

**COMUNE DI SAN PIETRO IN CASALE**  
Provincia di Bologna

**NUOVA URBANIZZAZIONE DI AREA SITA A  
POGGETTO, FRAZIONE DI SAN PIETRO IN  
CASALE, VIA GOVONI SNC**

**I PROGETTISTI:**

**FLO**

Felloni Lateral Office

Ufficio di architettura,  
paesaggio e spazi climatici

FLO - Felloni Lateral Office STP S.r.l.

M.Arch. Davide Felloni - Founder

UFFICIO: Via Guelfa, 76 - Bologna (BO)  
SEDE LEGALE: Via Colombara, 23 - Ferrara (FE)  
P.IVA 02099150381  
Cell: +39 346 3924121  
Mail: info@fellonilateraloffice.it  
PEC: fellonilateraloffice@pec.it  
Web: www.fellonilateraloffice.it

**STIEM ENGINEERING Soc. Coop. - Progettazione impiantistica**

Per. Ind. Paolo Scuderi - Project Manager

Ing. Luca Buzzoni - Project Manager

**SST Studio Servizi Tecnici - Geologia  
progettazione e consulenza**

Dott. Geol. Thomas Veronese

**Marila Balboni - Acustica**

Dott. Ing. Marila Balboni

**TAVOLA I.3**  
Relazione idraulica

Data: 02/12/2021

**LA PROPRIETA':**

Immobiliare Poggetto S.r.l.  
Via delle Donne, 10  
Terre del Reno (FE), 44047

**IL COMUNE:**

Claudio Pezzoli  
(in persona del Sindaco in carica)  
Via G.Matteotti, 154  
San Pietro in Casale (BO), 40018

**ELABORATI:**

TAV A.1 - Estratto degli strumenti urbanistici.

TAV A.2 - Estratto di mappa catastale.

TAV A.3 - Planimetria dello stato di fatto.

TAV B.1a - Planimetria dello stato di progetto  
e sezione stradale.

TAV B.1b - Sezioni e profili.

TAV B.1c - Schema preliminare di segnaletica  
stradale.

TAV B.1d - Elaborato di dettaglio, verde  
pubblico.

TAV B.2 - Viste tridimensionali.

TAV B.3a - Progetto impiantistico di massima:  
Rete fognaria acque bianche.

TAV B.3b - Progetto impiantistico di massima:  
Rete fognaria acque nere.

TAV B.3c - Progetto impiantistico di massima:  
Rete elettrica.

TAV B.3d - Progetto impiantistico di massima:  
Rete telefonica.

TAV B.3e - Progetto impiantistico di massima:  
Rete idrica.

TAV B.4 - Progetto di illuminazione pubblica:  
planimetria, relazione e computo.

TAV C - Norme Tecniche di Attuazione.

TAV D - Relazione illustrativa.

TAV E - Rapporto preliminare ai fini della  
verifica di assoggettabilità VAS/VALSAT.

TAV F - Schema di convenzione.

TAV G - Dichiarazione di avvenuta verifica dei  
progetti di massima di cui al punto B3.

TAV H - Computo Metrico Estimativo delle  
urbanizzazioni.

TAV I.1 - Relazione geologica - geotecnica -  
sismica.

TAV I.2 - Valutazione del clima acustico.

**TAV I.3 - Relazione idraulica.**

E' vietata la riproduzione e/o divulgazione anche parziale senza autorizzazione espressa di tutto il presente materiale, se non nei limiti e alle condizioni contrattualmente previste dalle parti.

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO (PUA) COMPARTO C AREALE 19.2**

## INDICE

1. INTRODUZIONE
2. IMMAGINI AREE DELLO STATO DI FATTO
3. RIFERIMENTI NORMATIVI
4. GESTIONE ACQUE BIANCHE
5. GESTIONE ACQUE NERE
6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione affronta gli aspetti idraulici connessi con l'intervento urbanistico a San Pietro in Casale (BO), nella frazione di Poggetto, Ambito 19.2. Nello specifico, si tratta delle aree identificate al Foglio 26, Mapp. 284 e 284, con ST: 7.920 mq.

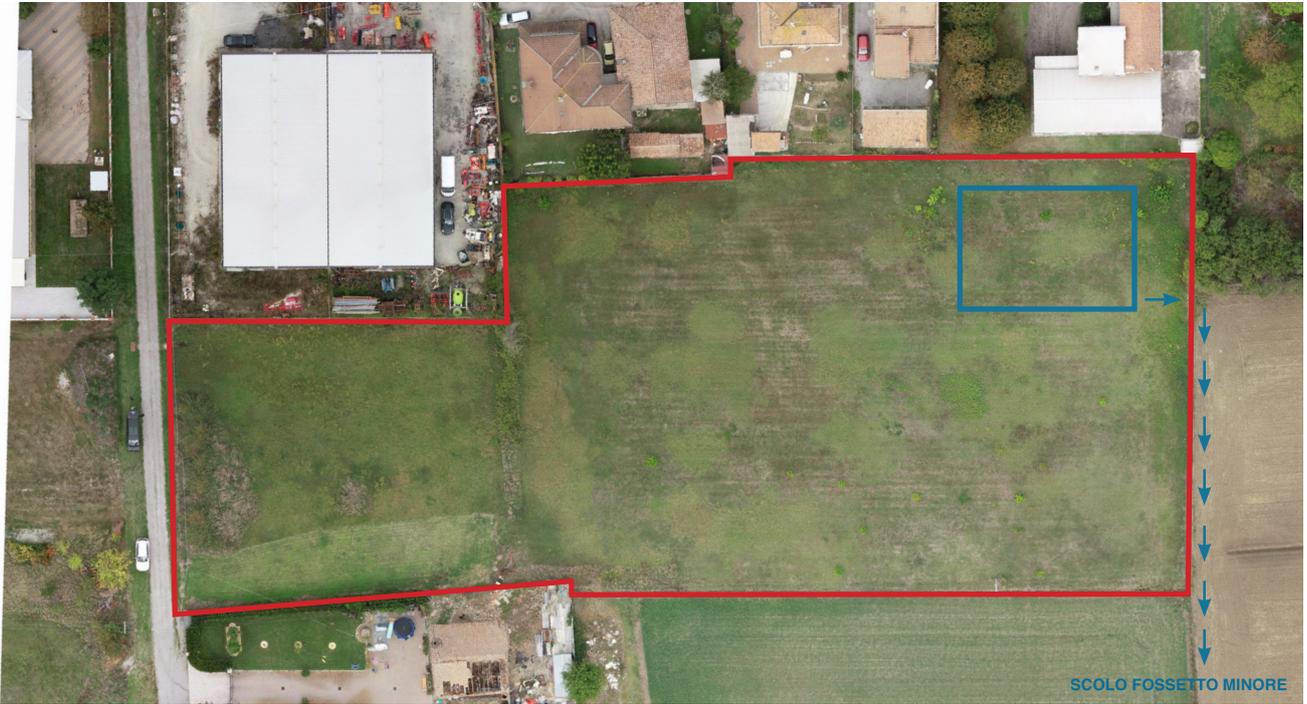
In merito alla redazione della presente preme evidenziare che si intende fare esplicito riferimento alle tavole allegate (Tav.B3a e Tav.B3b) che rappresentano i progetti impiantistici di massima per la rete delle acque bianche e nere che i Soggetti Attuatori intendono realizzare in loco e le iniziative approntate per riscontrare il fenomeno dell'invarianza idraulica. L'urbanizzazione comporterà infatti la realizzazione di superfici impermeabili che andranno a modificare i volumi di pioggia infiltrata ed aumentare il deflusso superficiale.

Gli strumenti urbanistici prevedono che per gli interventi di questo tipo il Consorzio della Bonifica Renana, con riferimento al Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PSAI) dell'Autorità di Bacino del Reno e al Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Emilia-Romagna, sia chiamato ad esprimere un suo parere circa la problematica relativa all'invarianza idraulica. Il PSAI dell'Autorità di Bacino del Reno prevede che, oltre alla rete fognaria per la raccolta delle acque meteoriche, vengano progettate vasche di laminazione per la raccolta di dette acque dotate di dispositivo di svuotamento o "bocca tarata" che, opportunamente dimensionata, possa garantire un deflusso nelle reti scolanti non impattante.

La vasca di laminazione ha la funzione di raccogliere, nel proprio ambito ben delimitato, le acque meteoriche che, raccolte dal sito totalmente o parzialmente impermeabilizzato, potrebbero riversarsi con velocità ed in quantità tali da mettere in crisi la rete scolante e causare danni da allagamento.

La rete fognaria in progetto sarà di tipo separato e in particolare le acque reflue saranno veicolate alla rete fognaria di tipo misto esistente su via Govoni mentre le acque meteoriche, previa laminazione, saranno inviate attraverso fossi superficiali allo Scolo Fossetto Minore, canale di bonifica più vicino. Nel seguito della relazione si evidenzieranno i calcoli che hanno portato al dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e reflue.

2. IMMAGINI AREE DELLO STATO DI FATTO



Ortofoto



Vista a volo d'uccello

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si è preso in esame:

**- Legge 267/1998, Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PSAI), Titolo II, Art. 20 (Controllo degli apporti d'acqua):**

“1. Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del “Titolo II Assetto della Rete Idrografica” i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 mc per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche; sono inoltre escluse le superfici dei sistemi di raccolta a cielo aperto. Gli strumenti di pianificazione dovranno garantire il permanere delle destinazioni d'uso e delle caratteristiche funzionali delle aree, riguardanti i contenuti del presente articolo, ove necessario, dei sistemi di raccolta.

2. I sistemi di raccolta di cui al comma precedente, ad uso di una o più delle zone di espansione, devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel corso d'acqua o collettore di bonifica ricevente individuato dall'Autorità idraulica competente. Essi possono essere inoltre previsti negli strumenti urbanistici come interventi complessivi elaborati d'intesa con l'Autorità idraulica competente.

3. Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta delle acque piovane sono stabilite, anche in caso di scarico indiretto nei corsi d'acqua o nei canali di bonifica, dall'Autorità idraulica competente (Servizi Tecnici di bacino o Consorzi di bonifica) con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione e alla quale dovrà essere consentito il controllo funzionale nel tempo dei sistemi di raccolta. Il progetto dei sistemi di raccolta dovrà, salvo quanto diversamente disposto dall'Autorità idraulica competente, far riferimento a quanto previsto nel documento d'indirizzo “Linee guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura”.

4. L'adozione, nei terreni ad uso agricolo, di nuovi sistemi di drenaggio che riducano sensibilmente il volume specifico d'invaso, modificando quindi i regimi idraulici, è subordinata all'attuazione di interventi compensativi consistenti nella realizzazione di un volume d'invaso pari almeno a 100 mc per ogni ettaro di terreno drenato con tali sistemi e al parere favorevole, espresso sulla base di un'ideonea documentazione in cui sia dimostrato il rispetto di quanto previsto dal presente comma, dell'Autorità idraulica competente. Ai fini dell'applicazione del presente comma, i sistemi di “drenaggio tubolare sotterraneo” e di “scarificazione con aratro talpa” sono da considerare come sistemi che riducono sensibilmente il volume specifico d'invaso.

5. I Comuni ricadenti nelle aree di applicazione del presente articolo, dettano norme o comunque emanano atti che consentono e/o promuovono, anche mediante incentivi, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane anche nelle aree edificate.

6. I Comuni ricadenti nelle aree di applicazione del presente articolo e il cui territorio è in parte interessato da tratti non arginati dei corsi d'acqua principali, sulla base del quadro conoscitivo di cui all'art. 21 comma 3, possono individuare le parti di territorio che recapitano direttamente nei corsi d'acqua principali Reno, Idice, Savena, Quaderna, Zena, Sillaro e Santerno e proporre l'esclusione dal campo di applicazione dell'art.20. L'Autorità di Bacino decide in merito a tali proposte con atto del Comitato Istituzionale sul parere del Comitato tecnico.

7. Il valore minimo dei volumi previsti nei commi 1 e 4 del presente articolo può essere modificato con delibera del Comitato Istituzionale su conforme parere del Comitato Tecnico.”

**- D.G.R. 1300/2016, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), Titolo II, Art. 20 (Controllo degli apporti d'acqua):**

La regione Emilia Romagna, tramite la Delibera n.1300 del 1° agosto 2016, ha dato i primi indirizzi e disposizioni di attuazione del nuovo PGRA nel settore urbanistico facendo riferimento alle Norme del bacino del PAI del fiume Po.

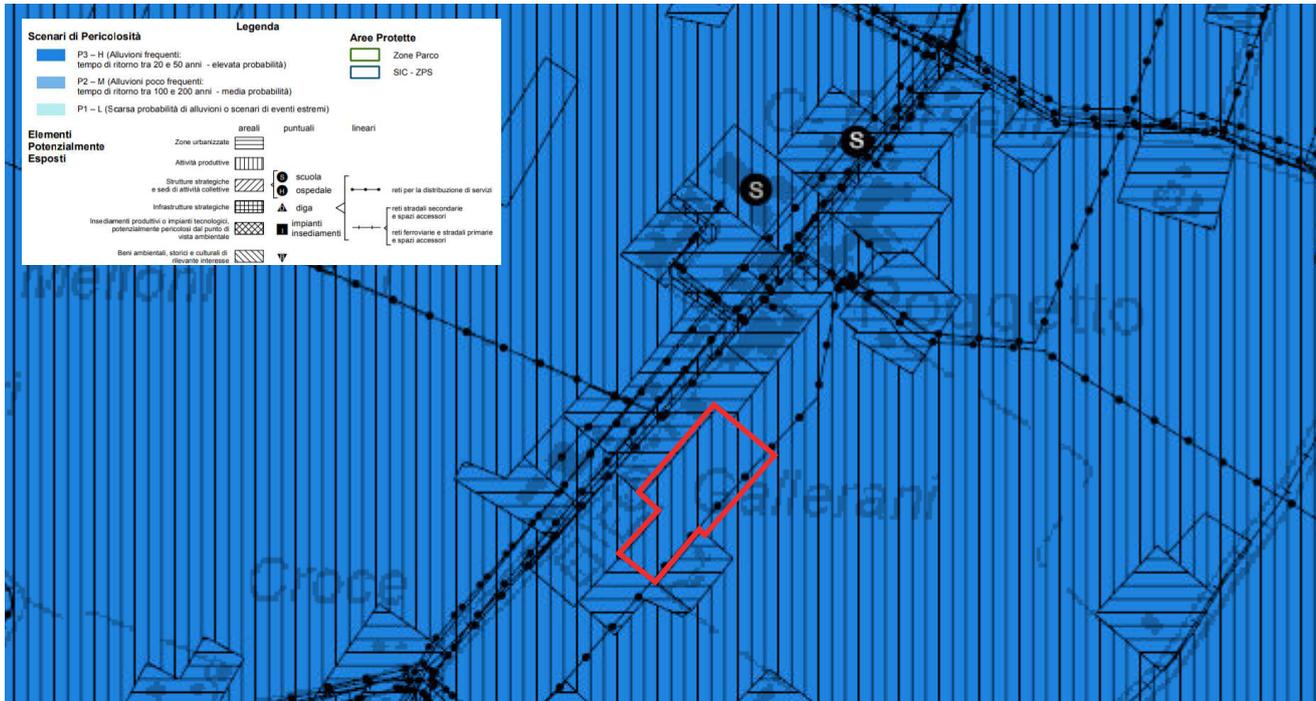
Il PGRA da una mappatura della pericolosità per i diversi ambiti territoriali, di seguito definiti:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo secondario di pianura (RSP)
- Aree costiere e marine (ACM)

Per i diversi ambiti sono stati definiti i seguenti scenari di pericolosità di alluvione:

- P1: aree interessate da alluvione rara
- P2: aree interessate da alluvione poco frequente
- P3: aree interessate da alluvione frequente

Per l'area in esame occorre prendere in considerazione il reticolo secondario di pianura, dove l'area di intervento ricade in area con livello di pericolosità di alluvione P3-H, caratterizzato da alluvioni frequenti con tempi di ritorno tra 20 e 50 anni.



Stralcio planimetrico del rischio di alluvione dato dal reticolo secondario di pianura.

La stessa Delibera regionale n.1300 del 1 agosto 2016, invece al suo articolo 5.2, definisce per la pericolosità data dal reticolo secondario che:

“... nelle aree perimetrate a pericolosità P3 e P2 dell’ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l’applicazione:

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- 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...”

Tale articolo inoltre riporta, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio:

“a. Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

- a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all’altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;
- a.2. è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:
  - le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d’acqua;
  - vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell’edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
  - gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell’impianto anche in caso di allagamento;
  - le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
  - le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);
  - siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica. Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

a.3. favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l’accumulo ovvero che comportino l’aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

#### 4. GESTIONE ACQUE BIANCHE

Le acque che vengono gestite sono originate dalle precipitazioni meteoriche e derivanti dalla raccolta delle coperture dei fabbricati, delle aree verdi e delle strade di urbanizzazione, che per caratteristiche sono classificabili quali acque bianche. Il sistema di raccolta è composto dalla linea di deflusso principale interrata, realizzata con tubi in p.v.c. del diametro compreso tra i 200 mm e i 400 mm, e da pozzetti di raccordo in calcestruzzo con sovrastante botola di chiusura in ghisa. Non si sono effettuate particolari indagini, per i calcoli si è fatto riferimento alla portata di pioggia indicata nelle linee guida di HERA.

Per il dimensionamento della rete in oggetto è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 10 anni, tempo di corrivazione data dal tempo di accesso alla rete pari a 5' sommato al tempo di percorrenza della stessa con velocità pari a 1 m/sec. Alla base dei calcoli si è adottata la curva di possibilità pluviometrica valida per durate di pioggia inferiori ad 1 ora per le zone considerate e corrispondente a piogge di breve durata, confrontabili con il tempo di corrivazione della rete di fognatura. Quest'ultimo è calcolato pari a 11', corrispondente a 0.18 ore, in considerazione dei 5' previsti per il tempo di accesso alla rete sommati al tempo di percorrenza della condotta alla velocità di 1 m/sec lungo l'intero sviluppo di 360 m. Ne deriva un'altezza di pioggia:

$$H=38.63 \times 0.180.469=17.28\text{mm}$$

corrispondente ad una intensità di pioggia ragguagliata pari a:

$$I=38.63 \times 0.180.469-1=96.03\text{mm/h} = 96,03 \text{ mm/h arrotondato a } 100 \text{ mm/h}$$

Pertanto a base dei calcoli si è assunta una intensità specifica riferita all'unità di superficie pari a:

$$q = 0,100 \times 10.000 / 3600 = 0,278 \text{ mc/sec} \times \text{Ha equivalenti a } 278,00 \text{ lt/sec} \times \text{Ha}$$

La laminazione delle acque meteoriche sarà effettuata mediante sistemi di ritenzione, ubicati nelle aree pubbliche, che provvedono all'accumulo delle acque meteoriche, pertinente le opere di urbanizzazione. Questa sarà assicurata mediante l'utilizzo di un vaso a cielo aperto, operante istantaneamente al presentarsi della necessità, realizzato mediante l'esecuzione di una conca nel terreno nell'area a nord del comparto. Il bacino conterrà l'intera volumetria necessaria, pari a circa 320,00 mc, essendo realizzato mediante l'esecuzione di una vasca avente una forma trapezoidale con lunghezza media di 21,00 m, larghezza media di 17,45 m e un'altezza media di 1,55 m – per un volume complessivo di 320,00 mc circa.

In osservanza del principio dell'invarianza idraulica verrà eseguito il calcolo della portata scolante agricola, presente prima dell'intervento di trasformazione. Tale dato sarà impiegato come parametro vincolante per la portata in uscita della fognatura progettata, che garantirà che i volumi scaricati prima dell'intervento rimarranno inalterati, così come concordato con l'Autorità idraulica competente quale il Consorzio di Bonifica Renana.

Dalle indagini effettuate risulta che il bacino scolante è la totalità del lotto, con estensione di 7920 mq circa, corrispondente a 0.80 Ha. La portata complessiva dello scarico è calcolata sulla base dell'intera area, quindi considerando tutto il comparto trasformato. L'incremento dei volumi riversati non modificherà la portata agricola precedente vista l'interposizione delle vasche di laminazione progettate.

Vista la dimensione della rete, la conformazione ed il tipo del bacino, per i calcoli delle portate si è

adottata la formula semplificata:

dove:

$\Psi$ = coefficiente di assorbimento pari a 0.03 per terreni agricoli a bassa pendenza

$\phi$ = coefficiente di ritardo pari a: 1,05

$q$  = Intensità specifica riferita all'unità di superficie espressa in lt/sec x ha = 278,00 l/sec ha

$A$  = superficie bacino scolante espresso in ha = 0,8 Ha

In particolare per ogni porzione di bacino scolante si sono adottati i valori medi pesati dei coefficienti di assorbimento e ritardo.

Nello specifico:

$$Q = 0,03 \times 1,05 \times 278,00 \times 0,8 = 7 \text{ l/sec}$$

Si evince che l'area agricola precedente la trasformazione urbanistica, recapitava alla rete di scolo una portata 7 l/sec. Tale portata è pressoché equivalente a quella desunta dai parametri dati dall'Autorità di Bacino, che adotta un coefficiente udometrico pari a 8 l/sec x Ha - corrispondente a 0,1 l/sec. Pertanto come parametro di riferimento, quale portata limite, sarà adottata quest'ultima.

La portata sarà mantenuta anche dal nuovo scarico e garantita da una bocca tarata di deflusso realizzata con una condotta in pvc, uscente dalla vasca di laminazione e confluyente alla rete fognaria esistente, del diametro interno di 250 mm, con pendenza 0,2 % e garantente la portata di 15 l/sec, compatibile con la portata agricola precedente. Per il dimensionamento delle condotte, il calcolo è stato condotto applicando la formula di Bazin per i canali a pelo libero:

$$V = \frac{87 \times \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \times \sqrt{R \times i}$$

dove:

V = Velocità del liquido in m/sec

R = Raggio idraulico pari al rapporto Area / Contorno bagnato in m

γ = Coefficiente di scabrezza pari a 0.06 per condotte in pvc e polietilene

0.23 per condotti in conglomerato cementizio nuove

0.36 per condotti in conglomerato cementizio usate

i = Pendenza motrice delle condotte in %

Q = Portata in mc/sec.

$$Q = V \times \Omega$$

Ω = Sezione liquida in mq.

Nel nostro caso si sono adottate:

Pendenza motrice condotte i = 0.2%

Materiale pvc. = 0.06

La fognatura di raccolta delle acque bianche è costituita da condotta, con pendenza uniforme pari allo 0,2%, del diametro compreso tra Ø 250 mm e Ø 600 mm – per le dorsali principali, e 700 mm per il collegamento tra lo scolmatore e la vasca di laminazione. La fognatura sarà completata da un rinfiaccio perimetrale in calcestruzzo che ne assicura la stabilità dimensionale, da caditoie in c.a. di tipo sifonato con botole in ghisa asolate, da pozzetti in c.a. con relative botole cieche in ghisa per il raccordo e l'ispezione delle linee, realizzata secondo indicazione dell'Ente gestore (HERA).

DIAMETRO IPOTETICO INIZIALE mm					100
Lunghezza	Dislivello	Pendenza	Raggio	Scabrezza	
m	m		m	γ	
120,00	0,20	0,00	0,050	0,25	
Fognatura nera (riempimento medio 50%)					
	n°	l/s	Totali		
Bagni tipo	24	5,1	122,4		
Cucine tipo	20	1,6	32		
Altro	10		0		
Portata l/s				154,4	
Portata ridotta (non contemporanea) mc/s				0,01243	
Grado di riempimento in %	50			0,21757	
Fognatura bianca (riempimento medio 50%)					
	mq	coeff	Totali		
Pioggia in m/ora		0,1			
Tetti e cortili pavim.		0,9	0,00		
Cortili in ghiaia		0,5	0,00		
Terreno e giardini		0,3	0,00		
Portata mc/s				0,00000	
Grado di riempimento in %	50			0,21757	
AREA DELLA SEZIONE				0,057111	
DIAMETRO DI CALCOLO mm				270	
<b>NO, Premi Diametro ---- &gt;&gt;&gt;</b>					
DIAMETRO APPLICABILE mm					
----	----	----	----	----	300

**Coefficiente di scabrezza**  
 0,30 - Tubi di cemento  
 0,25 - Tubi Pvc usati e sporchi

**Portata normalizzata (l/s)**  
 0,5 - Lavabo, bidet  
 0,6 - Doccia  
 0,8 - Vasca, lavello, lavatrice  
 1,0 - Chiusino a pavimento  
 2,0 - Vaso l.6  
 2,5 - Vaso l.9

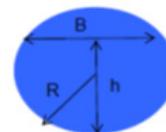
**Bagno tipo 5,1 - (Lavabo, bidet, vaso l.9, vasca, lavatrice)**  
**Cucina tipo 1,6 - (Lavello, lavastoviglie)**

**Coefficiente di deflusso**  
 0,9 - Tetti, cortili pavimentati  
 0,8 - Autobloccanti  
 0,5 - Cortili in ghiaia  
 0,3 - Terreno, giardini

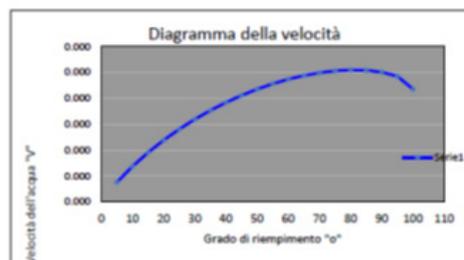
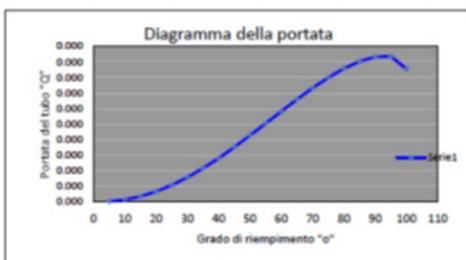
$$V = \chi \sqrt{R \times i}$$

$$Q = V \times A$$

$$\chi = 87 / (1 + \gamma / \sqrt{R})$$



- o - Riempimento
- h - Tirante idrico
- A - Sezione idrica (area bagnata)
- P - Contorno bagnato
- B - Larghezza del pelo libero
- R - Raggio idraulico A/P
- V - Velocità dell'acqua
- Q - Portata



o	h	A	P	B	R	χ	V	Q	V/Vr	Q/QR	h/r
%	m	mq	m	m	m		m/s	mc/s			
5	0,005	0,000147	0,045103	0,043589	0,003	16,16548	0,03765	0,00001	0,1731	0,0032	0,1000
10	0,010	0,000409	0,064350	0,060000	0,006	21,03084	0,06843	0,00003	0,3145	0,0164	0,2000
15	0,015	0,000739	0,079540	0,071414	0,009	24,20642	0,09524	0,00007	0,4377	0,0412	0,3000
20	0,020	0,001118	0,092730	0,080000	0,012	26,55212	0,11904	0,00013	0,5471	0,0779	0,4000
25	0,025	0,001535	0,104720	0,086603	0,015	28,38875	0,14034	0,00022	0,6450	0,1261	0,5000
30	0,030	0,001982	0,115928	0,091652	0,017	29,87506	0,15946	0,00032	0,7329	0,1849	0,6000
35	0,035	0,002450	0,126610	0,095394	0,019	31,10196	0,17662	0,00043	0,8118	0,2532	0,7000
40	0,040	0,002934	0,136944	0,097980	0,021	32,12630	0,19196	0,00056	0,8823	0,3296	0,8000
45	0,045	0,003428	0,147063	0,099499	0,023	32,98574	0,20559	0,00070	0,9449	0,4124	0,9000
50	0,050	0,003927	0,157080	0,100000	0,025	33,70605	0,21757	0,00085	1,0000	0,5000	1,0000
55	0,055	0,004426	0,167096	0,099499	0,026	34,30509	0,22794	0,00101	1,0476	0,5904	1,1000
60	0,060	0,004920	0,177215	0,097980	0,028	34,79498	0,23669	0,00116	1,0879	0,6815	1,2000
65	0,065	0,005404	0,187549	0,095394	0,029	35,18333	0,24382	0,00132	1,1206	0,7711	1,3000
70	0,070	0,005872	0,198231	0,091652	0,030	35,47372	0,24926	0,00146	1,1456	0,8566	1,4000
75	0,075	0,006319	0,209440	0,086603	0,030	35,66547	0,25290	0,00160	1,1624	0,9351	1,5000
80	0,080	0,006736	0,221430	0,080000	0,030	35,75255	0,25457	0,00171	1,1700	1,0035	1,6000
85	0,085	0,007115	0,234619	0,071414	0,030	35,72045	0,25395	0,00181	1,1672	1,0574	1,7000
90	0,090	0,007445	0,249809	0,060000	0,030	35,53744	0,25046	0,00186	1,1512	1,0913	1,8000
95	0,095	0,007707	0,269057	0,043589	0,029	35,12150	0,24267	0,00187	1,1154	1,0945	1,9000

DIAMETRO IPOTETICO INIZIALE mm					100
Lunghezza	Dislivello	Pendenza	Raggio	Scabrosità	
m	m		m	γ	
60,00	0,20	0,00	0,050	0,25	
Fognatura nera (riempimento medio 50%)					
	n*	l/s	Totale		
Bagni tipo	24	5,1	122,4		
Cucine tipo	20	1,6	32		
Altro	10		0		
Portata l/s			154,4		
Portata ridotta (non contemporaneità) mc/s			0,01243		
Grado di riempimento in %		50	0,30769		
Fognatura bianca (riempimento medio 50%)					
	mq	coeff	Totale		
Pioggia in m/ora		0,1			
Tetti e cortili pavim.	2987	0,9	2688,30		
Cortili in ghiaia	350	0,5	175,00		
Terreno e giardini	1250	0,3	375,00		
Portata mc/s			0,08995		
Grado di riempimento in %		50	0,30769		
AREA DELLA SEZIONE			0,332730		
DIAMETRO DI CALCOLO mm			651		
NO, Premi Diametro ---->>					
DIAMETRO APPLICABILE mm					

**Coefficiente di scabrosità**  
 0,30 - Tubi di cemento  
 0,25 - Tubi Pvc usati e sporchi

$$V = \chi \sqrt{R \times i}$$

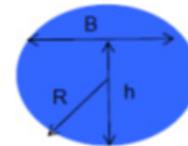
$$Q = V \times A$$

$$\chi = 87 \cdot (1 + \gamma / \sqrt{R})$$

**Portata normalizzata (l/s)**  
 0,5 - Lavabo, bidet  
 0,6 - Doccia  
 0,8 - Vasca, lavello, lavatrice  
 1,0 - Chiusino a pavimento  
 2,0 - Vaso l.6  
 2,5 - Vaso l.9

**Bagno tipo 5,1 - (Lavabo, bidet, vaso l.9, vasca, lavatrice)**

**Cucina tipo 1,6 - (Lavello, lavastoviglie)**



**Coefficiente di deflusso**  
 0,9 - Tetti, cortili pavimentati  
 0,8 - Autobloccanti  
 0,5 - Cortili in ghiaia  
 0,3 - Terreno, giardini

- o - Riempimento
- h - Tirante idrico
- A - Sezione idrica (area bagnata)
- P - Contorno bagnato
- B - Larghezza del pelo libero
- R - Raggio idraulico A/P
- V - Velocità dell'acqua
- Q - Portata



o	h	A	P	B	R	χ	V	Q	V/Vr	Q/QR	h/r
%	m	mq	m	m	m		m/s	mc/s			
5	0,005	0,000147	0,045103	0,043589	0,003	16,16548	0,05325	0,00001	0,1731	0,0032	0,1000
10	0,010	0,000409	0,064350	0,060000	0,006	21,03084	0,09677	0,00004	0,3145	0,0164	0,2000
15	0,015	0,000739	0,079540	0,071414	0,009	24,20642	0,13469	0,00010	0,4377	0,0412	0,3000
20	0,020	0,001118	0,092730	0,080000	0,012	26,55212	0,16834	0,00019	0,5471	0,0779	0,4000
25	0,025	0,001535	0,104720	0,086603	0,015	28,38875	0,19847	0,00030	0,6450	0,1261	0,5000
30	0,030	0,001982	0,115928	0,091652	0,017	29,87506	0,22551	0,00045	0,7329	0,1849	0,6000
35	0,035	0,002450	0,126610	0,095394	0,019	31,10196	0,24978	0,00061	0,8118	0,2532	0,7000
40	0,040	0,002934	0,136944	0,097980	0,021	32,12630	0,27148	0,00080	0,8823	0,3296	0,8000
45	0,045	0,003428	0,147063	0,099499	0,023	32,98574	0,29075	0,00100	0,9449	0,4124	0,9000
50	0,050	0,003927	0,157080	0,100000	0,025	33,70605	0,30769	0,00121	1,0000	0,5000	1,0000
55	0,055	0,004426	0,167096	0,099499	0,026	34,30509	0,32235	0,00143	1,0476	0,5904	1,1000
60	0,060	0,004920	0,177215	0,097980	0,028	34,79498	0,33473	0,00165	1,0879	0,6815	1,2000
65	0,065	0,005404	0,187549	0,095394	0,029	35,18333	0,34481	0,00186	1,1206	0,7711	1,3000
70	0,070	0,005872	0,198231	0,091652	0,030	35,47372	0,35250	0,00207	1,1456	0,8566	1,4000
75	0,075	0,006319	0,209440	0,086603	0,030	35,66547	0,35766	0,00226	1,1624	0,9351	1,5000
80	0,080	0,006736	0,221430	0,080000	0,030	35,75255	0,36002	0,00242	1,1700	1,0035	1,6000
85	0,085	0,007115	0,234619	0,071414	0,030	35,72045	0,35914	0,00256	1,1672	1,0574	1,7000
90	0,090	0,007445	0,249809	0,060000	0,030	35,53744	0,35421	0,00264	1,1512	1,0913	1,8000
95	0,095	0,007707	0,269057	0,043589	0,029	35,12150	0,34319	0,00265	1,1154	1,0945	1,9000

## 6.2 ACQUE NERE

La rete fognaria delle “acque nere” in progetto sarà costituita da tubazioni in PVC SN8 DN200, di pendenza pari al 2 ‰, i cui tronchi saranno intervallati da pozzetti d’ispezione prefabbricati in calcestruzzo del diametro interno di 100÷120 cm, posti ad una distanza reciproca pari a circa 50,00 m. Dal pozzetto di recapito, le acque nere confluiranno nella condotta acque miste.

La condotta, per risultare positivamente verificata, deve essere in grado di smaltire la portata delle acque reflue prodotte da tutti gli abitanti insediabili, tenendo conto di un fattore di contemporaneità, con un grado di riempimento h/d inferiore al 50%, così come previsto dalle linee guida di Hera per condotte di diametro inferiore a 400 mm. La portata media delle acque reflue scaricate, considerato in ogni caso un deflusso a sezione piena, è dunque data dalla formula:

$$Q_{\text{media}} = (\alpha \cdot d \cdot n) / 86400$$

dove:

$\alpha$  = coefficiente di riduzione (0,7 ÷ 0,8 - adottato 1,0)

d = dotazione idrica giornaliera per abitante (300 l/ab – compresa tra i valori 200-300 l/ab indicati da HERA)

n = numero di abitanti teorici (230 equivalenti A.E.)

$$Q_{\text{media}} = 0,80 \text{ l/sec}$$

Tenendo conto del fattore di contemporaneità  $K = 2$  (in genere varia da 1,3 ÷ 2), si avrà una portata di punta:

$$Q_{\text{di punta}} = 1,60 \text{ l/sec}$$

Per il calcolo della portata massima della condotta di progetto è stata utilizzata l’equazione di Chezy:

$$Q_{\text{max}} = X \cdot A \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

dove:

X = coefficiente di scabrezza ( $K_s \cdot R^{1/6}$ )

A = area della sezione bagnata ( $\pi \cdot r^2$ )

R = raggio idraulico ( $r / 2$ )

i = pendenza della condotta (2 ‰)

$K_s$  = coefficiente di Gaukler-Strickler (120 m<sup>1/3</sup>/S)

$$Q_{\text{max}} = 0,02288 \text{ m}^3/\text{s} \text{ corrispondenti a } 22,88 \text{ l/sec}$$

Considerate le indicazioni riportate nelle Linee Guida di Hera, che prescrivono un grado di riempimento (h/ø) non superiore al valore di 0,5 per le tubazioni di piccolo diametro ( $\leq 400$ ), si avrà una riduzione della portata pari a  $Q_{\text{G.R.}} 0,5 = 0,01144 \text{ m}^3/\text{s}$  corrispondenti a 11,44 l/sec

Dal calcolo risulta quindi che la condotta costituita da tubazioni in PVC DN200, con un riempimento del 50%, consente lo smaltimento di 11,44 l/sec, largamente superiore alla portata media delle acque scaricate, pari a 0,80 l/sec, e alla portata di punta, pari a 1,60 l/sec; pertanto, la condotta risulta verificata costituita da una condotta in calcestruzzo di diametro pari a 100 cm.

La Circolare n. 11633 del Ministero dei LL.PP. (istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto) indica che per le acque nere la velocità relativa alla portata media non deve essere inferiore a 0,5 m/s, che viene considerata una velocità autosufficiente a garantire l’autopulizia della condotta.

Per quanto concerne l’abrasione delle pareti delle condotte causata dall’azione meccanica esercitata dal materiale solido trascinato in sospensione nei liquami la già citata Circolare n. 11633 indica per le portate nere di punta una velocità massima di 4 m/s da non oltrepassare.

La velocità di scorrimento del fluido, secondo l’equazione di Chezy, è la seguente:

$$V = X \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

dove:

R = raggio idraulico (R Q media = 0,0043 m; R Q di punta = 0,0060 m)

$$V_{\text{media}} = 0,14 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{di punta}} = 0,18 \text{ m/s}$$

In entrambi i casi (portata media e portata di punta), la velocità del fluido risulta inferiore a 0,5 m/s, sarà pertanto necessario, da parte dell’ente gestore della rete fognaria che si farà carico della manutenzione della condotta, provvedere ad adeguati programmi di lavaggio, come prescritto dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633/74. Senza ombra di dubbio è un diametro di gran lunga sovradimensionato rispetto alla portata che si registra con conseguente velocità del flusso estremamente ridotta. Per contro non è possibile ricorrere a diametri inferiori in quanto per tubazioni di piccolo diametro è bene assicurare sempre e comunque un franco libero dell’ordine di  $\approx 15 \div 20$  cm.

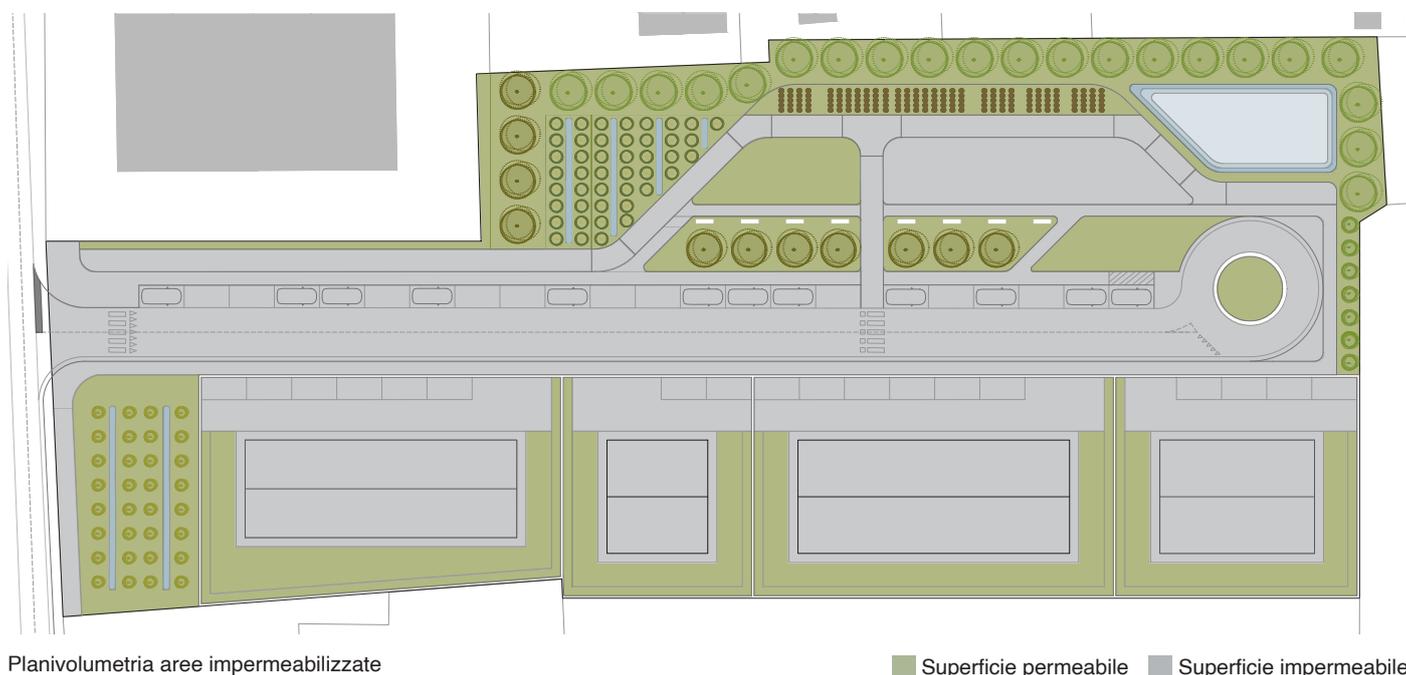
## 6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Nella planimetria seguente è stata conteggiata quale superficie impermeabilizzata tutta la Superficie Territoriale (7.920 mq) eccetto le aree adibite a verde pubblico (1.106 mq), verde privato (975 mq), pavimentazione da gioco in cippato (115 mq), AFI (571 mq), orti (140 mq) e la vasca stessa (185 mq). La superficie impermeabilizzata è stata quantificata dunque pari a 4.828 mq (0.48 ha).

La “bocca tarata” sarà dimensionata in funzione della velocità e della portata di svuotamento della vasca di laminazione che si stabilisce dovrà essere pari a circa 10 litri/secondo (così come indicato dalle norme specifiche di Hera).

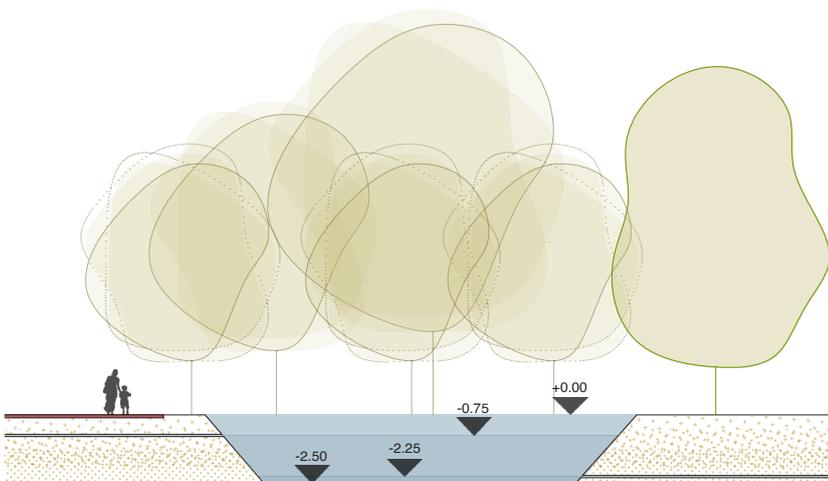


Il conteggio delle aree permeabili e impermeabili è esplicitato nella planimetria che segue. A scopo cautelativo sono state considerate come completamente impermeabili anche superfici caratterizzate da materiali con parziali capacità drenanti, utilizzate tanto nei vialetti quanto nei campi da gioco, così da sovrastimare l'afflusso di acqua potenzialmente accumulata nella vasca e sopperire ad eventuali condizioni di forte rischio idraulico in scenari futuri.



Come normato secondo PSAI, per il dimensionamento minimo della vasca si ricorre al calcolo di 500 mc ogni ettaro di superficie impermeabilizzata:  $500 \text{ mc/ha} \times 0,48 \text{ ha} = 240 \text{ mc}$ . Questo volume viene incrementato del 30% in previsione di possibili scenari futuri ipotizzati in IPCC, per considerare che la vasca in occasione di un evento pluviometrico si potrebbe trovare parzialmente piena a causa di eventi precedenti e anche in relazione al fatto che lo svuotamento non avviene con una portata costante pari alla massima, ma variabile in funzione del tirante idrico. Per tali motivi la vasca avrà una volumetria complessiva di 320 mc.

Per il calcolo relativo alla sezione della bocca tarata si applica l'operazione inversa dell'equazione di efflusso a gravità:  $A = Q / 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times h}$ . Si definisce la portata come limite in termini di volume di acqua che può essere scaricato nel ricevente finale in un dato arco temporale, sia esso un corso d'acqua superficiale o una tubazione interrata. Tale valore è stato fissato in 10,00 l/s per ettaro di area impermeabilizzata, ovvero:  $10 \text{ l/(s} \times \text{ha)} \times 0,48 \text{ ha} = 4,8 \text{ l/s}$ . Assumendo dunque un'altezza di invaso di 1,5 m si ottiene una sezione del tubo di 15,05 cmq, che corrisponde a un diametro di 4 cm. Tuttavia, essendo il diametro minimo ammissibile 8 cm, lo svuotamento della vasca di laminazione sarà fatto per gravità attraverso una bocca tarata di diametro interno pari a 80 mm.



Sezione schematica vasca di laminazione

Tale area è soggetta alle operazioni di manutenzione che ne salvaguardino la funzionalità, e nello specifico:

- Sfalci dell'erba almeno 4 volte l'anno;
- Controllo del funzionamento del sistema di scarico nel corpo recettore almeno 2 volte l'anno;
- Verifica periodica, almeno 2 volte l'anno, di tutti i sistemi di raccolta e del sistema di scarico nel corpo recettore.

La scelta progettuale adottata consente l'inserimento armonico del sistema nel contesto nel quale è inserito e contestualizzato l'intervento nonché di armonizzarsi con la vicina zona agreste.