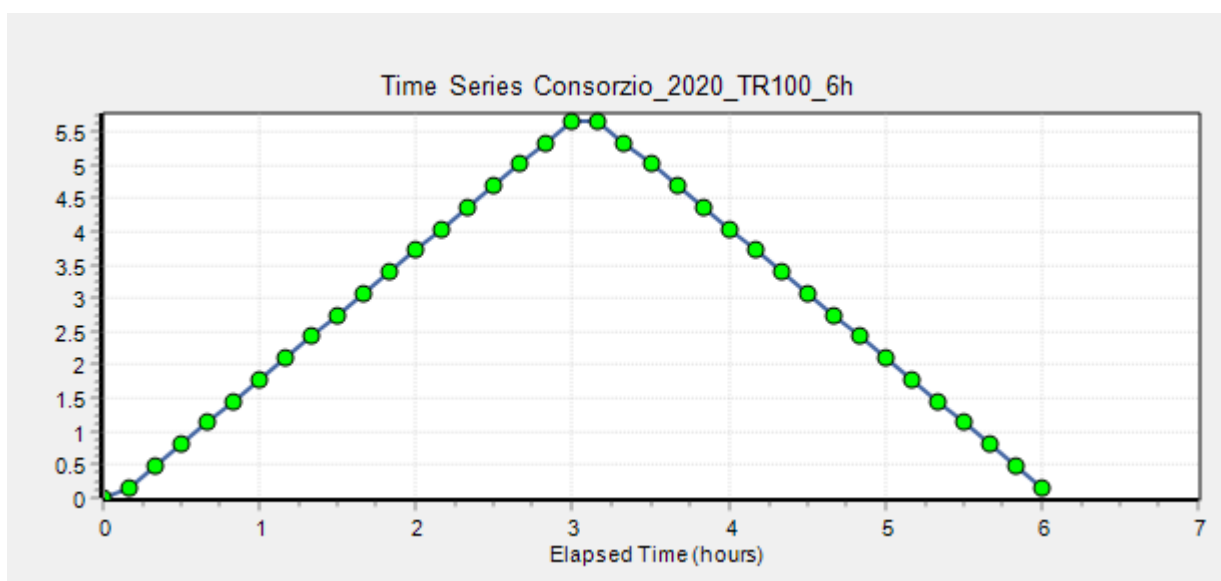


Figura 4 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 6 ore e TR 100 anni.

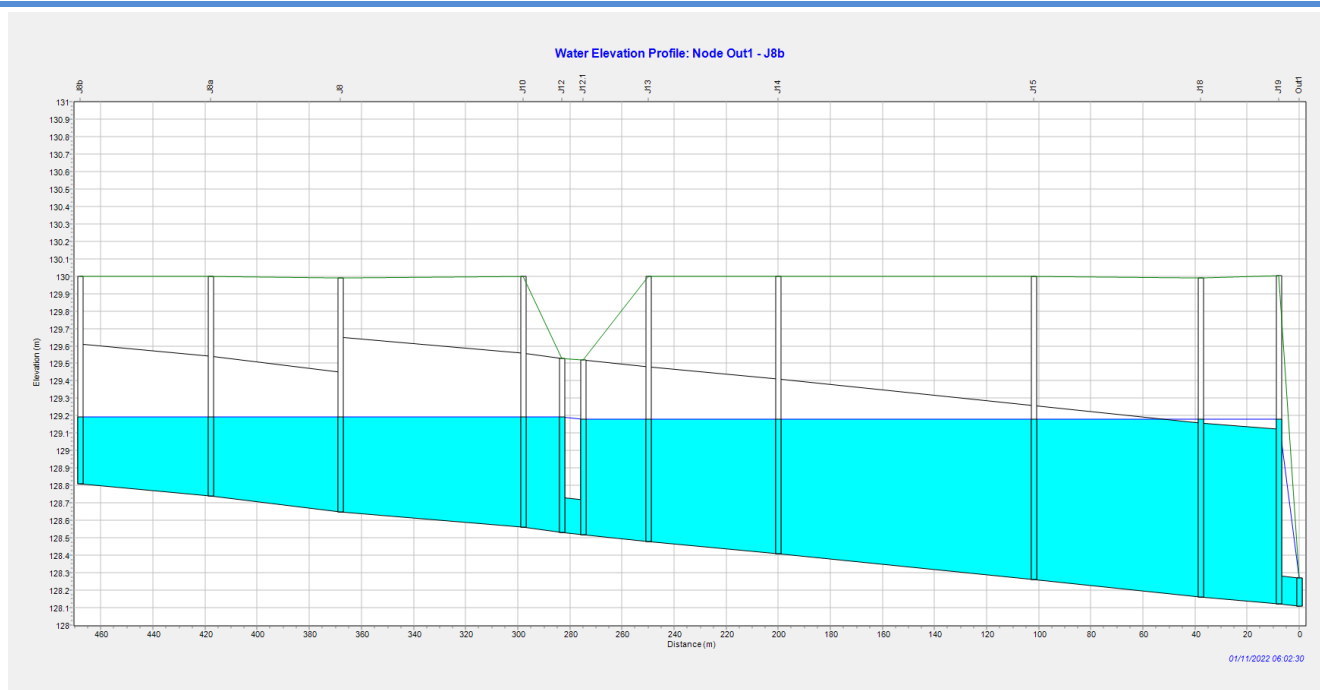


Figura 5: Profilo di rigurgito della dorsale di progetto per una pioggia di 6 ore, TR 100 anni

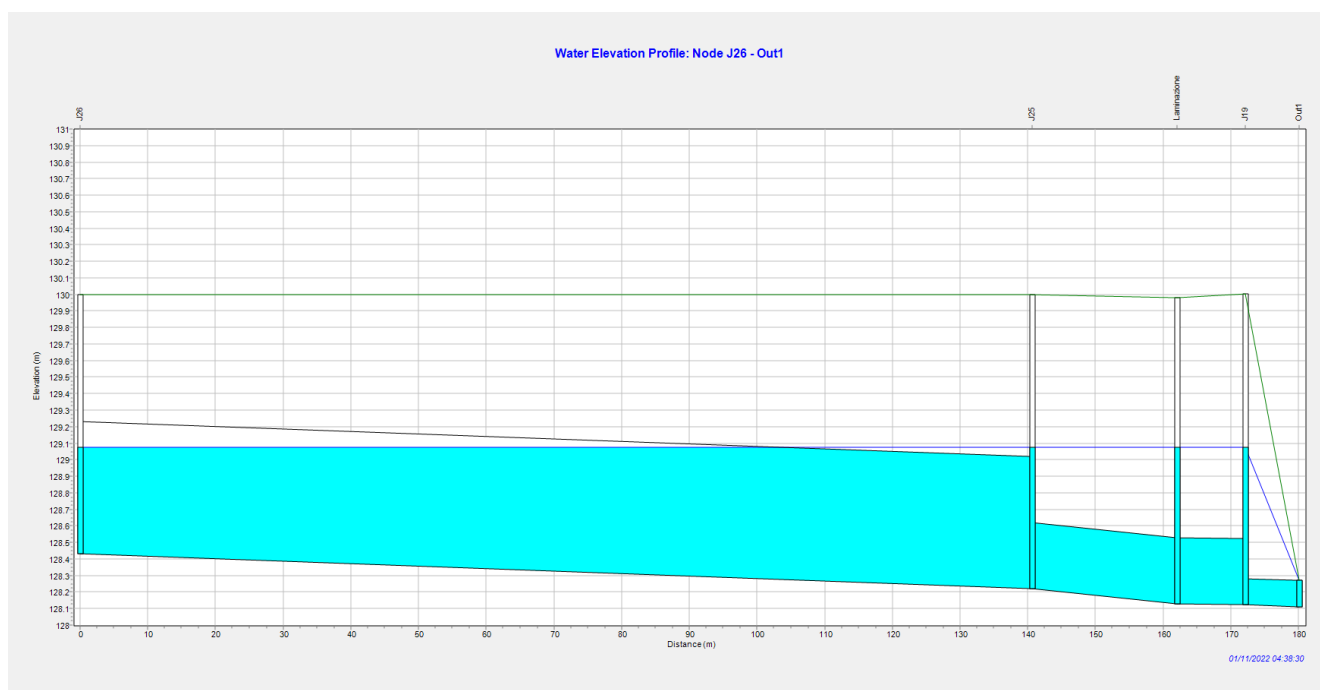


Figura 6: Profilo di rigurgito della dorsale di progetto per una pioggia di 6 ore, TR 100 anni.

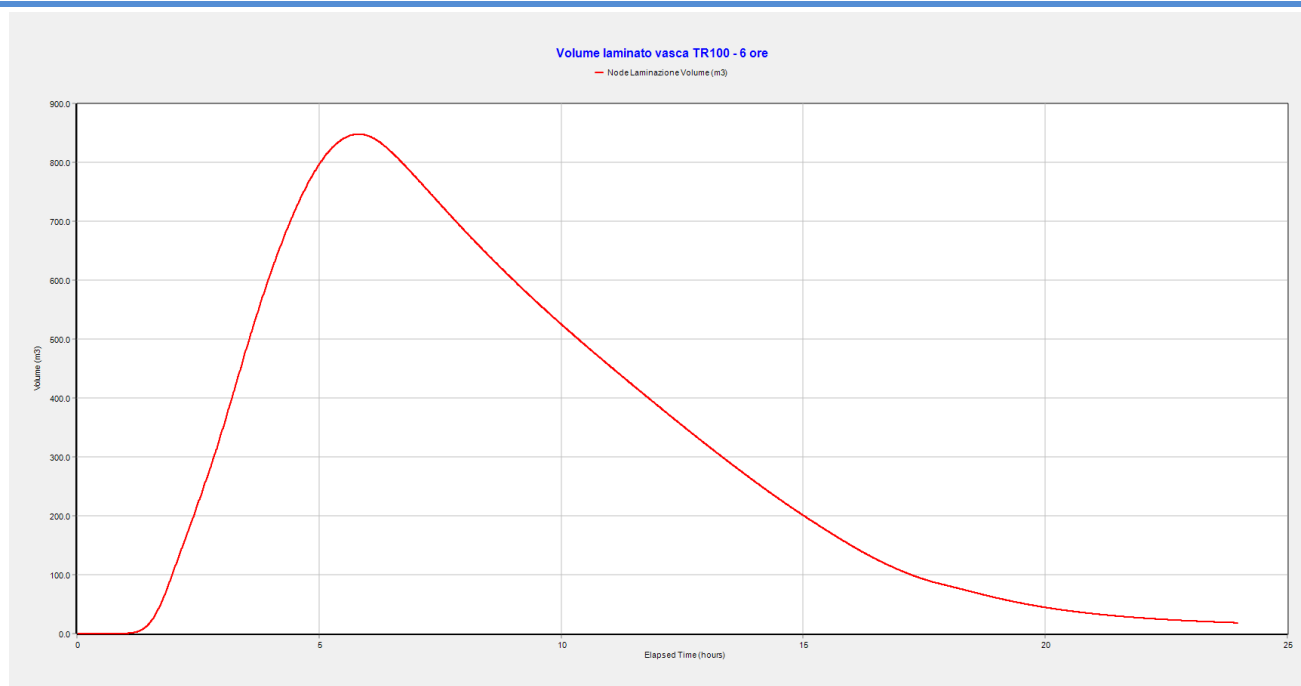


Figura 7 - Idrogramma volume laminato vasca, 6 ore e TR 100 anni.

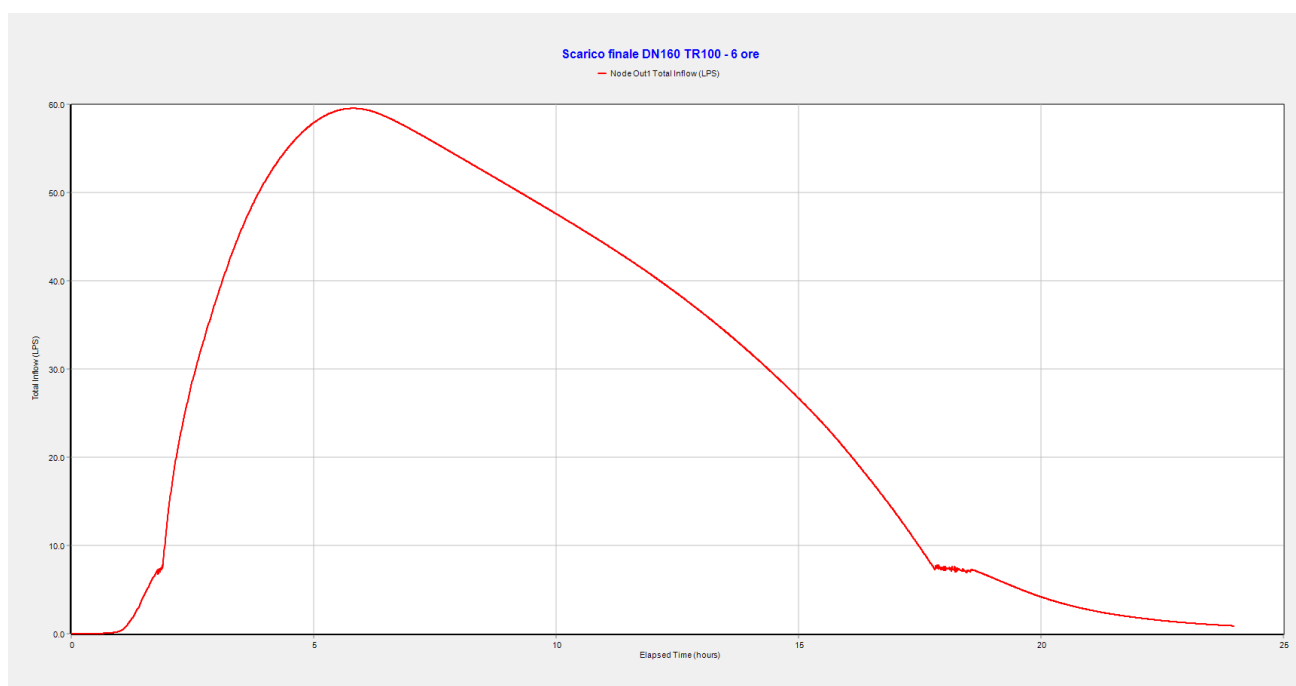


Figura 8 – Idrogramma scarico finale DN160 nel fosso di scolo, 6 ore e TR 100 anni.

Portata massima in ingresso sistema	237	l/s
Volume massimo laminato rete	638.5	m³
Volume totale disponibile rete	840	m³
Volume massimo laminato vasca	848	m³
Volume totale disponibile vasca	1190	m³
Portata massima scaricata	59.55	l/s

Tabella 6 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia di 6 ore e TR100 anni

TR100	Portata massima scaricata (l/s)	Volume totale laminato vasca (m3)	Volume totale laminato rete (m3)
15'	37.54	338	308.80
30'	42.80	428	393.50
1h	49.80	575	531.40
2h	54.40	695	575.80
3h	56.90	766	584.70
6h	59.55	848	638.50
12h	58.40	812	627.60
24h	52.65	647	508.00

Tabella 7 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto per ciascuna durata di pioggia, TR 100 anni

Dai risultati esposti si dimostra che per l'intero sistema la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso e la massima portata di picco allo scarico, è quella 6 ora.

I volumi invasati all'interno del sistema di laminazione della nuova rete in progetto, con un picco di circa **1486.5 m³**, riducono la portata massima scaricata a circa **59.55 l/s** (portata scaricata stato di fatto 168.21 l/s).

Gli idrogrammi mostrano il corretto funzionamento dei sistemi di laminazione riducendo i picchi di portata.

Il sistema di drenaggio delle acque garantisce in questo modo un volume d'invaso all'interno delle condotte di circa **V = 1.980 m³**, *maggiore del minimo necessario pari a circa 1.486.5 m³*.

Il funzionamento della rete acque bianche è imposto dalla condotta di allaccio tarata di diametro DN160, che realizzano la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita garantendo l'invarianza della portata verso il cavo ricettore.

In via cautelativa, è stato verificato che l'aumento dello scarico industriale S8 da 500 a 600 m³/h (per il totale annuo da 920.000 a 1.000.000 m³/h) risulta compatibile con le dinamiche idrauliche del Rio Zolletta.

4 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA DGR 1300/2016

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, 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. 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 9: – Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 16.03.2020.) Reticolo Principale e Secondario di Pianura.

L'area oggetto di interesse non risulta in nessuna classe di pericolosità sia per il Reticolo Principale e sia per il Reticolo Secondario di Pianura

5 CONCLUSIONI

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 6.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto.

La rete fognaria acque bianche così progettata è verificata per tutte le durate di pioggia dai 15 minuti alle 24 ore per il tempo di ritorno di progetto di TR100.

*Il volume massimo laminato dalle rete e dalla vasca durante l'evento critico di progetto è pari a circa **1486,5m³** (volume massimo disponibile 1980 m³), lo scarico finale della rete acque bianche avviene nel fosso di scolo e quindi nel Rio Zolletta attraverso una condotta **DN160** che realizza la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.*

*Il sistema di gestione delle acque bianche in progetto consente di limitare la portata scaricata definendo una **portata al colmo pari a circa 59.55 l/sec** tale valore è compatibile con il sistema ricevente finale ed è inferiore al valore al colmo calcolato per lo stato di fatto, rispettando il principio di invarianza idraulica.*