



Enibioch4in Quadruvium S.r.l.
Impianto di digestione anaerobica
sito in Surbo

Relazione tecnica specialistica sulla gestione delle acque meteoriche

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
01	12/06/2024	Prima emissione	Dott. E. Martini	Dott. F. Pica	Ing. M. Altemura

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE	5
3.1 Sintesi sistema gestione acque meteoriche attuale (ante operam).....	5
3.2 Sintesi sistema gestione acque meteoriche di progetto (post operam)	11
4. DATI DI INPUT.....	12
4.1 Definizione delle aree colanti	12
4.2 Definizione coefficiente di deflusso	14
4.3 Definizione del tempo di corrivazione	14
4.4 Dati pluviometrici.....	14
5 VERIFICA E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI IN PROGETTO	19
6 DIMENSIONAMENTO POZZI DISPERDENTI.....	21
7 DETTAGLIO SISTEMA DISPERDENTE (SCARICO)	25

Figure

Figura 1. Gestione acque in trincea	6
Figura 2. Dettaglio impianto di prima pioggia esistente	6
Figura 3. Dettaglio planimetrico vasca di laminazione esistente	7
Figura 4. Sezione della vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico	8
Figura 5. Vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico	8
Figura 6. Dettaglio planimetrico relativo alla vasca di laminazione esistente e alla vasca disperdente	9
Figura 7. Dettaglio della vasca disperdente	9
Figura 8. Dettaglio singolo pozzo disperdente anidro	10
Figura 9. Diagramma a blocchi sistema di gestione esistente (ante operam)	11
Figura 10. Diagramma a blocchi sistema di gestione in progetto (post operam)	12
Figura 11. Aree colanti	13
Figura 12. Cartografia sottozona omogenee Va.Pi. Puglia	16
Figura 13. Valori di Kt Puglia Centro Meridionale	16
Figura 14. Parametri pluviometrici relativi all'area di progetto appartenente alla sottozona omogenea A6 del Va.Pi.	18
Figura 15. Parametri pozzo	23
Figura 16. Dettaglio della vasca disperdente	26

Figura 17. Dettaglio pozzo disperdente	27
--	----

Tabella

Tabella 1. Coefficienti di afflusso	14
Tabella 2. Valori di intensità di precipitazione in funzione del tempo di ritorno	19
Tabella 3. Definizione volume utile	25

Tavole

TAV_8.0_Planimetria rete fognari impianto esistente	
TAV_9.0_Planimetria aree colanti	
TAV_10.0_Planimetria rete fognaria e ubicazione dei dispositivi disperdenti (Stato di progetto – impianto Upgrade)	
TAV_11.0_Dettagli vasca disperdente e pozzi disperdenti	
TAV_12.0_Schema a blocchi trattamento acque meteoriche impianto upgrade	

Il presente documento è stato sviluppato da ambiente s.p.a. in base alle informazioni disponibili fornite dalla Committenza.

1. INTRODUZIONE

Ambiente S.p.A. ("ambiente"), su incarico e per conto di Enibioch4in Quadruvium S.r.l., ha redatto il presente documento "Relazione tecnica specialistica sulla gestione delle acque meteoriche", per impianto di digestione anaerobica di biomasse ubicato a Surbo, in provincia di Lecce, nell'ambito del procedimento di AUA per la riconversione dello stesso a biometano.

Tale relazione descrive gli aspetti legati alla gestione delle acque meteoriche (captazione, trattamenti di depurazione e scarico), con riferimenti alla pluviometria, con calcoli di dimensionamento dell'impianto di depurazione e dei pozzi disperdenti, integrando la documentazione autorizzativa trasmessa, come richiesto dalla Provincia di Lecce con nota prot. n.2732/24 del 22/01/24.

L'obiettivo del presente documento è:

- descrivere l'attuale sistema di gestione delle acque meteoriche (ante operam);
- descrivere il futuro sistema di gestione delle acque meteoriche (post operam);
- dimensionare i nuovi pozzi disperdenti.

Il documento è articolato nelle seguenti sezioni:

- inquadramento normativo e documentazione di riferimento;
- gestione delle acque meteoriche;
- dati di input:
 - definizione delle aree colanti;
 - definizione del coefficiente di deflusso;
 - definizione del tempo di corrivazione;
 - dati pluviometrici;
- dimensionamento/verifica impianti di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia;
- dimensionamento e verifica idraulica dei dispositivi idraulici di infiltrazione (pozzi disperdenti) delle acque meteoriche nel suolo e sottosuolo (scarico);
- dettaglio sistema disperdente.

2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Si elenca di seguito la normativa presa a riferimento per la redazione del presente studio:

- Norme tecniche UNI e UNI-EN;
- Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.).

Si riassumono le principali definizioni contenute nel Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26:

- **Acque meteoriche di dilavamento:** le acque di pioggia che precipitano sull'intera superficie impermeabilizzata scolante afferente allo scarico o all'immissione;
- **Acque di prima pioggia:** le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:
 - di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila) mq;

- compresa tra 5 (cinque) e 2,5 (due virgola cinque) mm per le superfici scolanti di estensione rientranti tra 10.000 (diecimila) mq e 50.000 (cinquantamila) mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di corrivazione alla vasca di prima pioggia;
 - di 2,5 (due virgola cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, superiori a 50.000 (cinquantamila) mq;
 - unicamente nel caso di fognature urbane separate, di cui all'art. 4 del presente regolamento, con superfici scolanti aventi estensioni superiori a 50.000 (cinquantamila) mq, in alternativa al calcolo attraverso l'altezza di cui al precedente punto III., le acque di prima pioggia possono essere considerate quelle, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, che pervengono alla sezione di chiusura del bacino (vasca di prima pioggia) nei primi 15 minuti dall'inizio delle precipitazioni. La portata delle acque di prima pioggia deve essere calcolata con un adeguato studio idrologico, idraulico e pluviometrico e riferita ad eventi con tempi di ritorno non inferiori a 5 (cinque) anni.
- **Acque di seconda pioggia:** la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- **Vasca di prima pioggia:** manufatto a tenuta stagna adibito alla raccolta ed al contenimento del volume delle acque di prima pioggia. La medesima vasca può essere adibita, se dimensionata e/o equipaggiata con apparecchiature idonee, al trattamento delle stesse acque. Le vasche di prima pioggia devono:
- essere dotate di un sistema di alimentazione che consenta di escludere le stesse a riempimento avvenuto;
 - essere dotate di accorgimenti tecnici che ne consentano lo svuotamento entro le 48 ore successive.

Le acque di prima pioggia provenienti dalle superfici scolanti impermeabilizzate di insediamenti industriali, artigianali, commerciali e di servizio, localizzati in aree sprovviste di fognatura separata e non ricadenti nelle fattispecie disciplinate al Capo II del Regolamento, sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna e sottoposte ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura, prima del loro scarico nei recapiti finali. Fermo restando l'obbligo, ove tecnicamente possibile, di riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia, nei casi in cui ci sia eccedenza delle stesse acque recuperate per gli usi consentiti, ovvero l'impossibilità di riutilizzo, sono avviate ai recapiti finali.

Si elenca di seguito documentazione di riferimento per le attività descritte nel presente documento:

- "Relazione tecnica modifica rete di collettamento acque meteoriche di dilavamento", redatta dall'Ing. Niceta Montinaro;
- "Relazione idrogeologica sui terreni (f°7 part.IIIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas", redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano;
- "Relazione geologica e idrogeologica", redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis.

3. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

L'impianto di digestione anaerobica di biomasse è attualmente dotato di rete fognarie separate, ovvero:

- rete di drenaggio delle acque meteoriche di prima e seconda pioggia;
- rete di raccolta e drenaggio del percolato.

Per i dettagli circa l'attuale sistema di gestione delle acque meteoriche si rimanda al paragrafo successivo.

Lo scenario di progetto (post operam) è stato sviluppato tenendo in considerazione i seguenti fattori principali:

- necessità di dover drenare, trattare e scaricare le acque meteoriche dilavanti la viabilità interna all'impianto, che, come espressamente prescritto dagli Enti competenti, sarà realizzata mediante pavimentazione impermeabile. Tale prescrizione deriva dal fatto che tale area sarà interessata dal passaggio di mezzi pesanti e potrebbe, quindi, essere interessata da perdite di carburanti/lubrificanti/etc.;
- volontà di prevedere lo scarico di tutte le acque meteoriche nel suolo sottosuolo in un punto interno all'area di proprietà.

Una sintesi dei principali interventi è consultabile al paragrafo 3.2; per i calcoli sui dimensionamenti si rimanda al capitolo 5.

3.1 Sintesi sistema gestione acque meteoriche attuale (ante operam)

Le acque meteoriche di dilavamento vengono drenate attualmente mediante reti differenti. Nello specifico sono presenti due reti separate:

- una rete di drenaggio delle acque meteoriche di prima e seconda pioggia, che ricadono nelle trincee vuote o riempite parzialmente, sulla viabilità e nelle aree di manovra dei mezzi.

Particolare attenzione è posta alla gestione delle acque/liquidi che dilavano le trincee; nello specifico le acque dilavanti le trincee di stoccaggio biomasse, in funzione del riempimento delle stesse, possono essere definite e gestite come:

- Percolati e colaticci: derivanti direttamente dalle biomasse stoccate o dal lavaggio diretto delle biomasse, tramite le acque meteoriche. Vengono raccolte sempre direttamente sotto la biomassa e in una canalizzazione ben definita;
- Acque di prima pioggia: derivanti dal dilavamento delle trincee, vuote o riempite parzialmente, svolto dalle acque piovane sull'intera superficie libera della trincea, ad esclusione della zona di raccolta dei percolati.

Le differenti tipologie di acque potenzialmente dilavanti sulle trincee, ovvero acque meteoriche di prima pioggia, acque bianche o percolati, sono drenate tramite sistemi di raccolta separati.

Nella figura seguente sono schematizzate le differenti modalità di raccolta acque in funzione del carico delle trincee.

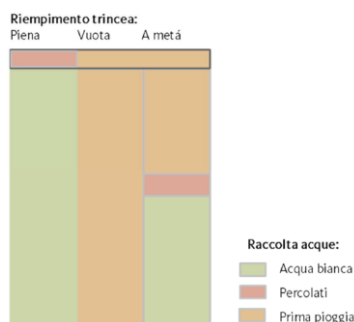


Figura 1. Gestione acque in trincea

Le acque meteoriche di prima pioggia e i percolati, raccolte mediante chiusini differenti, raggiungono tramite due linee a gravità, rispettivamente, il primo e il secondo comparto della vasca di prima pioggia esistente. Le acque meteoriche di prima pioggia sono accumulate nel primo comparto della vasca esistente, inviate tramite 2 pompe al secondo comparto e, da qui, rilanciate ulteriormente, tramite altre due pompe, alla pre-vasca Calix (111), per essere riutilizzate nel processo entro le 24 ore dall'evento piovoso.

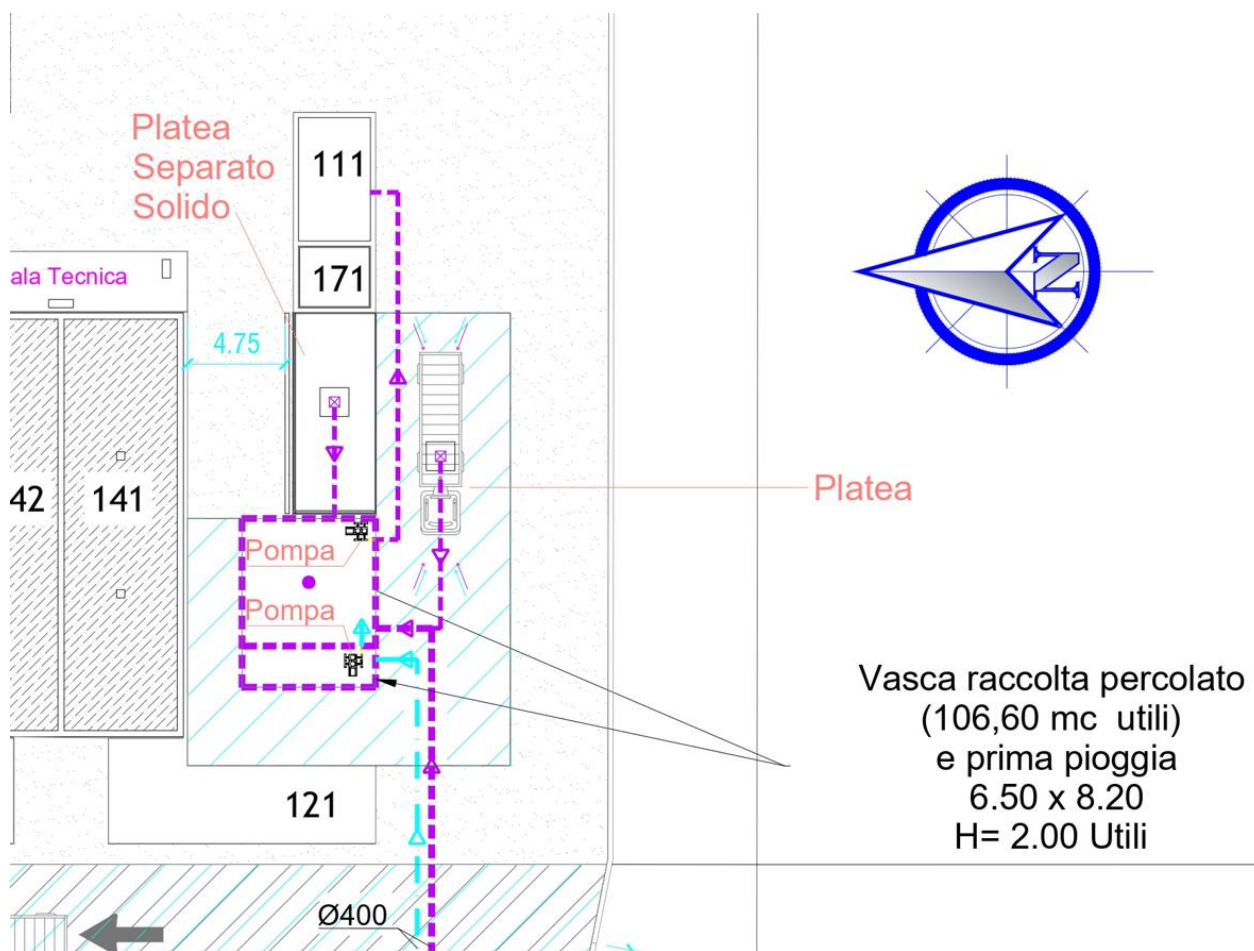


Figura 2. Dettaglio impianto di prima pioggia esistente

Le acque di seconda pioggia, invece, by-passano la vasca di prima pioggia, tramite il pozzetto scolmatore esistente, e raggiungono uno stoccaggio intermedio, ovvero una vasca di laminazione. Tale vasca, realizzata con pareti verticali, soletta di copertura e platea di base in C.A., misura una superficie netta in

pianta pari a $15,00 \text{ m}^2$ ($5,00 \text{ m} \times 3,00 \text{ m}$) per un'altezza media utile pari a $3,00 \text{ m}$ per un volume utile pari a $45,00 \text{ m}^3$.

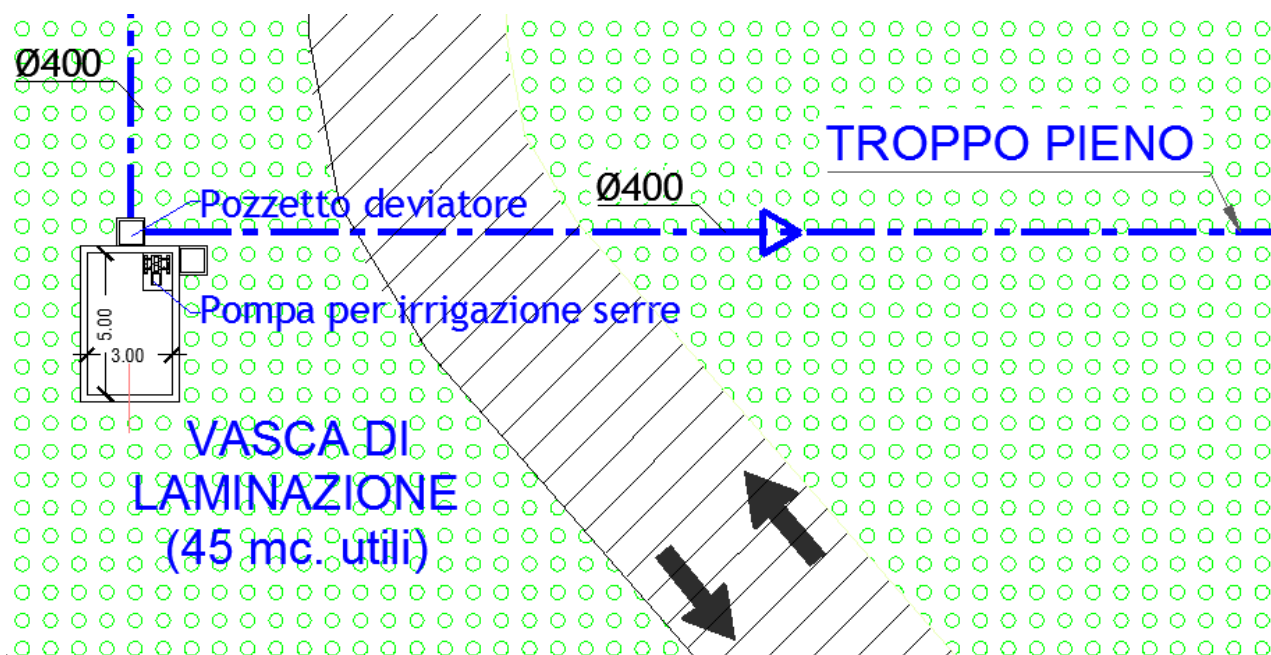


Figura 3. Dettaglio planimetrico vasca di laminazione esistente

La vasca di laminazione consente di stoccare i primi 45 m^3 di acque di dilavamento (successivi ai primi $5,00 \text{ mm}$ di acque di prima pioggia che vengono raccolti nell'apposita vasca e riutilizzati nel ciclo produttivo) che corrispondono all'incirca a $10,00 \text{ mm}$ di acque meteoriche raccolte dalle superfici soggette a dilavamento.

Al fine di consentire un risparmio di acqua, dopo che è avvenuta la sedimentazione (circa 48 ore dall'evento piovoso), l'acqua presente nella vasca di laminazione viene utilizzata per l'irrigazione. Solo in caso di eventi piovosi superiori a $15,00 \text{ mm}$, l'acqua di dilavamento in eccesso viene inviata per gravità dal pozzetto deviatore nel tubo di troppo pieno e quindi nella vasca assorbente.

La vasca assorbente misura una superficie in pianta pari a $90,00 \text{ m}^2$ ($15,00 \text{ m} \times 6,00 \text{ m}$) per un'altezza media pari a $4,0/4,5 \text{ m}$. La vasca è dotata di n. 3 pozzi anidri del diametro di 400 mm ed altezza pari a 15 m a partire dal piano della vasca. I pozzi anidri per i primi tre metri sono rivestiti con tubo forma in acciaio del diametro di 350 mm , muniti di tubo di sfiato da 80 mm e cementati sulla parte superiore.

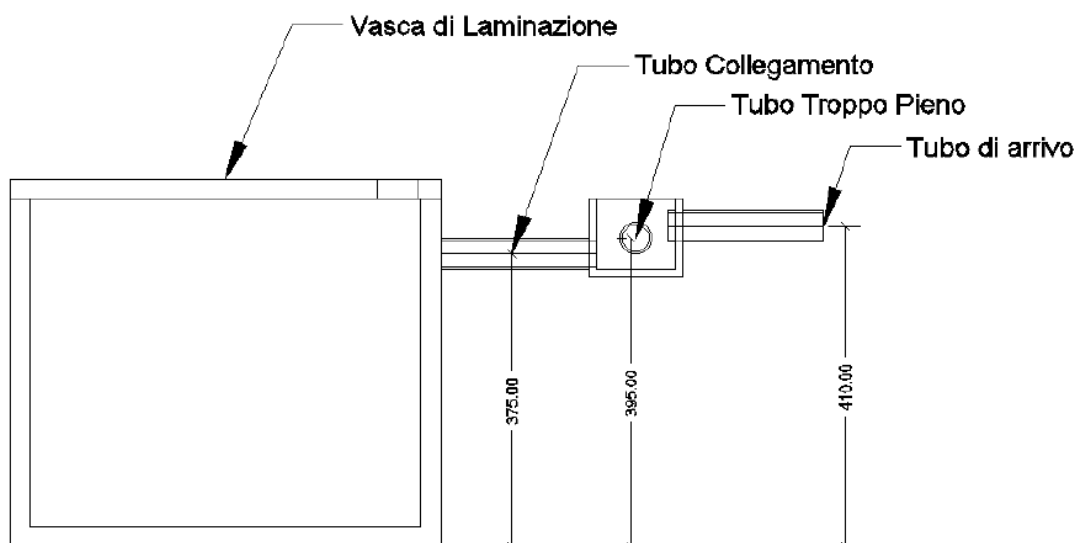


Figura 4. Sezione della vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico

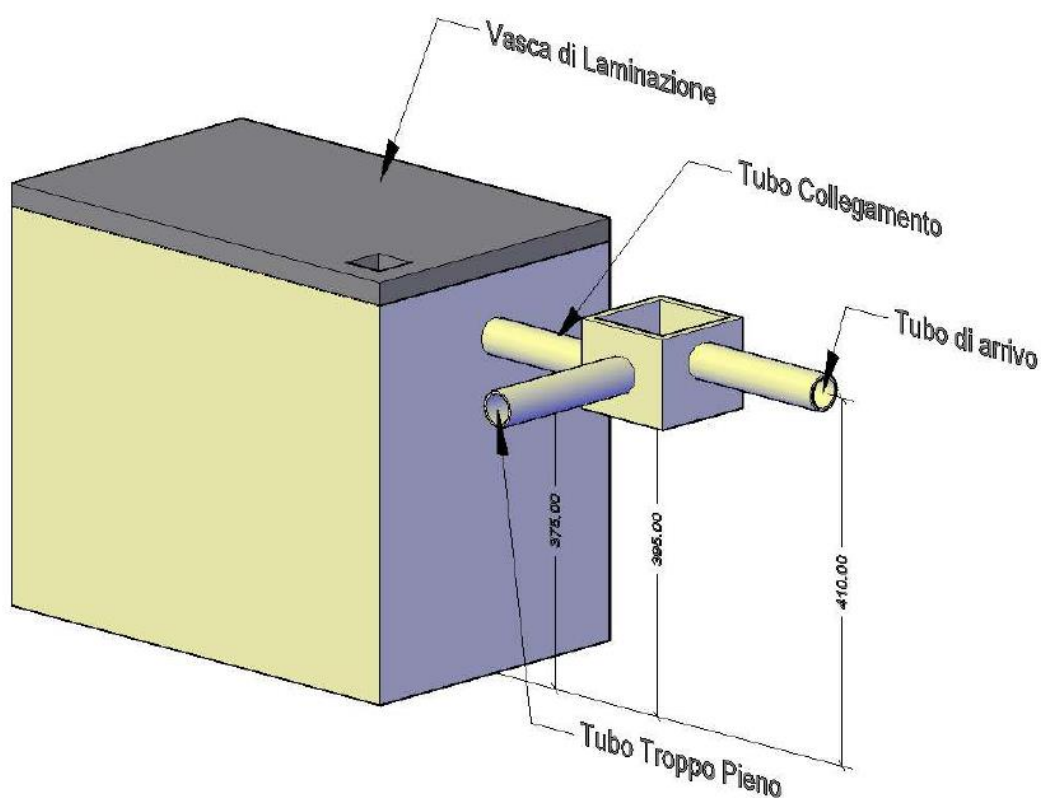


Figura 5. Vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico

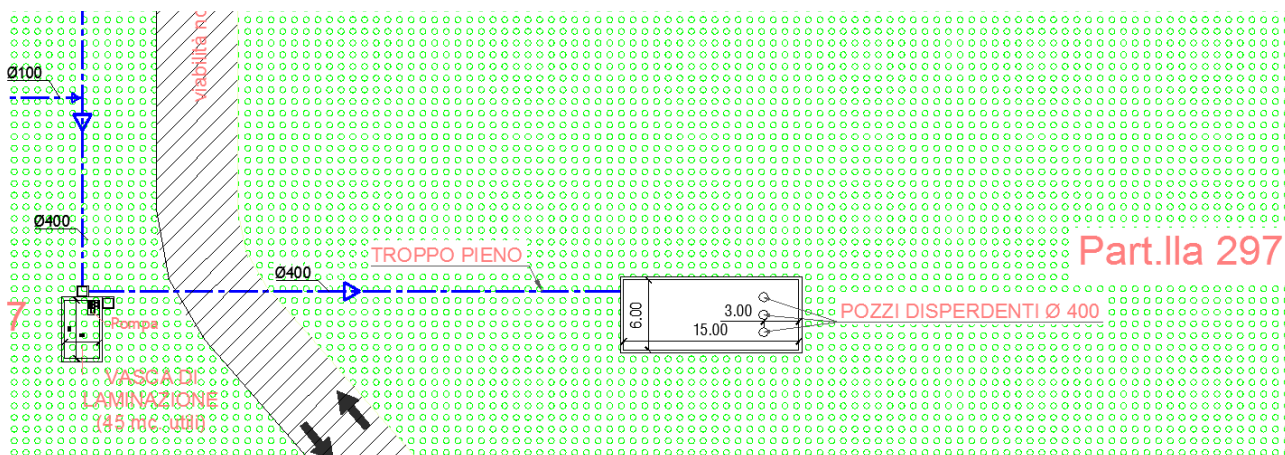


Figura 6. Dettaglio planimetrico relativo alla vasca di laminazione esistente e alla vasca disperdente

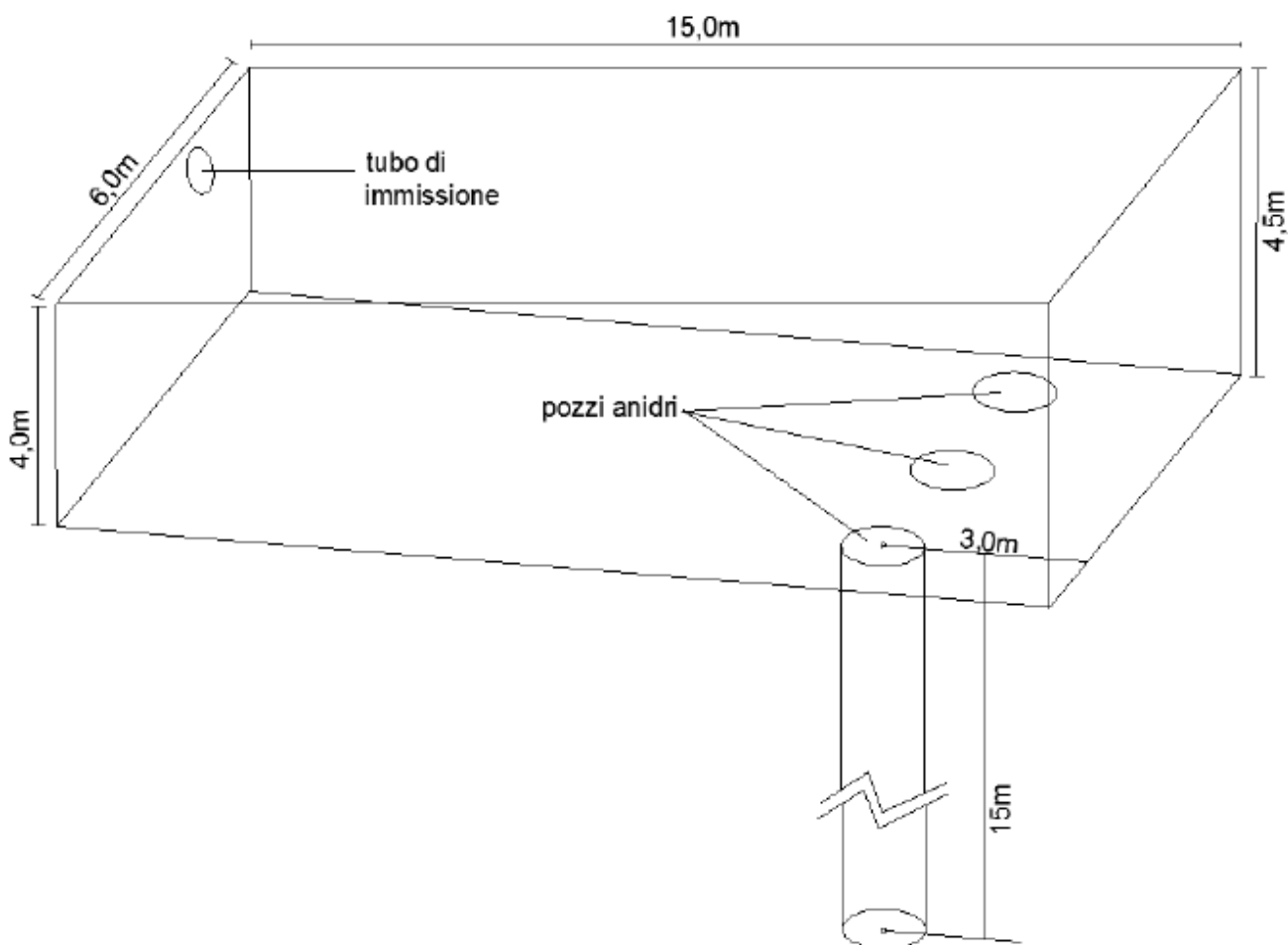


Figura 7. Dettaglio della vasca disperdente

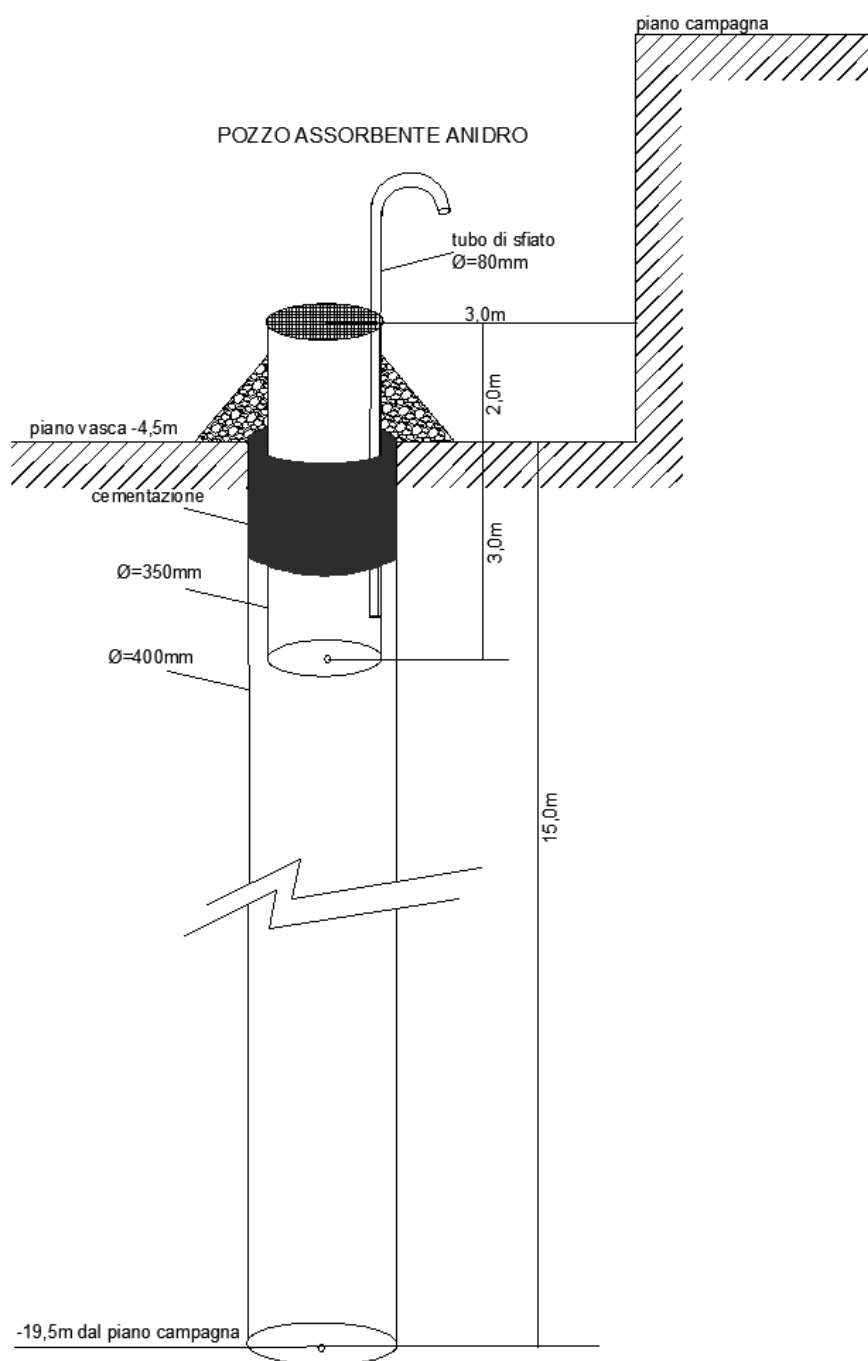


Figura 8. Dettaglio singolo pozzo disperdente anidro

Il sistema di drenaggio e di scarico delle acque meteoriche nel suolo e sottosuolo esistente (ante operam) è osservabile nell'elaborato grafico TAV_8.0 e schematizzato nella figura seguente.

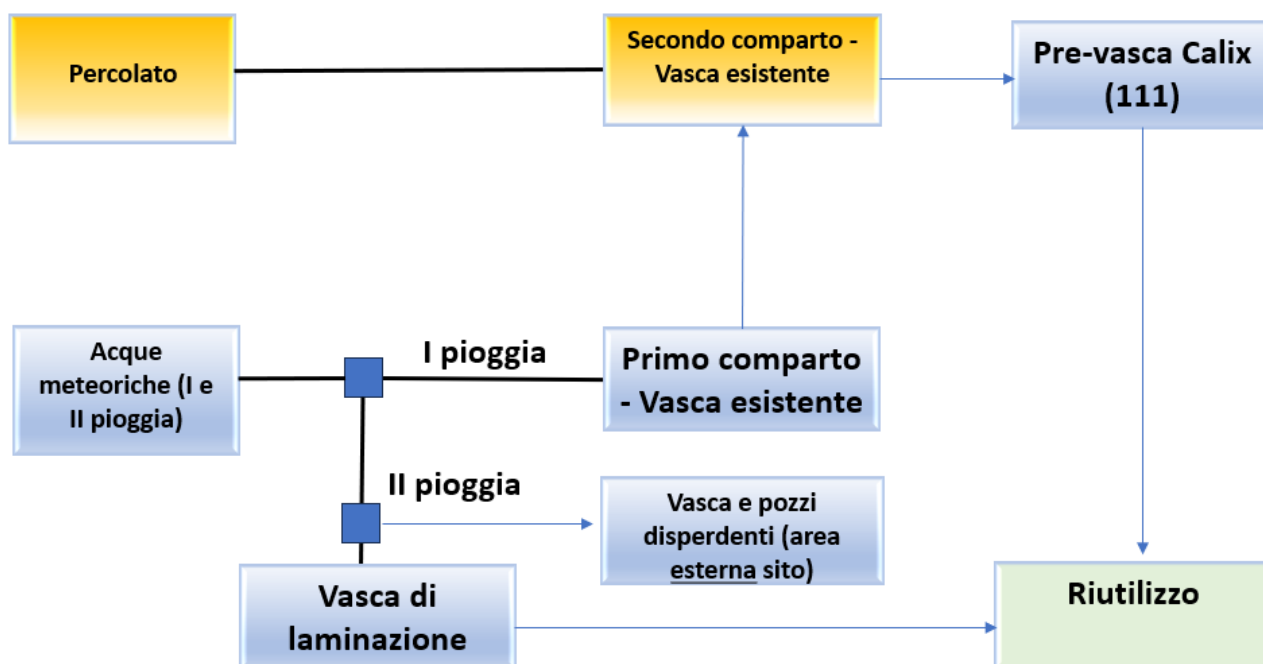


Figura 9. Diagramma a blocchi sistema di gestione esistente (ante operam)

Si precisa, infine, che in accordo a quanto espressamente indicato nel R.R. citato in precedenza, è attualmente previsto il riutilizzo nel processo produttivo sia delle acque meteoriche di prima pioggia, che del percolato, in modo da garantire una diluizione della concentrazione della sostanza secca. Ciò facilita sia la miscelazione del digestato tal quale, sia la gestione agronomica della frazione liquida (la minore presenza di solidi in sospensione riduce sostanzialmente il fenomeno dell'imbrattamento fogliare), sia la concentrazione dei nutrienti, che aumenta la stabilità del processo di digestione anaerobica.

Di fatto il sistema attualmente adottato rende possibile ridurre il fabbisogno d'acqua per la diluizione fino a zero. L'unico fabbisogno d'acqua pulita è legato ai sistemi antincendio, ai servizi igienici e alla pulizia. Si tratta, comunque, di fabbisogni piuttosto ridotti, visto che all'impianto è operativo un unico addetto per turno e le pulizie sono effettuate soltanto in casi particolari, come ad esempio in caso di fuoriuscita di digestato da un'autobotte, etc.. Il fabbisogno stimato ammonta ad un massimo di 500 m³/anno.

3.2 Sintesi sistema gestione acque meteoriche di progetto (post operam)

La gestione delle acque meteoriche in progetto, a valle della riconversione a biometano dell'attuale impianto di digestione anaerobica di biomasse ubicato a Surbo, prevede:

- l'impiego dell'attuale sistema di drenaggio e trattamento delle acque meteoriche;
- la realizzazione di una nuova vasca assorbente, senza stoccaggi intermedi, e dei pozzi disperdenti, all'interno dell'area di impianto, dismettendo i dispositivi attualmente impiegati (vasca di laminazione, vasca di dispersione). Tale scelta deriva dalla volontà di prevedere lo scarico di tutte le acque meteoriche nel suolo sottosuolo in un punto interno all'area di proprietà;
- la realizzazione di una nuova rete di drenaggio delle acque meteoriche (prima e seconda pioggia) dilavanti le future aree pavimentate, così come espressamente richiesto dagli Enti, comprensiva

del sistema di rilancio delle prime piogge alla pre-vasca Calix, per successivo riutilizzo all'interno, e di by-pass idraulico, mediante nuovo pozzetto scolmatore, delle seconde piogge, che saranno raggiungeranno per gravità la vasca disperdente in progetto;

- la realizzazione di un nuovo impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia, che dilaveranno la viabilità interna pavimentata richiesta dagli Enti.

Il sistema di drenaggio e di scarico delle acque meteoriche nel suolo e sottosuolo in progetto è osservabile nell'elaborato grafico TAV_10.0 e schematizzato nel diagramma a blocchi seguente (TAV_12.0).

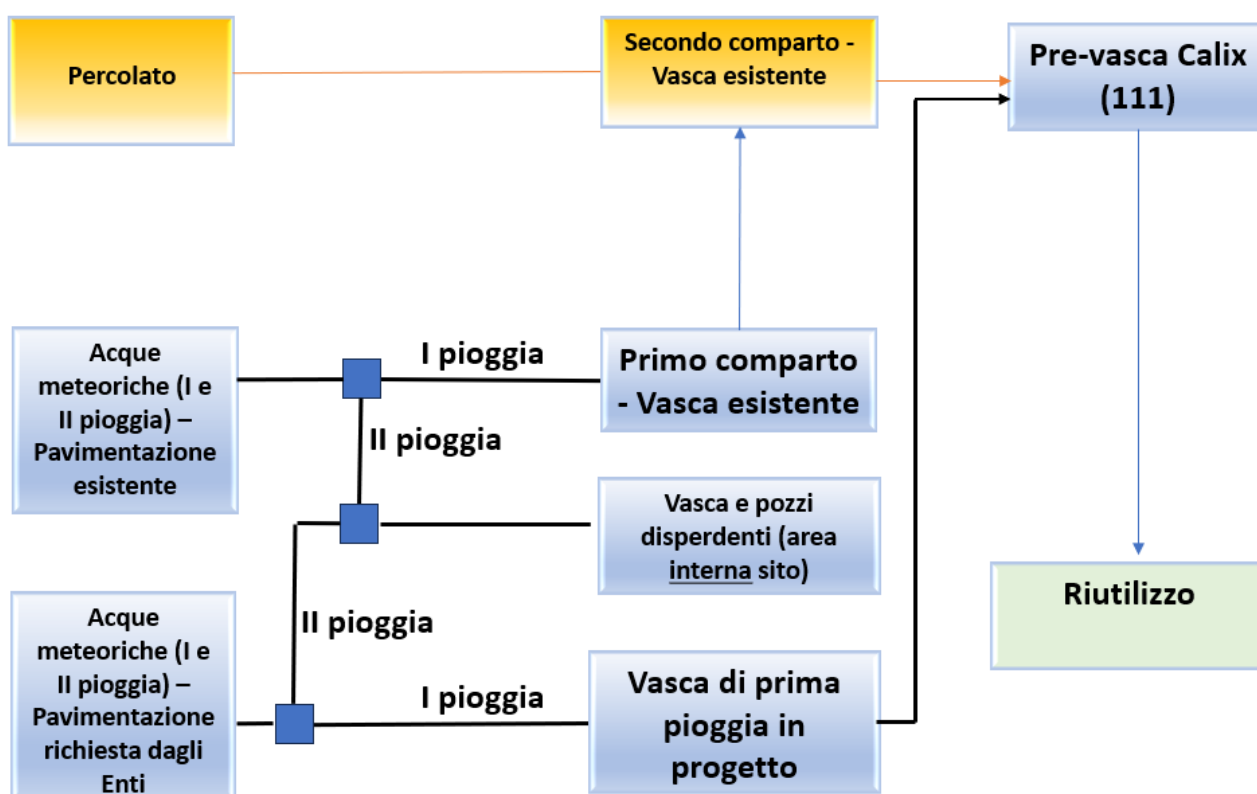


Figura 10. Diagramma a blocchi sistema di gestione in progetto (post operam)

4. DATI DI INPUT

Nel seguente capitolo sono riportati i dati di input necessari sia al dimensionamento/verifica degli impianti di prima pioggia, sia al dimensionamento dei pozzi disperdenti.

4.1 Definizione delle aree colanti

La definizione delle aree colanti è stata eseguita sulla base layout di progetto. Nello specifico:

- la superficie impermeabile esistente ha un'estensione pari a 5.562 m² (trincee);
- la superficie impermeabile, legata alla realizzazione della viabilità interna, avrà un'estensione pari a circa 1.585 m² (viabilità);
- la superficie pavimentata richiesta dagli Enti, in quanto interessata dal transito di automezzi, avente un'estensione pari a 857 m² (area di manovra/viabilità).

Le aree impermeabili sono osservabili nell'elaborato grafico TAV_9.0.

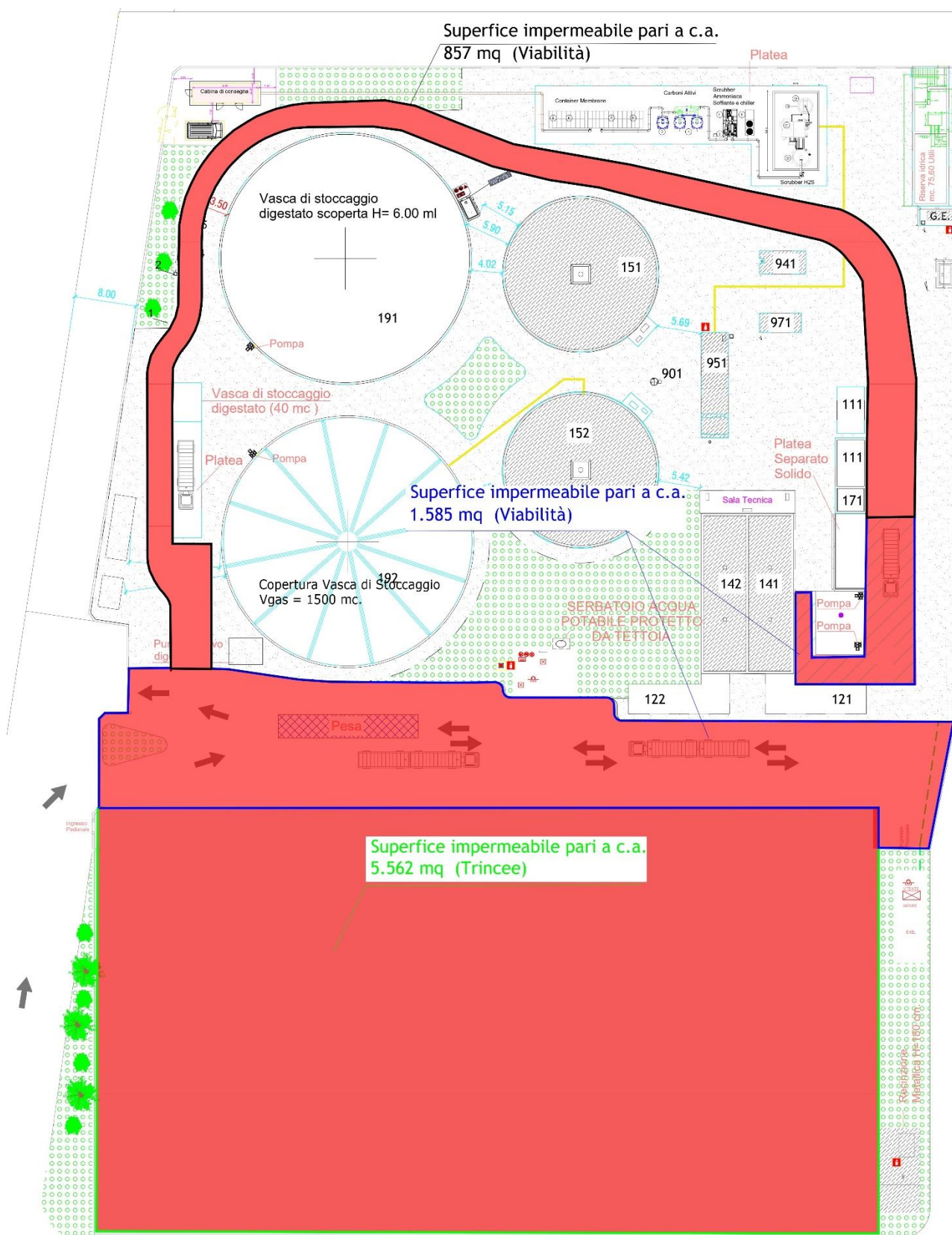


Figura 11. Aree colanti

4.2 Definizione coefficiente di deflusso

Il valore del coefficiente di afflusso può essere ricavato dalla seguente tabella in funzione del tipo di superficie e del periodo di ritorno che, nel caso in esame, è stato fissato in 10 anni.

Tipo di superficie	Periodo di ritorno T						
	2	5	10	25	50	100	200
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Calcestruzzo, tetti	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Coltivazioni (i = 0 ÷ 2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Coltivazioni (i = 2 ÷ 7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Coltivazioni (i > 7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pascoli (i = 0 ÷ 2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pascoli (i = 2 ÷ 7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pascoli (i > 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Boschi (i = 0 ÷ 2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Boschi (i = 2 ÷ 7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Boschi (i > 7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Tabella 1. Coefficienti di afflusso

Data la ridotta estensione dei bacini impermeabili colanti, costituiti da pavimentazione in asfalto, e al fine di adottare un approccio conservativo, si è considerato un coefficiente di afflusso pari a 0,9.

4.3 Definizione del tempo di corrivazione

La determinazione del tempo di corrivazione t_c , relativamente alla rete di drenaggio, è stata effettuata mediante misurazione in ambiente CAD del percorso idraulicamente maggiore operato dalle acque meteoriche rispetto alla sezione di chiusura. Il tempo di corrivazione è stato determinato mediante la seguente relazione:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui:

- t_a rappresenta il tempo di accesso alla rete, di incerta determinazione e dell'ordine di 5-15 minuti;
- t_r è il tempo di rete, dipendente dalle velocità nei tratti, che sono quelle di moto uniforme considerando l'effettivo grado di riempimento in funzione della portata (al momento incognita), ed è somma dei tempi di percorrenza nei tratti a monte della sezione di chiusura seguendo il percorso più lungo della rete di drenaggio prevista secondo la seguente relazione:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

Data l'incognita legata alla velocità, dipendente dal grado di riempimento e dalla portata, è stato fissato inizialmente un tempo di rete t_r , calcolato per una velocità pari a 2 m/s. Considerata la lunghezza del tratto precedentemente citato, misurata in ambiente CAD, pari a circa 5577 metri e corrispondente al nuovo tratto di rete in progetto, si avrà dunque:

$$t_c = t_a + t_r = 2 + 46 = 48 \text{ minuti} = 0,8 \text{ ore}$$

4.4 Dati pluviometrici

4.4.1 Introduzione

La definizione dei dati pluviometrici di riferimento è consistita nella determinazione della intensità dell'evento meteorico, che sarà ipotizzata all'origine del fenomeno di piena, utilizzando la metodologia del

progetto VAPI (VALutazione PIene) sviluppato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche [CNR, 1994] che ha per obiettivo la regionalizzazione delle piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei.

Sul territorio italiano la rete dei pluviometri registratori è molto più rada di quella che include anche i pluviometri ordinari e, benché questi ultimi vengano gradualmente sostituiti con apparecchi registratori, gran parte dell'informazione pluviometrica del passato è purtroppo fornita da pluviometri ordinari. D'altra parte, per l'accidentata morfologia del territorio italiano le caratteristiche pluviometriche sono molto variabili nello spazio. Inoltre, le singole serie pluviografiche hanno spesso una durata limitata e sono poco attendibili per le elaborazioni statistiche. La regionalizzazione delle piogge mira a superare questi limiti, utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

4.4.2 Legge di pioggia

Per la determinazione del regime pluviometrico dell'area di studio e della relativa curva di possibilità pluviometrica (CPP) si è fatto riferimento alla metodologia del Progetto Va.Pi, metodologia di riferimento delle N.T.A. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia.

L'analisi pluviometrica è stata dunque svolta sulla base dell'Analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 24 ore. Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987) in cui per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello è stato fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

Il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia dal punto di vista dell'approccio pluviometrico, sulla base dei risultati ottenuti è stato pertanto suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica.

L'area in cui ricade l'intervento in oggetto è nella sottozona omogenea A6 della Puglia meridionale, da cui risulta la seguente equazione determinante la CPP:

$$h(t,z) = a T_c^n = 33,70 T_c^{0,149}$$

Dove:

- $h(t,z)$ = Altezza della pioggia (mm) per fissata durata t e quota z ;
- T_c = durata dell'evento meteorico (ore).

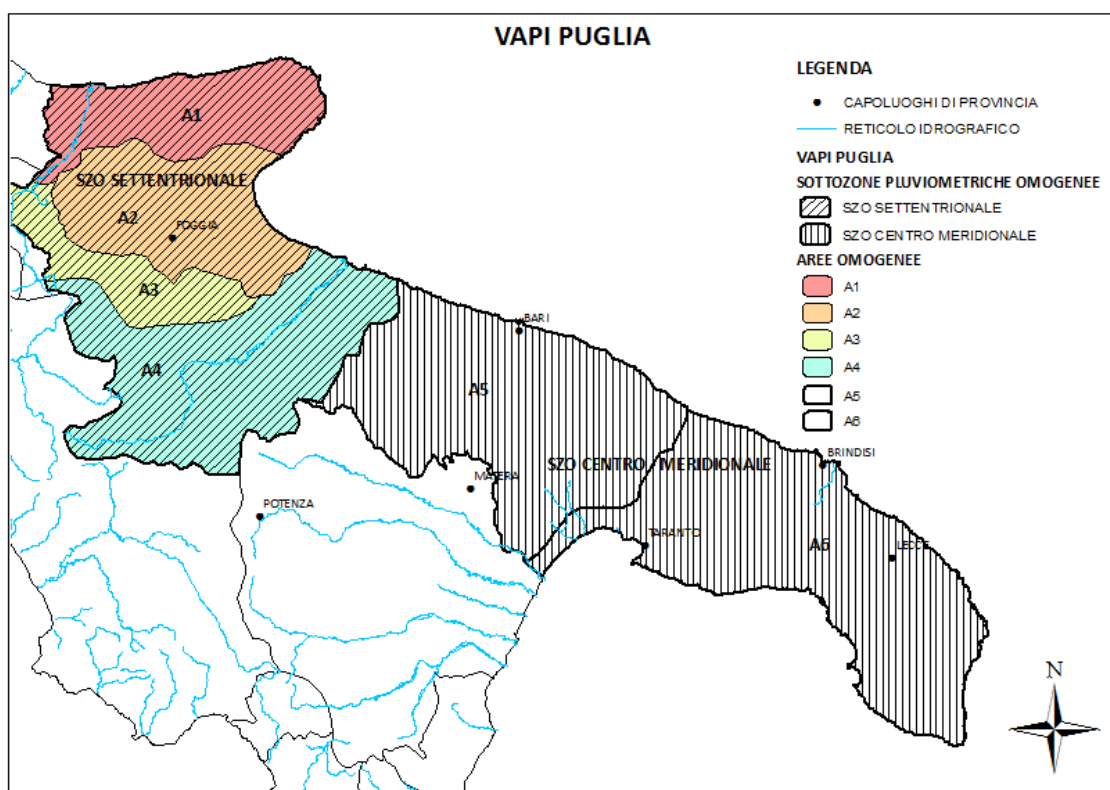


Figura 12. Cartografia sottozone omogenee Va.Pi. Puglia

La Curva di Possibilità pluviometrica permette di stimare le altezze di precipitazione relative ad eventi pluviali con durate superiori ad 1h, in quanto i parametri di tale equazione vengono ottenuti mediante l'analisi di eventi pluviometrici di lunga durata ($t > 60$ minuti).

Nel caso di eventi brevi ($t < 60$ minuti) è possibile stimare le altezze di precipitazione mediante la legge di Bell:

$$h_{t,T}/h_{60,T} = (t/60)^s$$

Dove:

- $h_{60,T}$ = Altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 min e fissato T;
- s = coefficiente dipendente dalla regione in esame, per la Puglia assunto pari a 0,227.

A tali altezze di precipitazione vanno applicati inoltre coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di Riduzione Areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in kmq, e della durata dell'evento di progetto espressa in ore).

T	5	10	20	30	40	50	100	500	1000
K_T	1.26	1.53	1.82	2.00	2.13	2.23	2.57	3.38	3.73

Figura 13. Valori di K_T Puglia Centro Meridionale

Nel caso in cui si debba condurre uno studio idrologico in un'area estesa, la precipitazione deve essere ragguagliata alla superficie del bacino idrografico considerato per tener conto del fatto che la precipitazione, calcolata come descritto in precedenza, è un valore puntuale e quindi va opportunamente ridotta di un valore (Fattore di Riduzione Areale) che dipende dall'estensione dell'area studiata e dalla durata dell'evento. Per quanto concerne il Fattore di Riduzione Areale K_A :

$$K_A = 1 - (1 - e^{-0.0021A}) \cdot e^{-0.53d^{0.25}}$$

Tale fattore di correzione è stato trascurato nel contesto di progetto in quanto il bacino idrologico di riferimento risulta di estensione limitata.

Di seguito si riporta un prospetto riepilogativo dei parametri idrologici e pluviometrici relativi all'area di progetto appartenente alla sottozona omogenea A6 del Va.Pi.

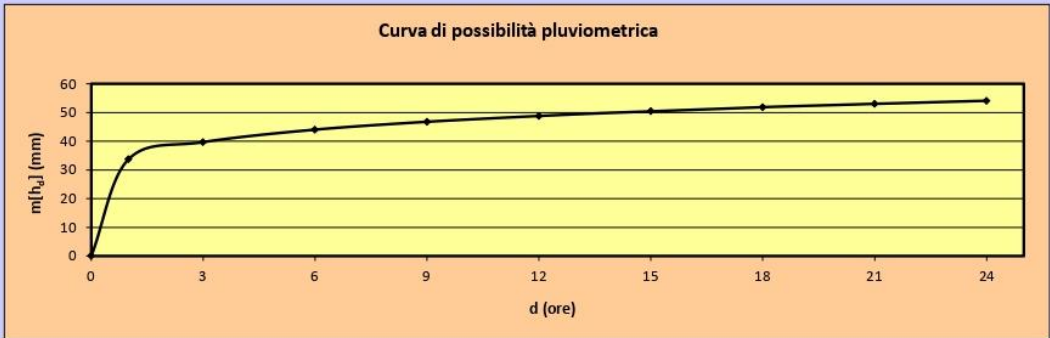
Caratteristiche Bacino													
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)				Puglia Centro - Meridionale				ESEGUI					
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)				Area 6				APRI IMMAGINE SZO					
Definire l'area e la quota del bacino idrografico													
A (Kmq) =		1		kmq		Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.							
Z (m s.l.m.) =		1		m s.l.m.									
Calcolo del fattore di crescita													
d (ore)		0,8											
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE		$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\Lambda_2 K_T} - \Lambda_3 \Lambda_1^{1/\alpha} e^{-\Lambda_4 K_T / \alpha})}$				Valida per tutti i compartimenti		$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \mathcal{E})\right]^{1/k}\right\}}$				Valida solo per Italia Nord Occidentale	
T (anni)		10											
K _T (giornaliere)		1,52											
T (anni)		2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000		
K _T (giornaliere)		0,89	1,25	1,52	1,99	2,23	2,56	2,91	3,11	3,37	3,73		
Calcolo della pioggia indice													
Parametri		a (mm/ora)		n(Z)									
		33,70		0,149									
m(h _d) = a · d ^{n(z)} =		32,60		mm									
Calcolo del fattore di riduzione areale													
ARF [1] = 1 - e ^(-1.1d^{1/4}) + e ^(-1.1d^{1/4}-0.01A)				ARF [2] = 1 - (1 - e ^(-c₁A)) e ^{(-c₂/d^{c₃)}}				ARF [3] = a + (1 - a) e ^(-b/A)					
Parametri		c ₁		c ₂		c ₃							
		0,0021		0,53		0,25							
ARF [2]		1,00											
Massima altezza di pioggia annuale													
T (anni)		10											
h _d (T,d) (mm)		49,58											
T (anni)		2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000		
h _d (T,d) (mm)		29,04	40,78	49,58	64,80	72,48	83,40	94,67	101,37	109,87	121,46		
Curva di possibilità pluviometrica													
d (ore)		0	1	3	6	9	12	15	18	21	24		
m[h _d] (mm)		0,00	33,70	39,69	44,01	46,75	48,80	50,45	51,84	53,04	54,11		
													

Figura 14. Parametri pluviometrici relativi all'area di progetto appartenente alla sottozona omogenea A6 del Va.Pi.

La conseguente intensità di pioggia $i(t,T)$ per $t=t_c$ è determinata tramite la relazione:

$$i(t,T) = \frac{h_{t,T}}{t}$$

in cui:

- $i(t,T)$ = intensità di pioggia [mm/h];
- $h(t,T)$ = altezza di precipitazione probabile su superficie orizzontale e impermeabile [mm];
- t = durata dell'evento [ore], posto uguale al tempo di corrivazione;
- T = tempo di ritorno [anni].

Si riporta nella successiva tabella il prospetto riepilogativo della $i(t,T)$ determinata per un tempo di ritorno di 10 anni e una durata dell'evento di 0,8 ore.

Tr (anni)	a(T)	n	h (t,T) (mm)	i(t,T) (mm/h)
10	33,7	0,149	32,59	49,58

Tabella 2. Valori di intensità di precipitazione in funzione del tempo di ritorno

5 VERIFICA E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI IN PROGETTO

8.1 Verifica dimensionamento impianto

Come indicato nel Regolamento Regionale, i cui aspetti principali sono sintetizzati nel Capitolo 2, e vista l'estensione delle aree impermeabili oggetto di studio, per prima pioggia si devono considerare i primi 5 mm dell'evento piovoso.

La superficie impermeabile esistente ha un'estensione pari a ca. 7.147 m², di cui:

- 5.562 m² trincee di biomassa;
- 1.585 m² viabilità.

Pertanto, assumendo un coefficiente di afflusso pari a 0,9, il volume di acqua di prima pioggia che dovrà essere raccolto e trattato, mediante grigliatura e dissabbiatura, è dato dalla seguente formula.

$$V_{\text{prima pioggia}} = S \text{ (m}^2\text{)} * C_{\text{off afflusso (adim.)}} * h \text{ (m)} = 7147 \text{ m}^2 * 0,9 * 0,005 \text{ m} = 32,16 \text{ m}^3$$

Dove:

- $S = 7147 \text{ m}^2$;
- $C_{\text{off afflusso}} = 0,9$;
- $h = 0,005 \text{ m}$ (altezza prima pioggia).

L'attuale vasca di trattamento esistente, che presenta nel relativo comparto le seguenti caratteristiche geometriche:

- lunghezza pari a 2,1 m;
- larghezze pari a 6,5 m;
- altezza pari a 2 m;

consente di accumulare e trattare (sedimentazione) un volume pari a 27,3 mc.

Si precisa tuttavia che delle n. 5 trincee esistenti, aventi ciascuna una superficie pari a circa 1115 m², almeno una è sempre in uso. Pertanto, il volume necessario per le prime piogge è di fatto pari a:

$$V_{\text{prima pioggia}} = S \text{ (m}^2\text{)} * C_{\text{off afflusso}} \text{ (adim.)} * h \text{ (m)} = (7147 \text{ m}^2 - 1115 \text{ m}^2) * 0,9 * 0,005 \text{ m} = 27,14 \text{ m}^3$$

Tale vasca è attualmente dotata della possibilità d'avviare:

- le acque meteoriche della seconda pioggia (dopo 15 minuti) direttamente alla vasca di laminazione esistente;
- le acque di prima pioggia entro 24 ore alla pre-vasca Calix, per successivo riutilizzo.

Nella vasca di prima pioggia esistente vengono quindi raccolte le acque meteoriche provenienti:

- dalla viabilità interna interessata dal trasporto delle biomasse, dagli stoccaggi all'impianto e della fase solida dalla platea di stoccaggio intermedio allo stoccaggio finale;
- dalle trincee scoperte e cioè prive di biomassa.

Quanto sopra riportato è effettuato grazie all' "Autorizzazione all'Immissione ai sensi dell'Art. 113 del D.lgs. 152/2006 e Art. 4 del Decreto del Commissario Delegato N° 282/CD/A del 21.11.03" Determinazione N. 236 del 17/09/2013 Prot. Gen. N° 1850 del 18/09/2013.

8.2 Dimensionamento impianto di futura realizzazione

Data l'esplicita richiesta degli Enti di realizzare delle nuove superfici impermeabili, in corrispondenza del transito dei mezzi, aventi un'estensione pari a circa 857 m², risulta necessario procedere ad dimensionamento e alla realizzazione di una seconda vasca di raccolta delle acque meteoriche di prima pioggia.

Pertanto, assumendo un coefficiente di afflusso pari a 0,9, il volume di acqua di prima pioggia che dovrà essere raccolto e trattato è dato dalla seguente formula.

$$V_{\text{prima pioggia}} = S \text{ (m}^2\text{)} * C_{\text{off afflusso}} \text{ (adim.)} * h \text{ (m)} = 957 \text{ m}^2 * 0,9 * 0,005 \text{ m} = 4,30 \text{ m}^3$$

Dove:

- $S = 957 \text{ m}^2$;
- $C_{\text{off afflusso}} = 0,9$;
- $h = 0,005 \text{ m}$ (altezza prima pioggia).

Il volume necessario all'accumulo e al trattamento delle acque di prima pioggia è pari a 4,3 m³. Visto quanto sopra si prevede la realizzazione di una vasca avente le seguenti dimensioni:

- lunghezza pari a 3,25 m;
- larghezze pari a 1,00 m;
- altezza pari a 2,00 m;

che consente di accumulare e trattare (sedimentazione) un volume pari a circa 6,5 m³.

La vasca esistente, di cui al paragrafo precedente, e quella di futura realizzazione consentono il trattamento delle acque meteoriche mediante grigliatura e dissabbiatura, in accordo a quanto espressamente previsto nel R.R., ovvero:

Le acque di prima pioggia provenienti dalle superfici scolanti impermeabilizzate di insediamenti industriali, artigianali, commerciali e di servizio, localizzati in aree sprovviste di fognatura separata e non ricadenti nelle fattispecie disciplinate al Capo II del Regolamento, sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna e sottoposte ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura, prima del loro scarico nei recapiti finali

6 DIMENSIONAMENTO POZZI DISPERDENTI

Il dimensionamento del sistema di infiltrazione viene eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema con la capacità d'infiltrazione del terreno.

Tale confronto può essere espresso con l'equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti nel mezzo filtrante. L'equazione differenziale di continuità risulta essere la seguente:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t) / dt$$

in cui:

- $Q_e(t)$ è la portata, nota o predeterminata, in ingresso ai sistemi filtranti all'istante generico (t); essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa;
- $Q_u(t)$ è la portata in uscita; essa è, in generale, variabile nel tempo e dipende dalle caratteristiche geometriche dei pozzi e dalle condizioni di permeabilità del circostante terreno;
- $W(t)$ è il volume invasato nei pozzi all'istante t.

La legge d'efflusso che governa l'uscita dai pozzi è la seguente:

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

Nel nostro caso il volume di acqua che entra nei pozzi, per effetto di una pioggia di durata t sarà pari a:

$$W_e = S * \varphi * a * \theta_n$$

dove:

- φ è il coefficiente di afflusso costante;
- a, n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica;
- S è la superficie impermeabile;
- θ la durata dell'evento meteorico.

Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,90.

Nello stesso periodo tempo il volume uscito pozzi sarà pari a:

$$W_u = Q_u * \theta$$

La capacità d'infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione attraverso la relazione di Darcy:

$$Q_f = k \times J \times A$$

con:

- Q_f = portata infiltrata [m^3/s]
- k= coefficiente di permeabilità [m/s]

- J = cadente piezometrica [m/m]
- A_f = superficie netta d'infiltrazione considerata

Nel nostro caso, considerando i soli sistemi filtranti, $Q_f = Q_u$.

La valutazione del volume statico filtrante è stata condotta sulla base di determinate ipotesi di tipo geologico, basandosi relazione idrogeologica di supporto alla progettazione, ovvero:

- "RELAZIONE IDROGEOLOGICA SUI TERRENI (F°7 part.IIIa 129) CHE SARANNO INTERESSATI DALLA COSTRUZIONE DI UN IMPIANTO DI BIOGAS", redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano;
- "RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA", redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis.

Il sottosuolo è composto da calcareniti e calcari caratterizzati da una permeabilità variabile in funzione dello stato di fatturazione. Nello specifico i test eseguiti hanno evidenziato i seguenti risultati:

- Prove in foro (Lefranc):
 - P1: $4,5 \cdot 10^{-5}$ m/s (fondo foro 3,2)
 - P2: $1,1 \cdot 10^{-4}$ m/s (fondo foro 10,6)
- Pozzetti:
 - P1: $4,0 \cdot 10^{-5}$ m/s
 - P2: $4,3 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Prove:
 - Permeabilità: $4,59 \cdot 10^{-7}$ m/s (base vasca drenante)

Operando a favore di sicurezza si decide di assumere quale coefficiente di permeabilità K , il valore medio tra i predetti valori, e pertanto si assumerà:

$$K = 4,76 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Per i pozzi disperdenti, la portata Q_f può essere calcolata anche con la formula di Sieker (1984) dove la precedente formula di Darcy assume l'espressione:

$$Q_f = K \left(\frac{L + z}{L + z/2} \right) A_f$$

Dato che K è la permeabilità derivante dalle indagini dirette, mentre il termine fra parentesi rappresenta la cadente in cui compare:

- z è l'altezza dello strato drenante del pozzo;
- L è il dislivello fra il fondo del pozzo ed il sottostante livello di falda;
- A_f è l'effettiva area drenante del pozzo, assunta come un anello di larghezza $z/2$ attorno alla base del pozzo. Non si considera la base drenante del pozzo, per tenere conto della sua possibile occlusione.

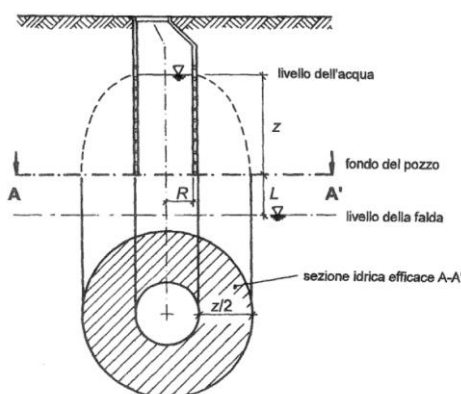


Figura 15. Parametri pozzo

Nel nostro caso si suppone la realizzazione di pozzi perdenti aventi le seguenti caratteristiche:

- Diametro del pozzo = 400 cm
- Altezza complessiva del pozzo = 1700 cm
- Altezza z della porzione drenante = 1450 cm
- Dreno attorno a pozzo = 300 cm

Pertanto, data la profondità della quota di falda, a circa 8 metri dal fondo del pozzo avremo come cadente piezometrica:

$$J = \left(\frac{L + z}{L + z/2} \right) = \left(\frac{8 + 14,5}{8 + 14,5/2} \right) = 1,475$$

$$A_f = ((d + z/2 + z/2)^2 - (d^2)) \pi / 4 =$$

$$= (((0,4 + (14,5/2) + (14,5/2))^2 - (0,4^2) * \pi) / 4 = 174,15 \text{ m}^2$$

avremo quindi come portata uscente:

$$Q_f = 4,76 * 10^{-5} \text{ m/s} * 174,14 \text{ m}^2 * 1,475 = 0,01223 \text{ m}^3/\text{sec} = 12,23 \text{ l/s}$$

Nel nostro caso prevediamo l'utilizzo di n° 3 pozzi perdenti. Pertanto, la Q_u sarà pari a:

$$12,23 * 3 = 36,69 \text{ l/s}$$

Il Volume invasato ad un dato tempo sarà dunque pari a:

$$W = W_e - W_u = 10 * S * \varphi * a * \theta^n - Q_u * \theta$$

La superficie S , come visto in precedenza presenta una superficie di 8000 m², pari a 0,8000 ha. Stanti i parametri "a" ed "n", definiti al punto precedente, la portata in uscita pari a 36,69 l/s, la formula precedente assume la seguente forma:

$$W = W_e - W_u = 10 * S * \varphi * a * \theta^n - 3,6 Q_u * \theta$$

attraverso il calcolo analitico, dove θ viene espresso in ore (o frazioni di ora), è possibile determinare l'istante (T_0) che massimizza la precedente formula.

Si avrà in particolare:

$$T_0 = \left(\frac{3,6 Q}{10 n S \varphi a} \right)^{\frac{1}{n-1}} = \left(\frac{3,6 * 36,69}{10 * 0,149 * 0,8 * 0,9 * 33,7} \right)^{\frac{1}{0,149-1}} = 0,218 \text{ h}$$

t (ore)	W_e in mc	W_u in mc	W in mc
0	0	0	0
0,1	172,1793409	13,2084	158,9709
0,218	193,3769689	28,794312	164,5827
0,4	211,6785028	52,8336	158,8449
0,67	228,5866092	88,49628	140,0903
0,8	234,706227	105,6672	129,039
1	242,64	132,084	110,556
2	269,0359114	264,168	4,867911
3	285,7883815	396,252	-110,464
4	298,3033368	528,336	-230,033
5	308,3868824	660,42	-352,033
6	316,8782464	792,504	-475,626
7	324,2397452	924,588	-600,348
8	330,7546575	1056,672	-725,917
9	336,6097882	1188,756	-852,146
10	341,9351549	1320,84	-978,905
11	346,8250775	1452,924	-1106,1
12	351,3502631	1585,008	-1233,66
13	355,5651507	1717,092	-1361,53
14	359,5125923	1849,176	-1489,66
15	363,2269535	1981,26	-1618,03
16	366,7362378	2113,344	-1746,61
17	370,0635805	2245,428	-1875,36
18	373,2283266	2377,512	-2004,28
19	376,2468244	2509,596	-2133,35
20	379,1330203	2641,68	-2262,55
21	381,898912	2773,764	-2391,87
22	384,5548996	2905,848	-2521,29
23	387,1100596	3037,932	-2650,82

24	389,5723634	3170,016	-2780,44
48	431,9525052	6340,032	-5908,08

Tabella 3. Definizione volume utile

La dimensione necessaria del volume utile del sistema pozzi, dove il V_{utile} totale è costituito:

- dal volume proprio del sistema di pozzi con la capacità d'immagazzinamento del terreno drenante;
- dal volume della vasca disperdente.

Il sistema di pozzi dovrà pertanto avere un volume drenante di almeno 165,00 m³.

Nel nostro caso ciascun pozzo perdente, andrà riempito attorno con uno spessore di 300 cm di ghiaione, per cui il volume disperdente risulta pari a:

$$V = h_{\text{pozzofiltr}} \times (d_{\text{pozzo}} + 2 * \text{spessore dren})^2 * \pi / 4 = 11,38 \text{ m}^3$$

Onde contenere il previsto volume, si progettano pertanto 3 sistemi di pozzi perdenti, avendo così 11,38 m³ * 3 pozzi = 34,14 m³.

La vasca disperdente in progetto avrà le seguenti dimensioni:

- lunghezza pari a 15,00 m;
- larghezze pari a 6,00 m;
- altezza pari a 4,50 m;

consentendo un volume utile di circa 405 m³

Pertanto, il volume utile in progetto risulta essere pari a circa 439,14 m³ ed è maggiore del volume di invaso derivante dall'evento critico con tempo di corrivazione pari a 0,22 ore, di 165 m³.

7 DETTAGLIO SISTEMA DISPERDENTE (SCARICO)

La vasca assorbente in progetto ha dimensioni analoghe a quella esistente, ovvero:

- lunghezza pari a 15,00 m;
- larghezze pari a 6,00 m;
- altezza pari a 4,50 m;
- inclinazione della superficie di fondo pari a circa 3°.

Al fine di consentire un agevole deflusso delle acque meteoriche, si prevede, come osservabile nella figura seguente, la realizzazione di n. 3 pozzi disperdenti in acciaio.

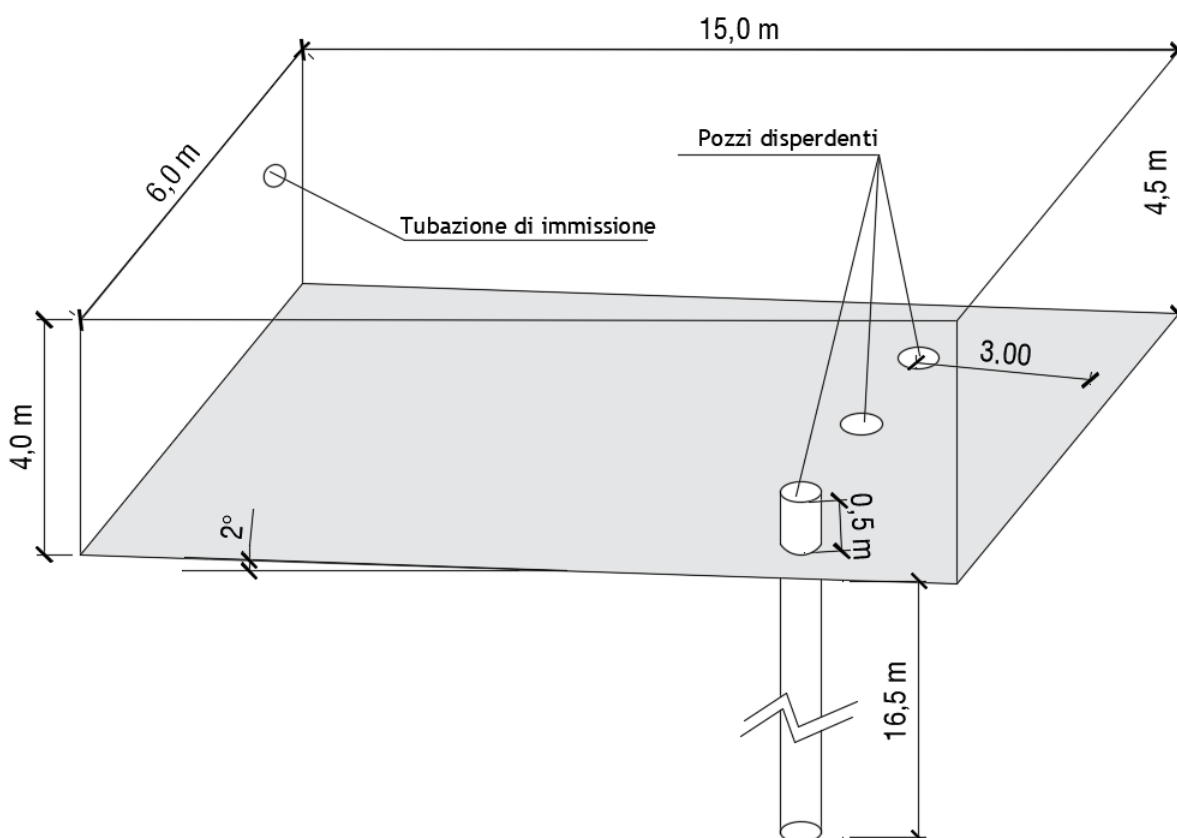


Figura 16. Dettaglio della vasca disperdente

I pozzi avranno le seguenti caratteristiche:

- Diametro del pozzo = 0,400 m;
- Altezza complessiva del pozzo a partire dal fondo della vasca = 17,00 m;
- Altezza complessiva del pozzo = 16,50 m;
- Altezza z della porzione drenante = 14,50 m;
- Dreno attorno a pozzo = 0,300 m.

Tali pozzi anidri saranno allestiti come di seguito indicato:

- la testa tubo sarà installata a circa 0,5 m dal fondo della vasca, che sarà posto a 4,5 m di profondità dal piano campagna attuale, così da evitare l'infiltrazione del materiale più fine che potrebbe, a lungo andare, intasare o ridurre di efficacia il dispositivo di infiltrazione, mantenendo il volume utile necessario;
- in corrispondenza del tratto fuori vasca, sarà posizionato del ghiaietto che di fatto agirà come un filtro, trattenendo il materiale fine sul fondo, che sarà rimosso durante le operazioni di manutenzione;
- i primi 2,0 metri al di sotto del piano della vasca saranno rivestiti con tubo forma in acciaio del diametro di 700 mm, muniti di tubo di sfiato da 80 mm e cementati sulla parte superiore;
- la restante parte sarà completata mediante l'inserimento di ghiaietto, così da agevolare il deflusso delle acque verso l'esterno.

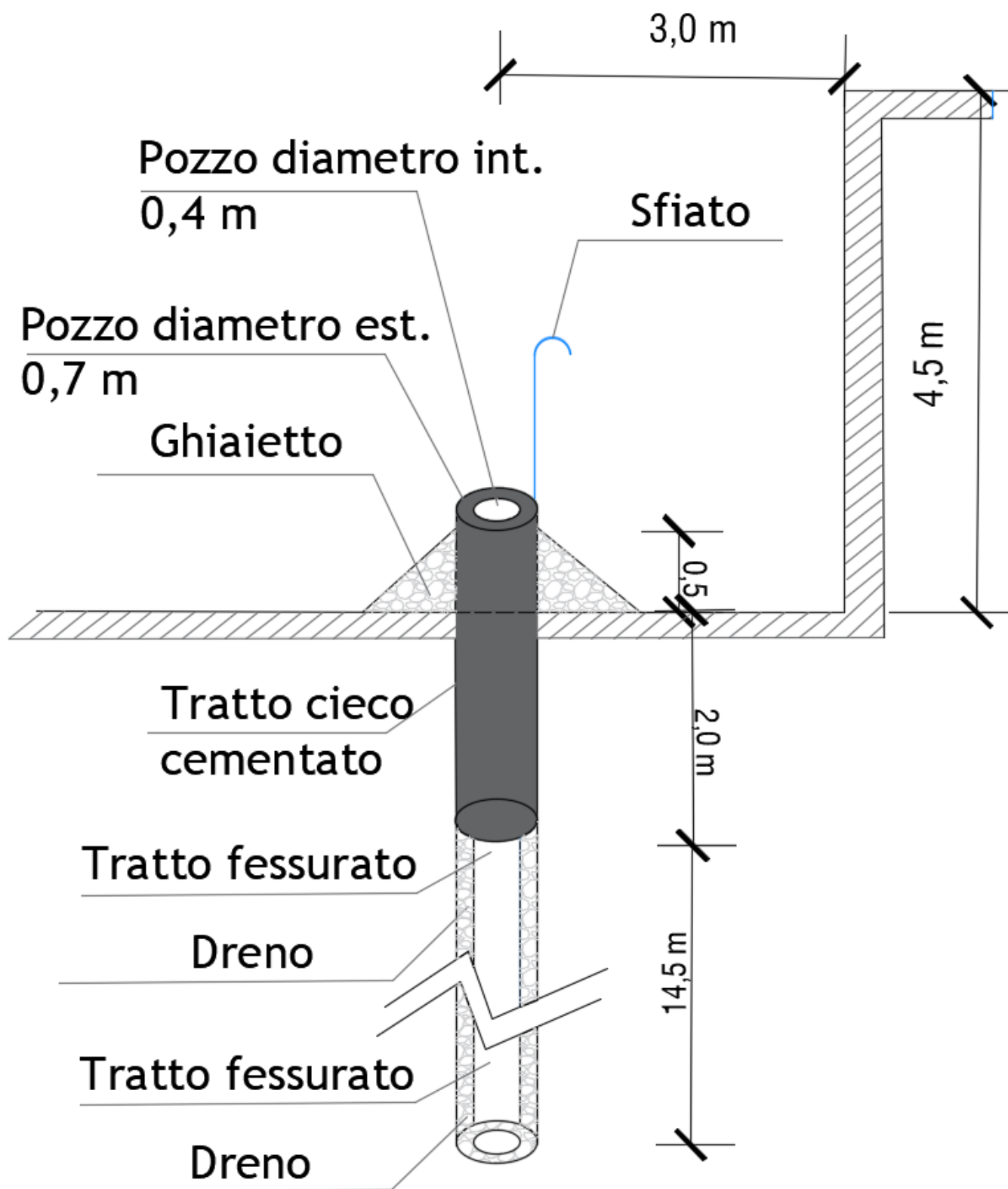


Figura 17. Dettaglio pozzo disperdente

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico denominato TAV_11.0.