



APEA APS1

Analisi Ambientale Iniziale

Allegato B2

(Studio Rete Acque Bianche e Nere, ISI Ingegneria e Ambiente,
2020)

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LA RETE ACQUE BIANCHE	5
2.1	Definizione della rete drenante e dei bacini imbriferi.....	5
2.2	Contributo dell'area al collettore fognario.....	6
2.3	Criteri e metodologia d'impostazione del lavoro.....	6
2.4	Idrologia e determinazione delle curve di possibilità pluviometrica	7
3	ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA	8
3.1	Descrizione dello stato di fatto e di progetto	11
3.1.1	Stato di fatto	11
3.1.2	Stato di progetto.....	11
3.2	La calibrazione del modello idrologico SWMM.....	12
3.3	Determinazione delle portate scaricate della rete di scolo acque bianche	14
3.3.1	Stato di progetto – TR 100 anni.....	14
4	LA RETE DI SCOLO ACQUE NERE	18
4.1	Determinazione del carico idraulico	18
4.2	Verifica dei collettori	19
5	SPECIFICHE TECNICHE RETE FOGNARIA.....	20
6	CONCLUSIONI	21

1 PREMESSA

La presente relazione illustra, in via preliminare, i criteri adottati per il dimensionamento e la verifica di compatibilità idraulica del sistema di drenaggio delle acque bianche relative al Sub Ambito 1 nella frazione di Bogolese del Comune di Sorbolo Mezzani.

Allo stato attuale il Sub Ambito 1 si configura come superficie agricola e costituisce parte del più consistente ambito APS1, immediatamente a nord e in adiacenza agli insediamenti produttivi affacciati su via Mantova. La superficie territoriale di intervento del Sub ambito è pari a 96.320mq (da Scheda norma di POC) e corrisponde a poco più di 1/3 dell'intero ambito APS1.

La progettazione della rete fognaria acque bianche tiene in considerazione anche i due insediamenti produttivi confinanti, i quali dispongono attualmente di reti interne con scarico in uno scolo superficiale che scorre verso Sud-Est lungo il confine dell'area del Sub Ambito 1, scaricando nella Fossa Marza. Lo sviluppo dell'area e le reti di progetto per il Sub Ambito 1 garantiranno la continuità del funzionamento del sistema di scarico degli stabilimenti esistenti. La figura seguente mostra l'inquadramento territoriale dell'area in oggetto.

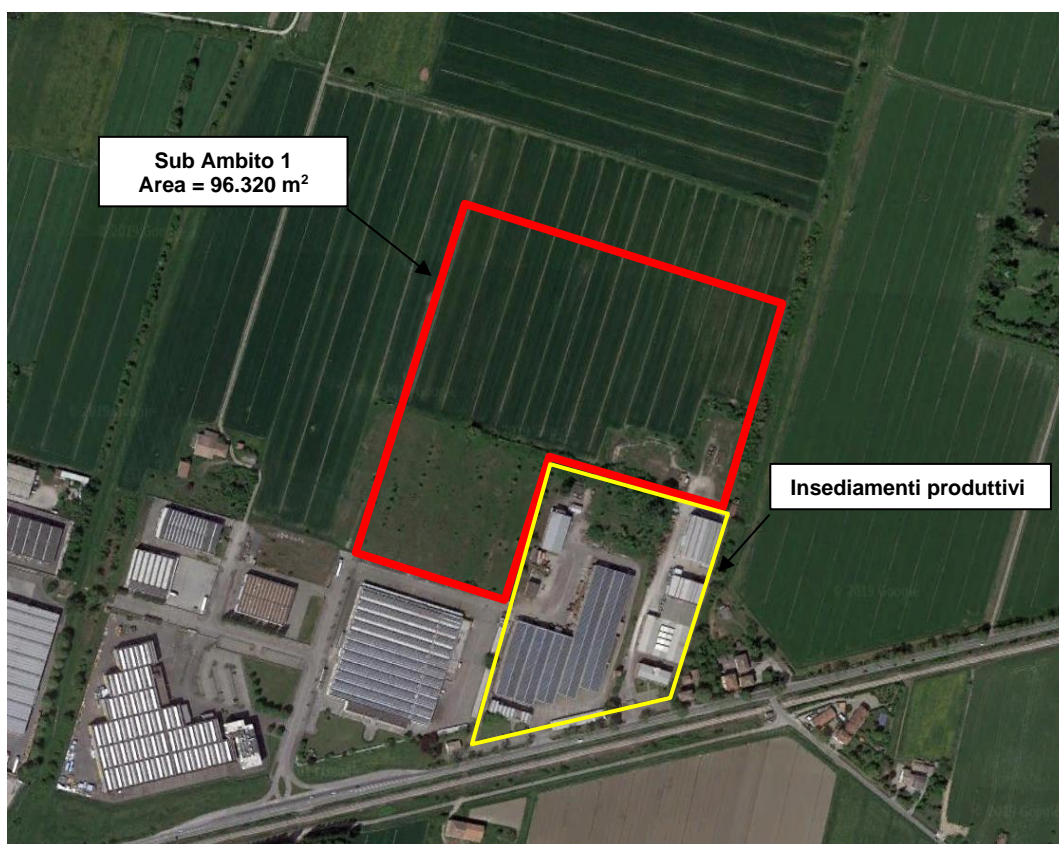


Figura 1 - Individuazione della zona oggetto di studio

La verifica preliminare della rete acque bianche è stata eseguita 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 avvenga attraverso una strozzatura (condotta DN250) nel canale consortile Fossa Marza, in conformità con quanto indicato dal regolamento di polizia idraulica del Consorzio della Bonifica Parmense.

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. La rete acque bianche è stata dimensionata preliminarmente col supporto del modello idrologico-idraulico SWMM vers. 5.0 (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A..

Il progetto della rete acque nere prevede la realizzazione di condotte parallele a quelle in progetto per le acque bianche, utilizzando tubazioni in PVC SN8 di diametro DN250 per drenare i reflui verso l'allaccio alla rete fognaria esistente, sul prolungamento di via Enzo Ferrari. Tutti i reflui verranno convogliati lungo tale condotta fino all'impianto di depurazione comunale.

Le simulazioni idrologiche e idrauliche sono state eseguite utilizzando eventi di pioggia con tempo di ritorno TR fino a 100 anni.

2 LA RETE ACQUE BIANCHE

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 allo stato di fatto, al fine di non perturbare l'equilibrio idraulico della rete idrica superficiale attuale. È quindi necessario, per la rete acque bianche, 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.

2.1 DEFINIZIONE DELLA RETE DRENANTE E DEI BACINI IMBRIFERI

La rete delle acque bianche sarà realizzata prevalentemente con condotte scatolari in CLS di dimensioni 0,7 x 1,7 m e sarà costituita da una dorsale principale che percorre la viabilità dell'ambito, tale condotta raccoglierà direttamente le acque scolanti dalle superfici pubbliche, mentre le acque provenienti dalle coperture e dalle superfici dei lotti saranno convogliate nella condotta principale attraverso allacci laterali in PVC con tubazioni di diametro DN250. Le reti acque bianche private dei lotti dovranno garantire in particolare un volume di invaso pari ad almeno 200 m³ per ettaro impermeabilizzato. Tutti i volumi raccolti in rete saranno scaricati nel Fosso Marza attraverso una strozzatura di diametro DN250. Per eventi di pioggia intensi, il sistema prevede l'invaso di parte dell'area verde del comparto nella quale verrà realizzata una graduale depressione che garantisce un volume utile complessivo di laminazione pari a circa 3.400 m³. Nella figura seguente si riporta la planimetria dell'intervento in progetto.

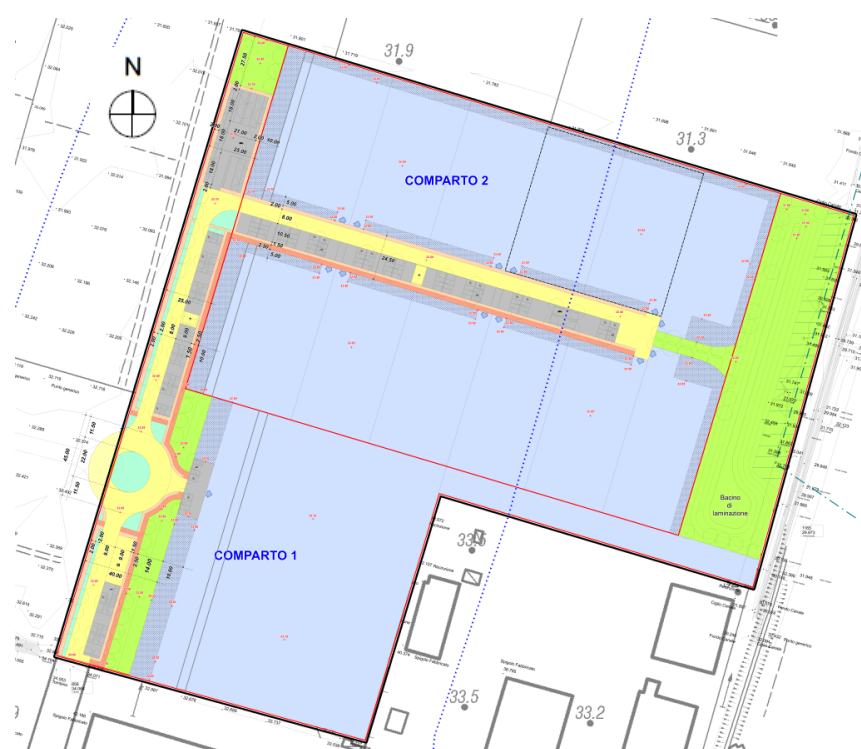


Figura 2 – Planimetria di progetto

La rete interna pubblica così dimensionata disporrà di un volume di invaso di circa 4.250 m³, ottenuto attraverso il sovradimensionamento delle condotte e la vasca di laminazione.

Il dimensionamento della rete acque bianche è stato eseguito 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 avvenga nel Fosso Marza attraverso condotta tarata DN250 e in conformità con quanto indicato dal regolamento di polizia idraulica del Consorzio della Bonifica Parmense.

2.2 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 superfici dei lotti in oggetto ed è progettata per avere funzione di invaso dinamico per laminare i volumi di pioggia e convogliarli verso lo scarico nel canale consortile. 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".

2.3 CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO

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.

2.4 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 stato svolto facendo riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

La determinazione della portata al colmo, attraverso il 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', 1h, 3h, 6h, 12h, 24h) rilevati, da cui si ottengono le curve di possibilità pluviometrica 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 della curva di possibilità pluviometrica per TR 100 anni per il Comune di Parma riportati nella tabella seguente:

Durate	< 1	≥ 1
a	56.74	61.431
n	0.335	0.297

Tabella 1 - Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica, TR = 100 anni

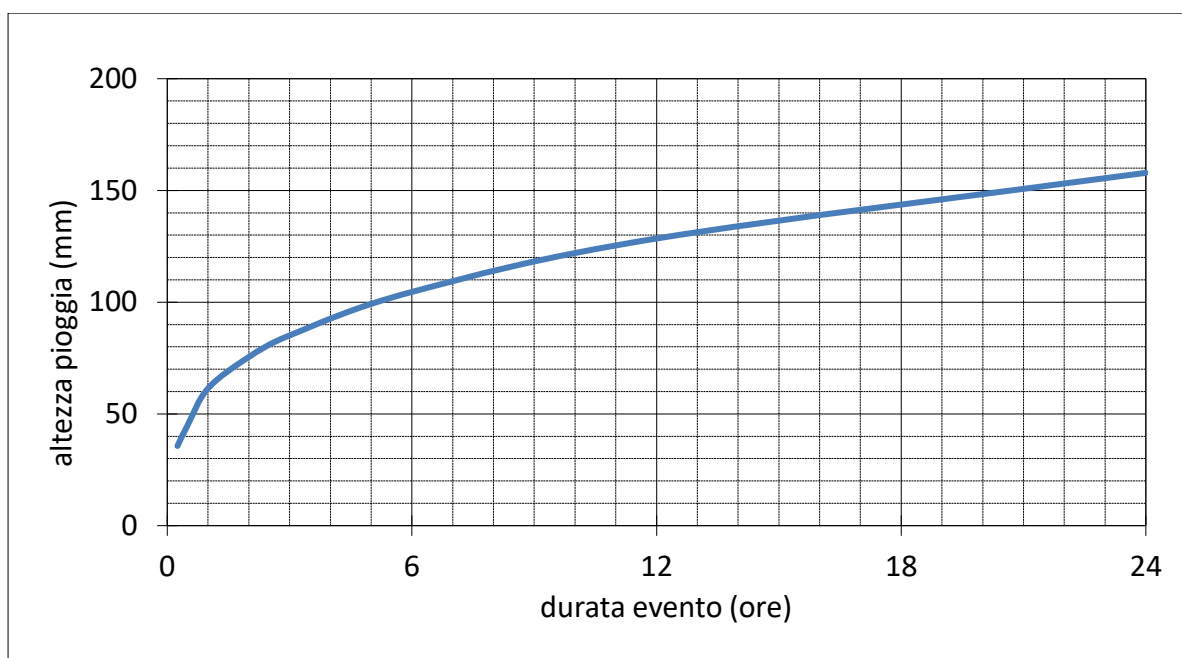


Figura 3 - Curva di possibilità pluviometrica di Parma per TR=100 anni

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. 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:

$$Q = P - S'$$

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 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:

$$t_c = t_r + t_p$$

- 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

Allo stato attuale il Sub Ambito 1, di area pari a circa 96.320 m² (da Scheda norma di POC), si configura come superficie agricola, la quale può essere considerata 100% permeabile, e il ricettore finale delle acque meteoriche afferenti alle superfici in oggetto è la Fossa Marza, la quale delimita il confine Est dell'Ambito APS1.

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 seguenti parametri:

- Il valore di CN è stato stimato pari a 80
- 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;

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

Tempo di pioggia	Tp	15'	30'	1h	2h	3h	6h	12h	24h
Portata max. generata comparto	Q _{max}	9,36	23,42	62,88	105,87	135,34	181,68	201,96	187,02

Tabella 2 – Portate nello stato di fatto TR=100 anni

Come si può notare in massimo della portata è generata da una pioggia di 12 ore ed è pari a circa 202 l/s.

3.1.2 STATO DI PROGETTO

Per la rete in progetto si prevede la realizzazione di una dorsale principale che percorre la strada interna al Sub Ambito 1, partendo dal prolungamento di Via Enzo Ferrari e dirigendosi verso Est nei pressi dello scarico nella Fossa Marza. La rete delle acque bianche per il Sub Ambito 1 è stata modellata considerando per le superfici private dei lotti un'impermeabilizzazione media pari a 90%, in quanto il 10% sarà destinato a verde, ed impiegando condotte scatolari di dimensioni 0,7 x 1,7 m per uno sviluppo complessivo di circa 730 m. Ciascun lotto disporrà di allaccio alla dorsale principale attraverso tubazione di diametro DN250 e le rispettive reti private interne dovranno prevedere un adeguato sistema di laminazione tale da garantire un volume utile pari ad almeno 200 m³ per ettaro

impermeabilizzato, ottenibile attraverso vasche di laminazione o condotte sovradimensionate. Lo scarico nella Fossa Marza avviene attraverso una strozzatura di diametro DN250 permettendo così un maggiore invaso all'interno delle condotte scatolari e allo stesso tempo riducendo il colmo delle portate a valori analoghi a quelli calcolati per lo stato di fatto. La quota di scorrimento dello scarico nel canale ricettore sarà rialzata di circa 0,60 m rispetto al fondo del canale per limitare eventuali fenomeni di rigurgito.

La rete di progetto prevede inoltre la realizzazione di una depressione, di profondità media pari a circa 1 m e di volume utile pari a circa 3.400 m³, nei pressi dell'area verde sul lato Est del comparto per la laminazione di parte dei volumi di pioggia nel caso di eventi pluviometrici intensi. I volumi eventualmente invasati in tale bacino verranno reimmessi in rete e scaricati attraverso lo scarico DN250 all'esaurirsi dell'evento critico o comunque non appena il carico idraulico lo permette. La pendenza media della rete acque bianche è pari a circa 0.1%.

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.

Oltre a fissare i parametri interni di calibrazione del modello di infiltrazione, uguali a quelli adottati per lo stato di fatto, si sono fatte alcune ipotesi fisiche, di seguito riportate, sulla condizione della rete di progetto:

- 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 è stato considerato un coefficiente di scabrezza secondo Manning pari a 0.0125 m^{-0.33} s;
- la rete di scarico ha pendenza media di circa 0.1%;
- la rete è simulata con condotte scatolari di sviluppo complessivo pari a circa 730 m e dimensioni 0,7 x 1,7 m e tubazioni circolari di diametro DN250;
- lo svuotamento avviene a gravità attraverso una condotta di scarico DN250;
- la condizione di valle nel punto di terminale della rete pubblica in uscita dal sistema è quella di moto uniforme, considerando una portata transitante nella Fossa Marza pari a 3 m³/s.

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.

L'area è stata suddivisa in 15 sottobacini scolanti, caratterizzati da un valore di permeabilità, pendenza media, larghezza caratteristica della superficie di scolo e da un nodo di recapito. Il metodo di calcolo utilizzato è il Dynamic Wave, ossia la definizione dei parametri idraulici della rete in moto vario e, quindi, valutando sia effetti di laminazione che le condizioni al contorno in ogni nodo della rete.

Nella figura seguente è riportata la schematizzazione della rete ai fini della modellazione.

In blu sono riportati gli allacci e la strozzatura di scarico DN250, mentre in verde sono riportate le condotte scatolari in CLS di dimensioni 0,7 x 1,7 m.

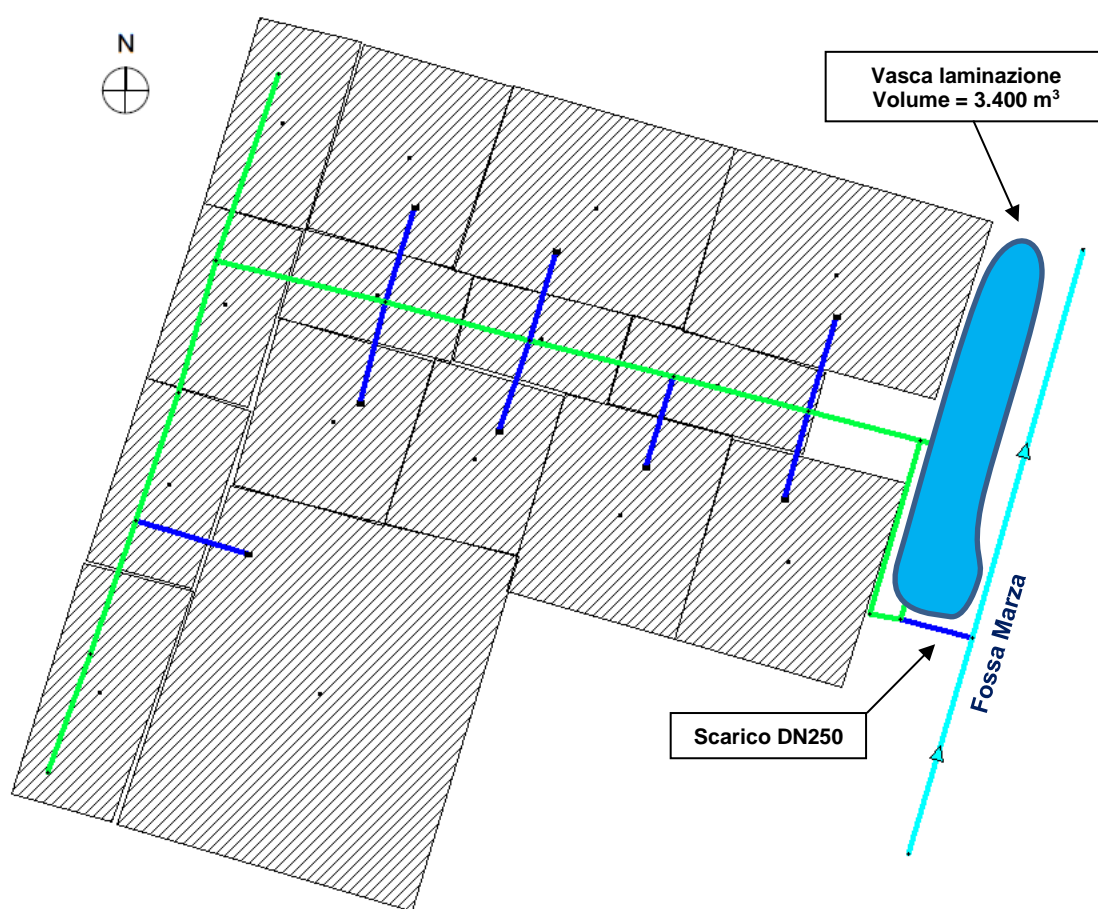


Figura 4 - Schematizzazione modellistica della rete di raccolta delle acque meteoriche

Lo scarico finale nel canale consortile avviene ad una quota posta a +0,60 m rispetto al fondo della Fossa Marza, attraverso una strozzatura di diametro DN250, che consente alle acque meteoriche in uscita dalla vasca di laminazione, anche per eventi pluviometrici con tempo di ritorno fino ai 100 anni, di essere scaricate con valori medi di portata analoghi a quelli dello stato di fatto.

3.3 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. 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.

3.3.1 STATO DI PROGETTO – TR 100 ANNI

Il massimo volume di invaso si ottiene per piogge con durata compresa fra i 15 minuti e le 24 ore raggiungendo il picco di portata massima allo scarico per eventi di pioggia di 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 ed il profilo di rigurgito delle condotte principali fino al recapito finale nell'istante di massimo riempimento. 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.

I risultati delle simulazioni sono riportati sinteticamente nella tabella seguente per ciascuna durata di pioggia.

- TR100 ANNI: DURATA DI PIOGGIA 6 ORE**

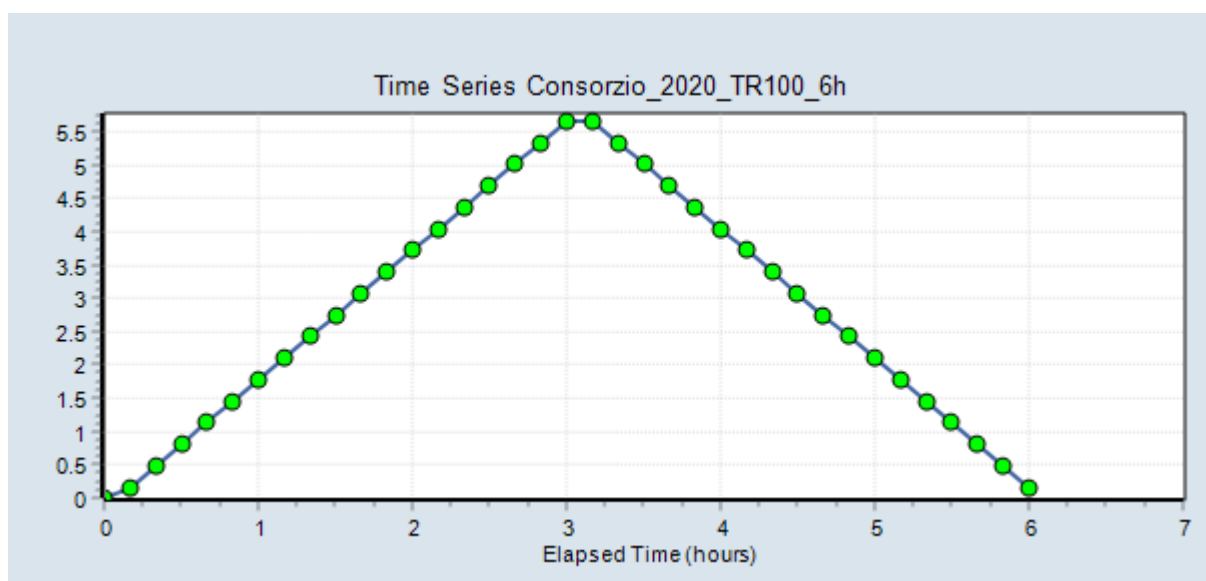


Figura 5 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 6 ore e TR 100 anni

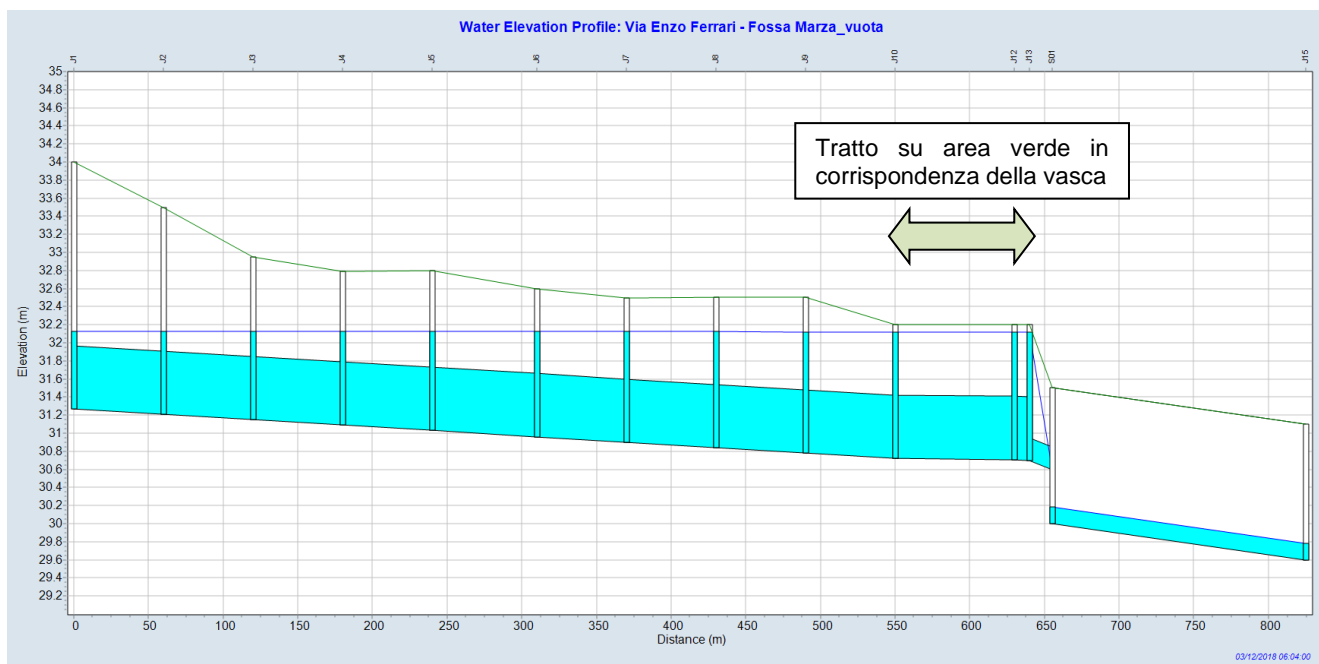


Figura 6 – Profilo di rigurgito della condotta scatolare per una pioggia di 6 ore e Fossa Marza asciutta, TR 100 anni

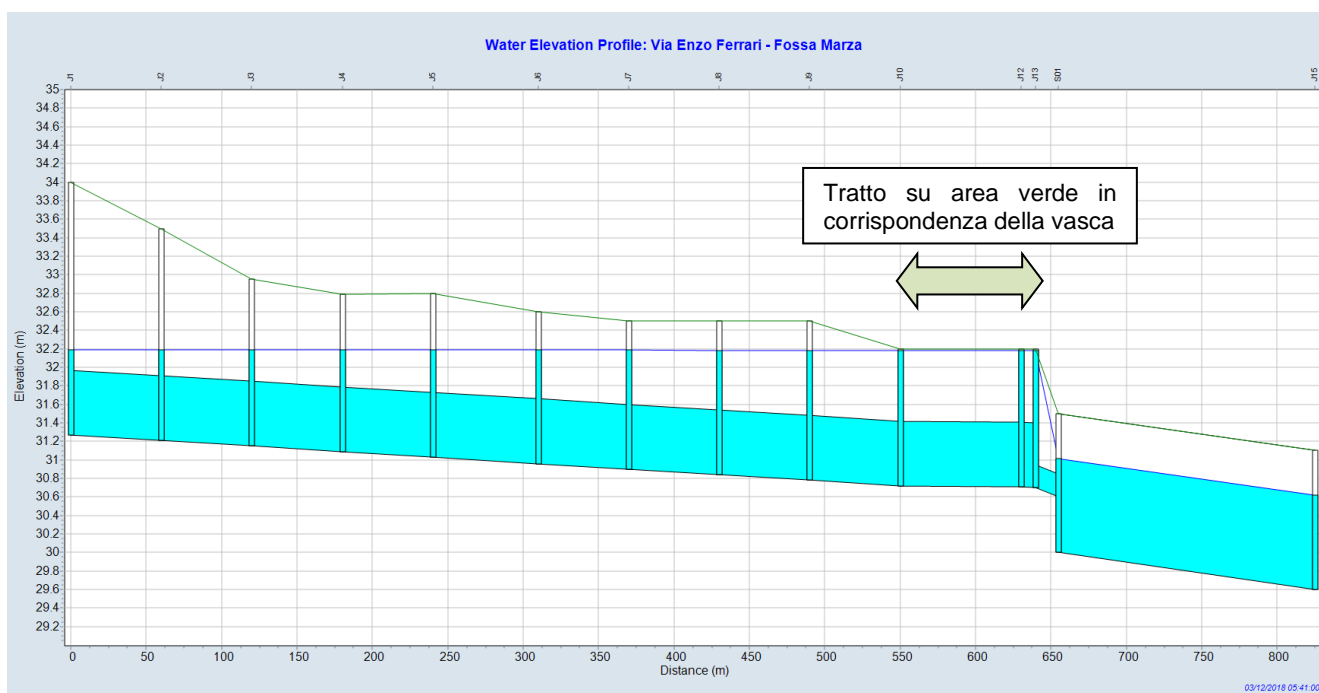


Figura 7 – Profilo di rigurgito della condotta scatolare per una pioggia di 6 ore e portata transitante nella Fossa Marza pari a circa 3 m³/s, TR 100 anni

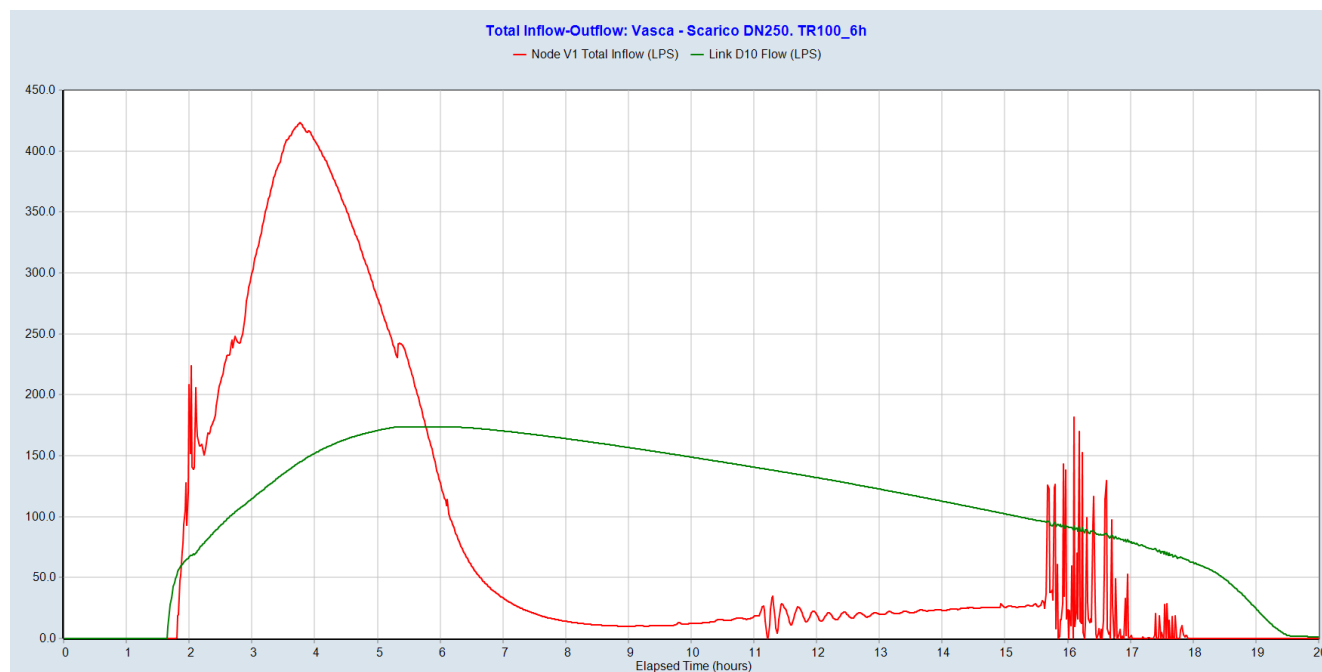


Figura 8 – Idrogramma in entrata alla vasca di laminazione e idrogramma allo scarico DN250 nel canale consortile

Portata massima in ingresso	423,85	l/s
Vasca: Volume utile	3.400	m ³
Vasca: Volume laminato	3.182	m ³
Scatolari: Volume utile	870	m ³
Scatolari: Volume laminato	870	m ³
Portata massima scaricata	172,79	l/s

Tabella 3 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia di 6 ore e TR 100 anni

TR 100	SUB AMBITO 1 – APS1		
	Scarico DN250	Vasca Laminazione Volume = 3.400 m ³	
Durata	Q max (l/s)	Volume max (m ³)	Massimo riempimento (m)
15'	115.86	764	0,22
30'	128.38	1108	0,33
1h	148.03	1832	0,54
2h	159.83	2411	0,71
3h	165.78	2751	0,81
6h	172.79	3182	0,94
12h	171.83	3121	0,92
24h	161.62	2509	0,74

Tabella 4 - Portate di punta scaricate, volumi laminati e altezza di riempimento massimo per eventi pluviometrici 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 di picco allo scarico, è quella di 6 ore. I volumi laminati all'interno delle tubazioni e nelle vasche di laminazione riducono la portata massima a circa 173 l/s.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto interno al Sub Ambito 1, anche per eventi di pioggia di progetto con tempi di ritorno pari a 100 anni.

La portata massima scaricata per la durata di pioggia critica nelle condizioni analizzate è analoga alla massima portata al colmo calcolata per lo stato di fatto, anche considerando un livello idrometrico nella Fossa Marza di circa 0,95 m, corrispondente ad una portata transitante di circa 3 m³.

Ci si riserva, tuttavia, di meglio approfondire il progetto idraulico di dimensionamento della rete acque bianche nel momento in cui saranno meglio definiti i parametri progettuali dei lotti del Comparto 2 del Sub Ambito.

4 LA RETE DI SCOLO ACQUE NERE

Il nuovo comparto residenziale prevede una superficie utile pari a circa 43.502 m²,

La determinazione del carico idraulico prodotto da ogni attività e gravante sulla rete è stato condotto con riferimento alla tipologia di insediamento produttivo e con riferimento a reflui urbani.

4.1 DETERMINAZIONE DEL CARICO IDRAULICO

La determinazione del carico idraulico prodotto da ogni attività e gravante sulla rete deve essere condotto con riferimento alla tipologia di insediamento, non essendo attualmente definiti tutti i parametri relativi alle destinazioni d'uso e alle attività previste all'interno del Comparto 2 del Sub Ambito, si può prevedere in via preliminare un calcolo degli abitanti equivalenti A.E. derivante dalla superficie utile lorda assegnata, con una densità abitativa, per la destinazione dell'area in oggetto, pari a 0,013.

In totale gli abitanti equivalenti gravanti sono 560 e la dotazione idrica media è stata prevista pari a 350 l/giorno/AE.

Per il calcolo del carico di punta, è stata usata la formula indicata dal "Committee of the American Society of Civil Engineers" e dalla "Water Pollution Control Federation"

$$Cp = 20 * A.E.^{-0.2}$$

che è legata al numero di abitanti equivalenti che gravano sul bacino.

Per tale motivo si è verificata la rete con carico di punta complessivo pari a 5,64 volte la portata media.

La portata delle acque nere è stata calcolata tramite la seguente formula:

$$Q = \frac{e * D * Cp * A.E.}{86400}$$

dove:

- Q è la portata delle acque nere di punta della fogna, in l/sec
- D è la dotazione idrica giornaliera pro-capite, l/abitante/giorno
- A.E. è il numero di abitanti equivalenti serviti dalla fogna
- Cp è il coefficiente di punta
- ε è un coefficiente riduttivo che tiene conto dell'acqua dispersa per evaporazione ed infiltrazione nel suolo=1

La portata massima al colmo si realizza in condizioni di punta, ovvero, dove il carico idraulico si concentra in poco tempo. La portata massima per le due dorsali vale pertanto:

$$Q_{max} = Q_0 \times C_p$$

Con i dati di progetto si ottengono i seguenti valori di portata:

- $Q_{\max} = 12,79 \text{ l/s}$
- $Q_{\text{med}} = 2,27 \text{ l/s}$

Per la rete fognaria acque nere si prevede l'utilizzo di tubazioni circolari in PVC SN8 di diametro DN250 secondo la norma UNI EN 1401 con marchio IIP e con pendenza minima dello 0,35 %, parallelamente alle condotte della rete acque bianche in progetto. I reflui drenati dalla rete interna saranno quindi convogliati verso la condotta di fognatura pubblica esistente sul prolungamento di via Enzo Ferrari, sul lato Ovest del Sub Ambito 1. La rete privata si allaccerà, previo pozzetto con sifone Firenze posizionato in area di proprietà, alla rete pubblica tramite pezzo speciale di raccordo (sella o braga a 45°).

Pertanto, per le portate di punta di progetto Q_{\max} sopra esposte, è da verificare che la rete progettata con tubazioni DN250 nell'asta e con la pendenza media di progetto si mantenga con un grado di riempimento minore o uguale al 60% ($\leq 60\%$) per evitare indesiderati rigurgiti e il corretto funzionamento della rete.

4.2 VERIFICA DEI COLLETTORI

La verifica del collettore è eseguita con la espressione di Chezy adottando tubazioni in PVC con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a $80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ e pendenza media dello 0,35%.

Rete	Diametro	Area bagnata	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Pendenza media	Scabrezza	Velocità	Portata progetto	Grado riempimento	Altezza riempimento
	D m	A/D ²	P/D	R/D	i	c $\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$	v m/s	Q m^3/s	h/hd	hd mm
Privata	0.235	0.343	1.471	0.055	0.35%	80	0.68	0.0128	45%	106

Tabella 5 - Caratteristiche della rete acque nere in progetto

Ci si riserva, tuttavia, di meglio approfondire il progetto idraulico di dimensionamento della rete acque nere nel momento in cui saranno meglio definiti i parametri progettuali dei lotti del Comparto 2 del Sub Ambito.

5 SPECIFICHE TECNICHE RETE FOGNARIA

La realizzazione della rete di smaltimento acque nere a gravità è prevista con diametro DN250 e tale da garantire il franco minimo di speco libero. Il materiale è il PVC SN8, per posa in area asfaltata carrabile o in terrapieno, secondo norma UNI EN1401 con marchio IIP e le giunzioni sono previste di tipo elastico con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso, a tenuta mediante guarnizione elastomerica. La posa è prevista in trincea stretta con spessore minimo del letto di posa pari a 10 cm e il materiale utilizzato dovrà essere di sabbia mista a ghiaia con granulometria non superiore ai 10÷15 mm così come il riempimento sino a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo sul quale andrà posta apposita striscia colorata di segnalazione. Sono previsti bauletti e ricoprimenti in cls nei tratti dove il ricoprimento minimo del tubo sulla generatrice risulta sempre inferiore al metro.

Il raccordo tra tubi di diametro diverso avverrà sempre in pozzetto aperto con fondello idraulico in cls per evitare rigurgiti. Le ispezioni sulla fognatura sono realizzate con camerette in C.A. prefabbricate o gettate in opera a completa tenuta idraulica, di dimensione minima 80x80 cm e posizionate in linea ad un interasse di circa 40÷50 metri. I pozzetti di ispezione dovranno essere realizzati a perfetta tenuta idraulica in realizzazione monolitica o con idonee guarnizioni di tenuta tra i vari elementi e mediante apposito trattamento impermeabilizzante delle pareti interne fino al potenziale massimo livello di escursione di falda, sigillature con apposite malte cementizie espansive internamente ed esternamente ai raccordi tra gli elementi sovrapposti e adozione di idonea guarnizione a tenuta tra gli stessi elementi (giunzioni dei componenti e degli innesti a tenuta ermetica con guarnizioni in elastomero resistenti ai liquami aggressivi conformi alle norme UNI 4920).

I pozzetti dovranno essere realizzati con fondo idraulico ispezionabile sagomato secondo i flussi in transito e trattato per rendere la superficie liscia e non attaccabile dai reflui, per tale motivo il fondello del pozzetto dovrà quindi essere realizzato con rivestimento in polipropilene (PP) o in fibra di vetro rinforzato (PRFV). I fondelli potranno essere rivestiti in opera o forniti direttamente dal prefabbricatore. I fori di passaggio delle tubazioni, se realizzati in opera, dovranno essere sigillati con idoneo composto monocomponente o bicomponente idro-espandente.

I chiusini di accesso saranno in ghisa sferoidale tipo GTS con telaio rotondo e coperchio rotondo diametro minimo 600 mm o quadrato, classe di resistenza minima D400 per traffico pesante, fornito di guarnizione antirumore, con apertura ad incastro, rispondenti alla norma UNI EN 124, riportanti quindi sul coperchio l'identificazione del produttore, la classe di appartenenza, il riferimento alla norma EN 124, il marchio dello Ente di certificazione.

Gli allacci dei lotti privati saranno dotati di sifoni tipo Firenze collocati in proprietà a valle di tutti gli scarichi dell'immobile; andranno eseguiti con pezzo speciale di raccordo (sella o braga a 45°).

L'impatto della rete di lottizzazione sulla rete pubblica esistente è previsto con una condotta di diametro DN200 e un invito di almeno 45° al fine di migliorare le perdite di energia sul flusso ricevente.

6 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 ore.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto sia ai fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e, sebbene si riscontri funzionamento in pressione durante gli eventi critici analizzati, mostrano che non avvengono fuoriuscite e che i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento anche per eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni.

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 TR 100 anni.

*Il volume massimo laminato dal sistema di raccolta acque bianche durante l'evento critico di progetto è pari a circa **4.070 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa 4.250 m³.*

*Lo scarico finale della rete acque bianche avviene nel Fosso Marza attraverso condotta tarata di diametro **DN250** che realizza la strozzatura necessaria per la laminazione delle piogge e la limitazione dei deflussi in uscita.*

*Il sistema di gestione delle acque bianche in progetto consente di limitare la portata scaricata definendo una complessiva **portata al colmo pari a circa 173 l/sec**, tale valore rispetta il criterio di invarianza idraulica.*