



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

DOC_7.0 - Relazione tecnica specialistica sulla gestione delle acque meteoriche

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	18/06/2024	Prima emissione	Dott. E. Martini	Dott. F. Pica	Ing. M. Altemura
01	15/11/2024	Revisione	Dott.A.Morelli	Dott. F. Pica	Ing. M. Altemura

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
3. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE	5
3.1 Sintesi sistema gestione acque meteoriche attuale (ante operam).....	6
3.2 Sintesi sistema gestione acque meteoriche di progetto (post operam)	12
4. DATI DI INPUT.....	13
4.1 Definizione delle aree colanti	13
4.2 Definizione coefficiente di deflusso	15
4.3 Definizione del tempo di corrivazione	15
4.4 Dati pluviometrici.....	15
5 VERIFICA E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI IN PROGETTO	24
6 TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE DI SECONDA PIOGGIA	26
7 DIMENSIONAMENTO TRINCEA DISPERDENTE	32
8 DETTAGLIO SISTEMA DISPERDENTE (TRINCEA)	33

Figure

Figura 1. Gestione acque in trincea	6
Figura 2. Dettaglio impianto di prima pioggia esistente.....	7
Figura 3. Dettaglio planimetrico vasca di laminazione esistente	8
Figura 4. Sezione della vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico	9
Figura 5. Vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico	9
Figura 6. Dettaglio planimetrico relativo alla vasca di laminazione esistente e alla vasca disperdente	10
Figura 7. Dettaglio della vasca disperdente	10
Figura 8. Dettaglio singolo pozzo disperdente anidro	11
Figura 9. Diagramma a blocchi sistema di gestione esistente (ante operam)	12
Figura 10. Diagramma a blocchi sistema di gestione in progetto (post operam)	13
Figura 11. Aree colanti	14
Figura 12. Cartografia sottozone omogenee Va.Pi. Puglia.....	17
Figura 13. Stazione pluviometrica di Lecce della Rete di Monitoraggio Protezione Civile della Regione Puglia rispetto all'impianto	19
Figura 14. Valori di Kt Puglia Centro Meridionale.....	22
Figura 15. Curve di possibilità pluviometrica.....	23

Figura 16. Pozzetto di separazione delle acque di seconda pioggia	26
Figura 17. Layout impianto di trattamento acque di seconda pioggia	28
Figura 18. Sezione longitudinale impianto di dissabbiatura/disoleazione.....	29
Figura 19. Pianta della vasca in c.a.v dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione	30
Figura 20. Pianta della copertura carrabile dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione	30
Figura 21. Dettagli geometrici e misure dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione	31
Figura 22. Dettagli tecnici generali dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione.....	31
Figura 23. Layout ed ubicazione trincea disperdente	34
Figura 24. Verifica idraulica tubazione drenante a gravità	36
Figura 25. Profilo longitudinale della trincea disperdente.....	37
Figura 26. Tipologico di sezione della trincea disperdente.....	37
Figura 27. Tubazione drenante	38
Figura 28. Geotessile Tessuto non Tessuto (TNT).....	39
Figura 29. Materiale drenante di riempimento – ghiaia media	39

Tabella

Tabella 1. Coefficienti di afflusso.....	15
Tabella 2. Parametri delle curve di 3° livello – Sottozone 5 e 6	18
Tabella 3. Precipitazioni totali mensili-annue - Stazione pluviometrica di Lecce	20
Tabella 4. Precipitazioni di massima intensità e breve durata - Stazione pluviometrica di Lecce	21
Tabella 5. Valori di intensità di precipitazione in funzione del tempo di ritorno	23

Tavole

TAV_8.0 - Planimetria rete fognaria (impianto esistente)

TAV_9.0 - Planimetria aree colanti

TAV_10.0 - Planimetria della rete fognaria, impianto di trattamento AMSP e ubicazione della trincea disperdente – Stato di progetto

TAV_11.0 - Dettagli impianto di trattamento AMSP e trincea disperdente – Stato di progetto

TAV_12.0 - Diagrammi 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 Quadrivium 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 della trincea disperdente, integrando la documentazione autorizzativa trasmessa, come richiesto dalla Provincia di Lecce con nota prot. n.2732/24 del 22/01/24.

Inoltre, la presente relazione tecnica, recepisce le richieste di modifiche formulate dalla Provincia di Lecce nel Verbale della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 25.07.2024, ottemperando alle specifiche prescrizioni in merito alla gestione, trattamento e scarico delle acque meteoriche, in particolare:

"Infatti la soluzione progettuale per la raccolta e trattamento delle acque meteoriche derivanti dalle nuove superfici impermeabili non prevede il trattamento di dissabbiatura e disoleazione delle acque di seconda pioggia prima di essere inviate in trincea disperdente. Tuttavia, poiché la gestione delle acque meteoriche per il caso de quo deve seguire i dettami del Capo II, è necessario che le acque di seconda pioggia siano sottoposte a trattamento di dissabbiatura e disoleazione prima di essere disperse al suolo. Inoltre, prima di essere avviate in trincea devono essere controllate qualitativamente mediante campionamento da effettuarsi in corrispondenza di un pozzetto di ispezione posto tra la vasca di disoleazione e la stessa trincea."

"Per quanto riguarda quest'ultima, è opportuno che sia individuata un'alternativa allo scarico mediante pozzi disperdenti che espongono la falda ad eventuali fenomeni di inquinamento."

Infine, è necessario che i calcoli idrologici per la determinazione della portata di progetto siano effettuati utilizzando i dati pluviometrici relativi alle piogge di forte intensità e breve durata registrate nella stazione pluviometrica più vicina all'area di progetto."

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 l'impianto di trattamento delle acque meteoriche di seconda pioggia e la nuova trincea disperdente.

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 esistenti;
- dimensionamento e progettazione di un impianto di trattamento con dissabbiatura e disoleazione delle acque meteoriche di seconda pioggia;
- dimensionamento e verifica idraulica dei dispositivi idraulici di infiltrazione (trincea disperdente) 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.

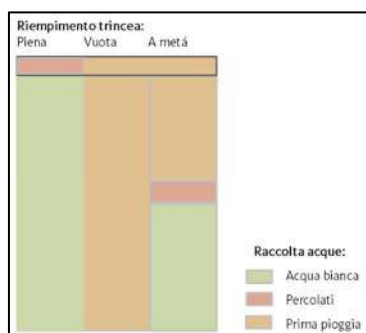


Figura 1. Gestione acque in trincea

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.

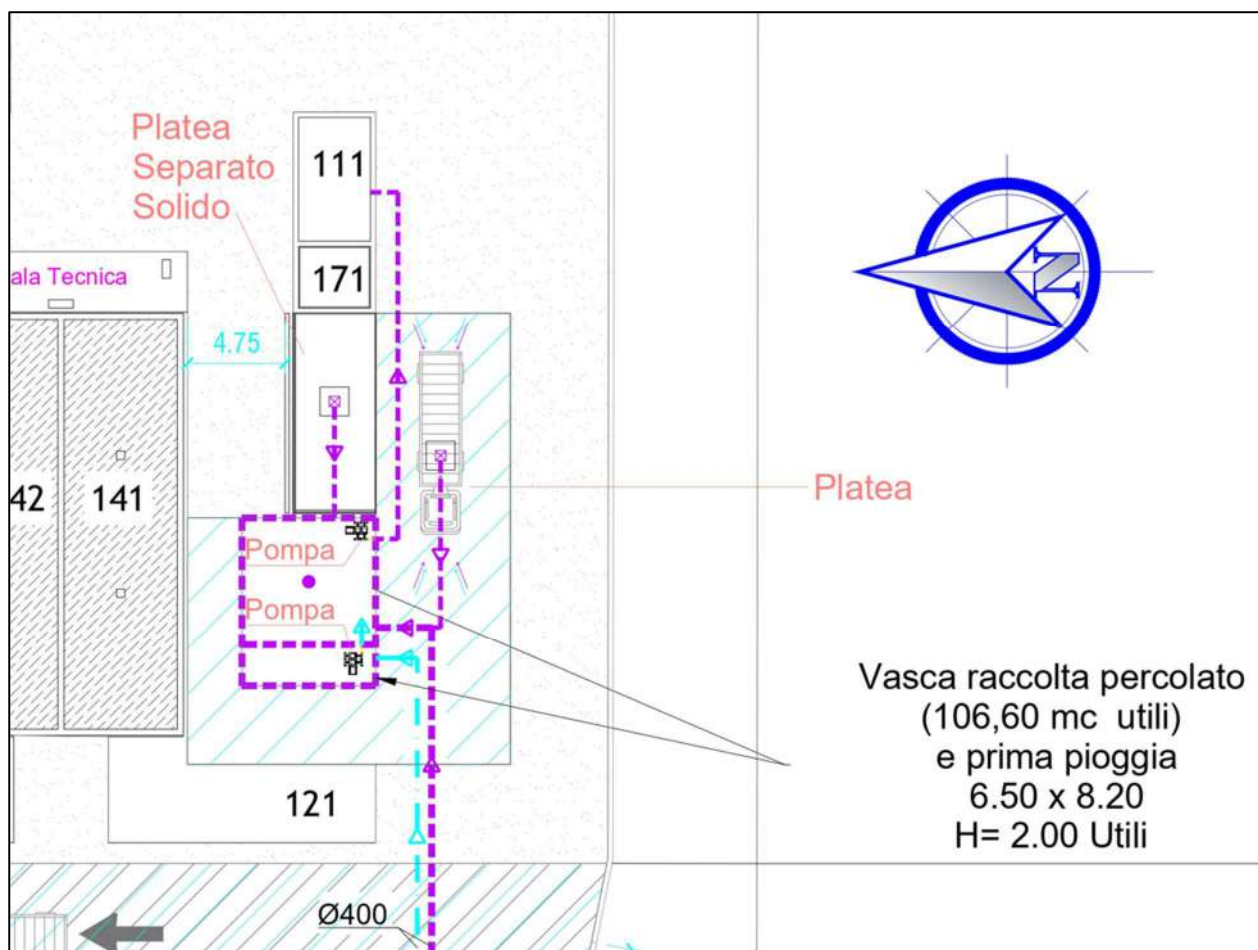


Figura 2. Dettaglio impianto di prima pioggia esistente

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 m² (5,00 m x 3,00 m) per un'altezza media utile pari a 3.00 m per un volume utile pari a 45,00 m³.

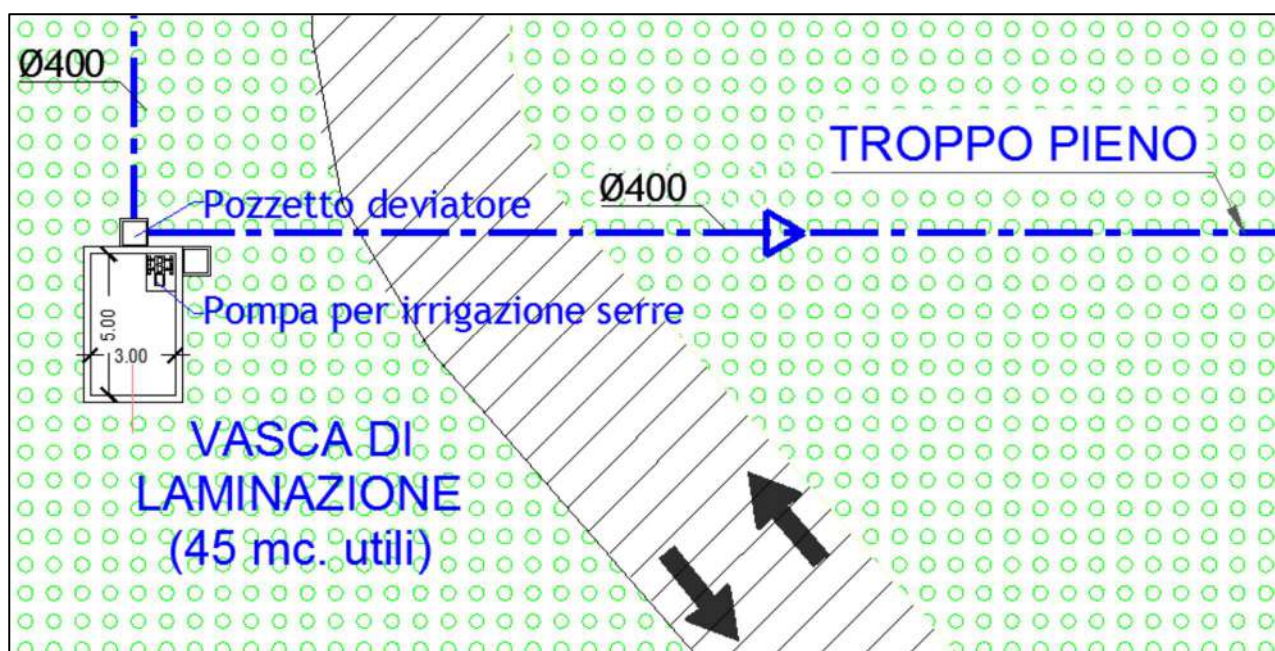


Figura 3. Dettaglio planimetrico vasca di laminazione esistente

La vasca di laminazione consente di stoccare i primi 45 m³ di acque di dilavamento (successivi ai primi 5,00 mm di acque di prima pioggia che vengono raccolti nell'apposita vasca e riutilizzati nel ciclo produttivo) che corrispondono all'incirca a 10,00 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 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 m² (15,00 m x 6,00 m) per un'altezza media pari a 4,0/4,5 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.

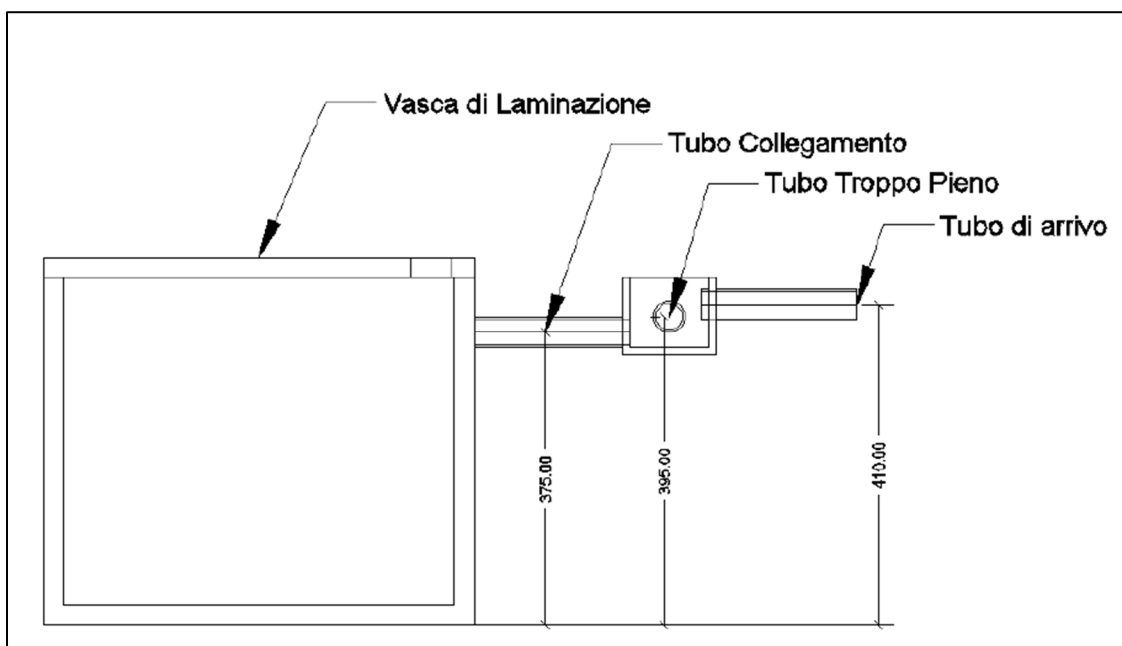


Figura 4. Sezione della vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico

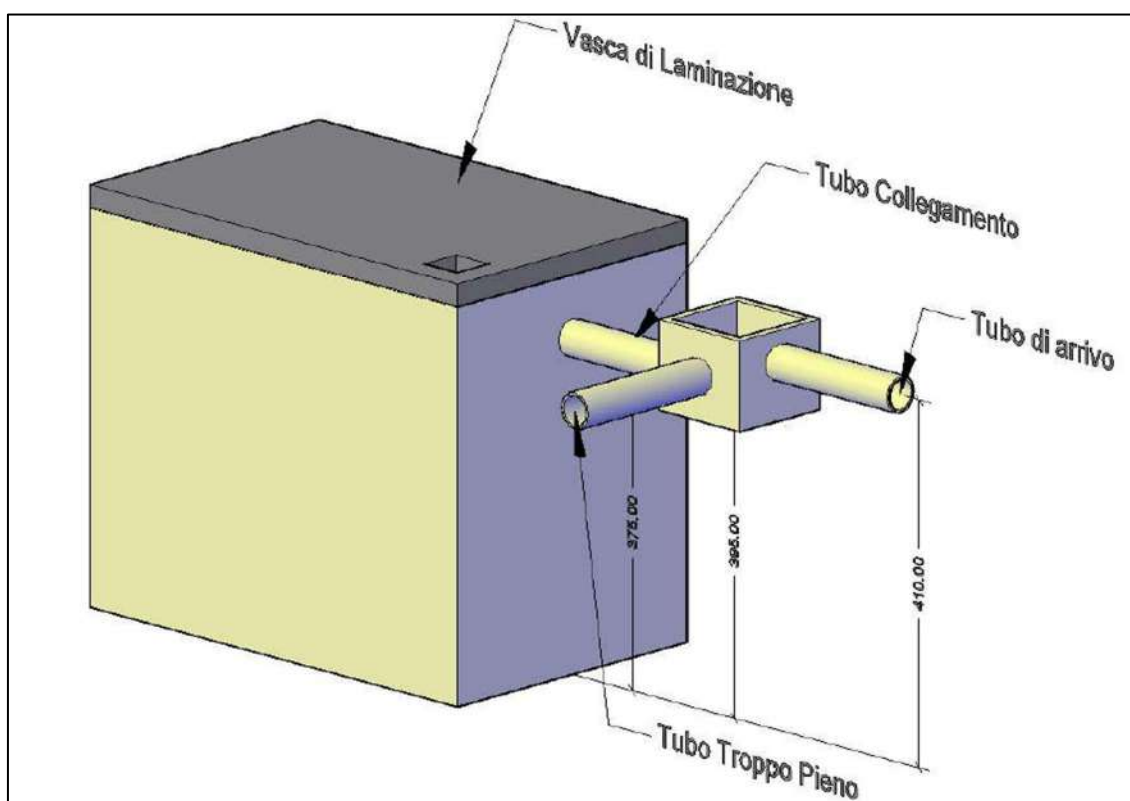


Figura 5. Vasca di laminazione esistente e del sistema di by-pass idraulico

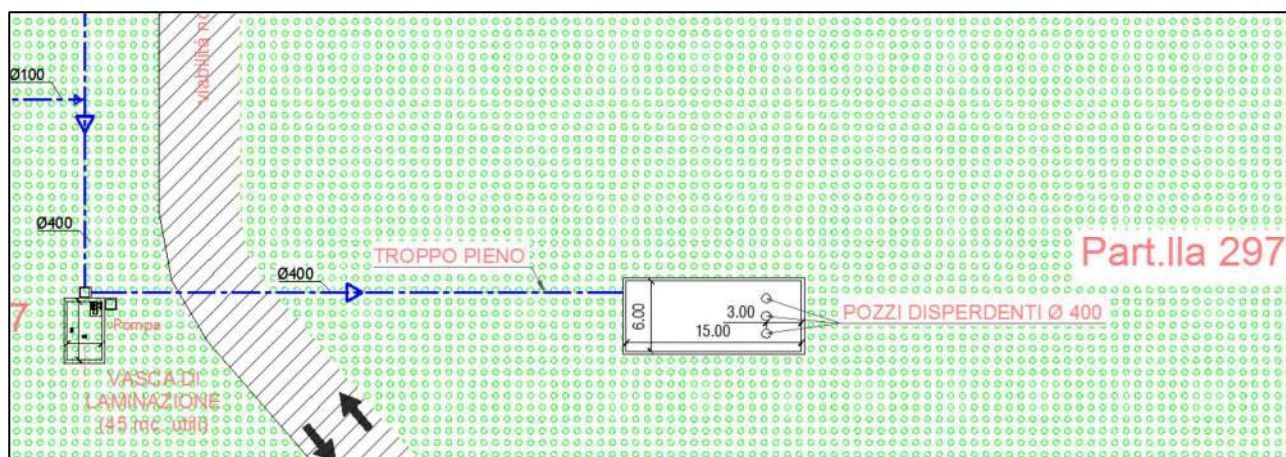


Figura 6. Dettaglio planimetrico relativo alla vasca di laminazione esistente e alla vasca disperdente

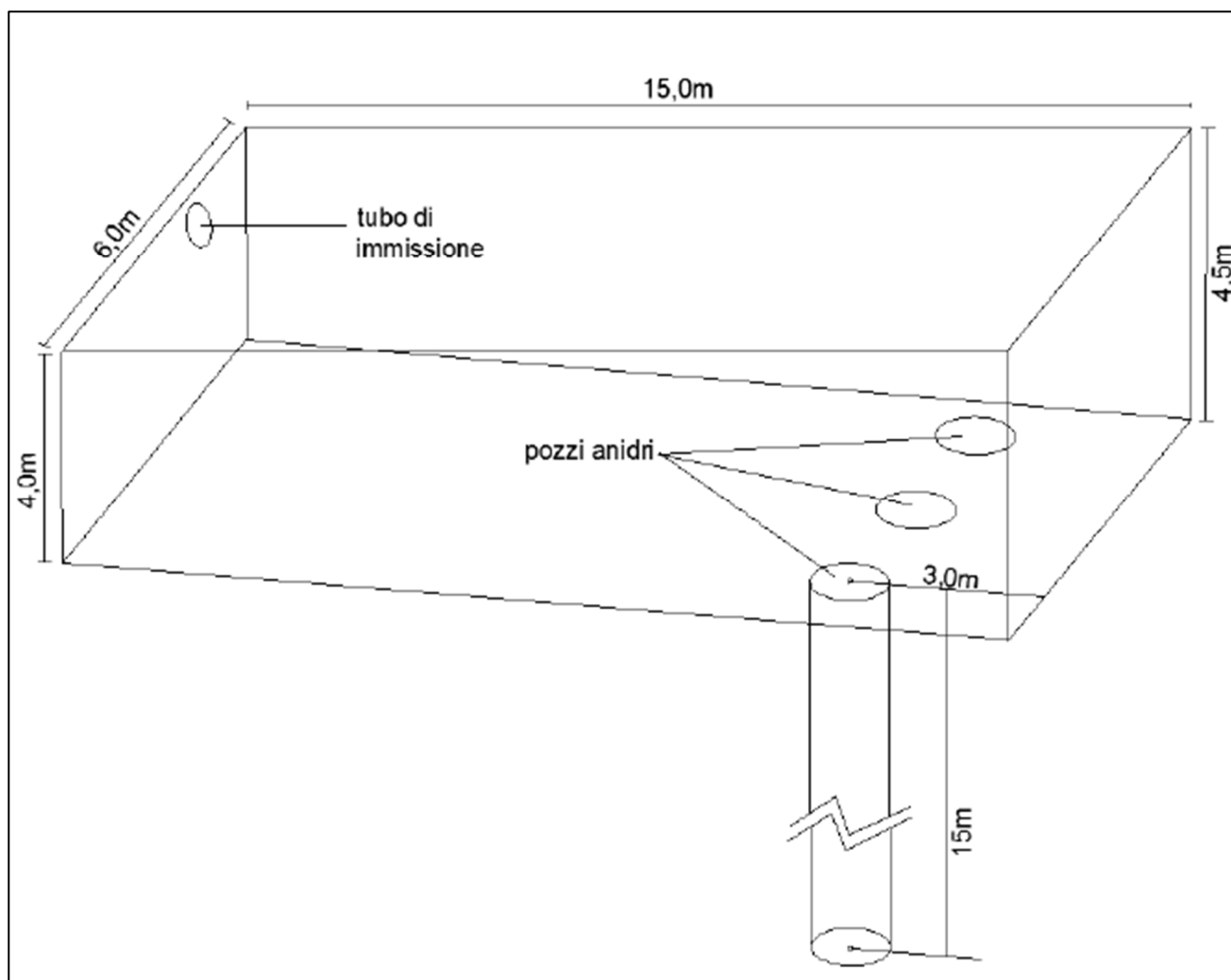


Figura 7. Dettaglio della vasca disperdente

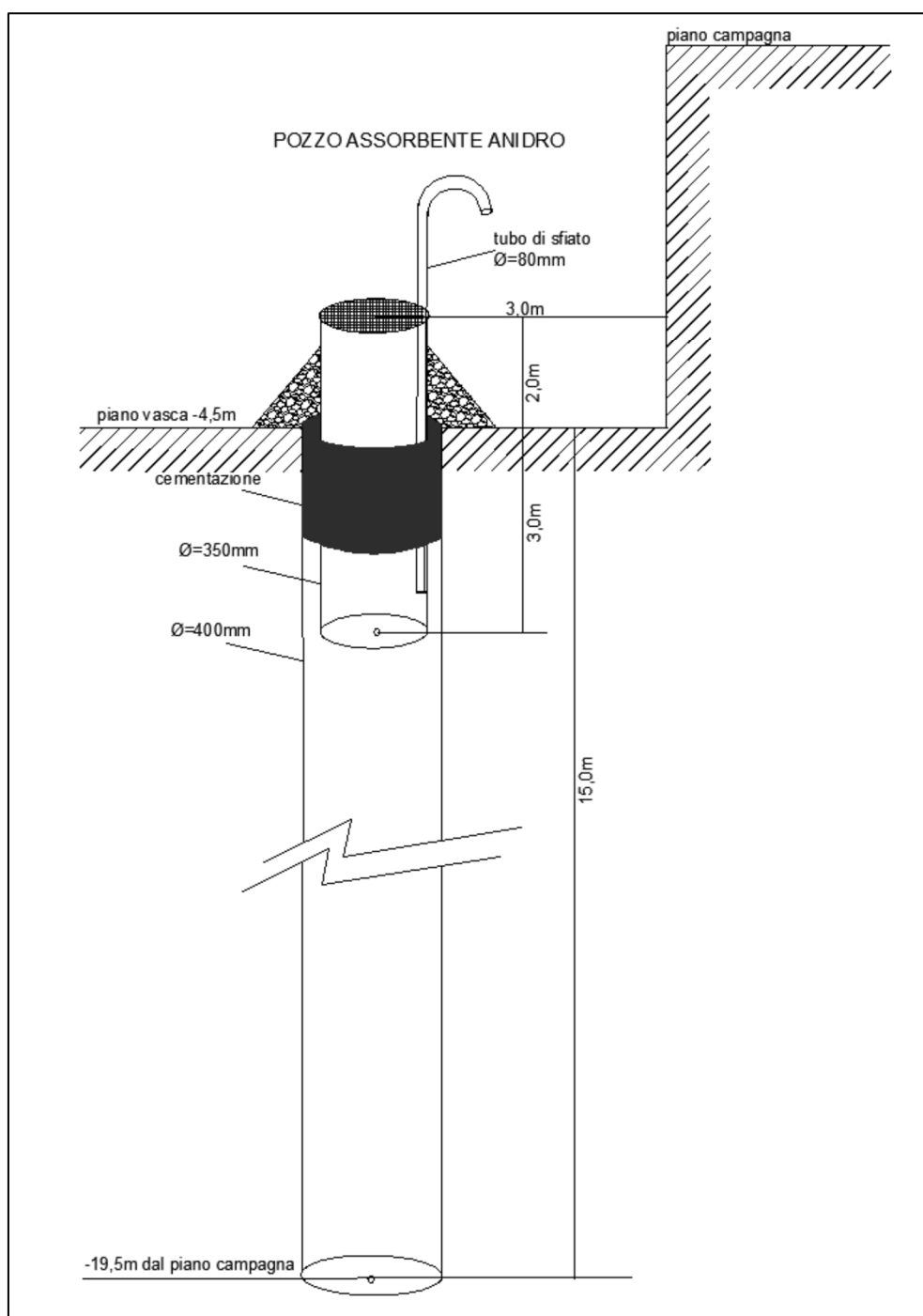


Figura 8. Dettaglio singolo pozzo disperdente anidro

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.

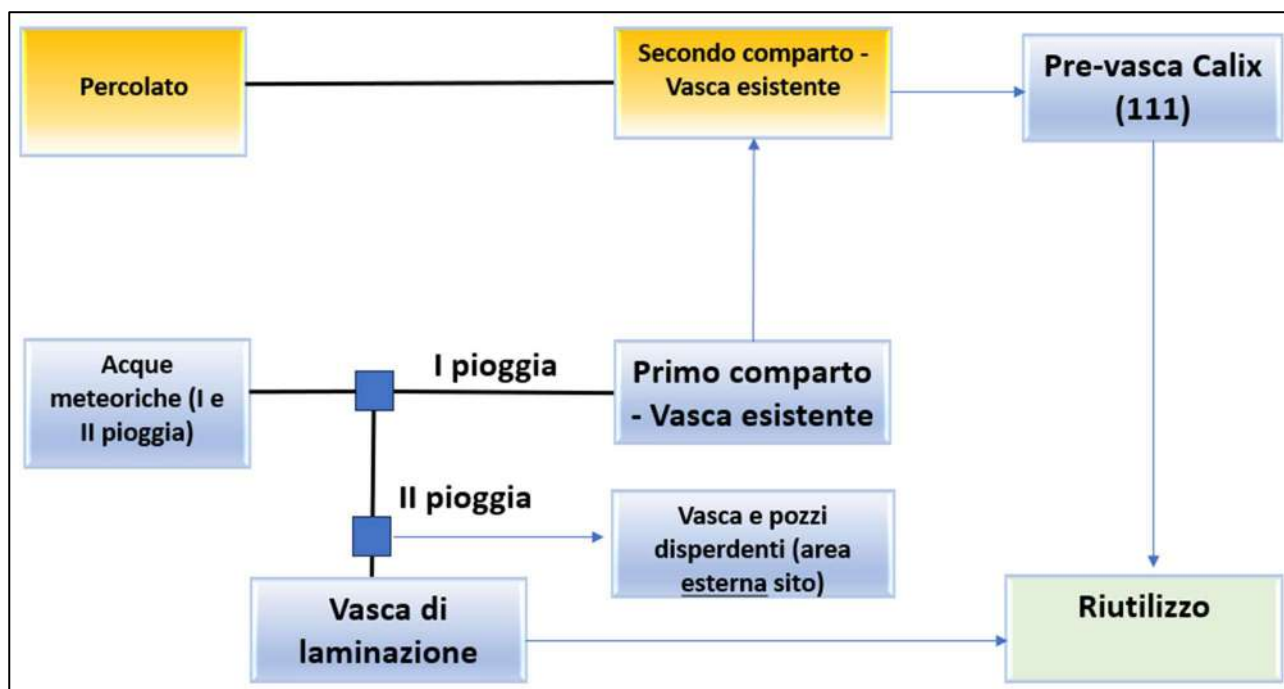


Figura 9. Diagramma a blocchi sistema di gestione esistente (ante operam)

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, previo trattamento con adeguato impianto di dissabbiatura e disoleazione, saranno recapitate gravità e disperse nel suolo per mezzo di una trincea disperdente;

- 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).

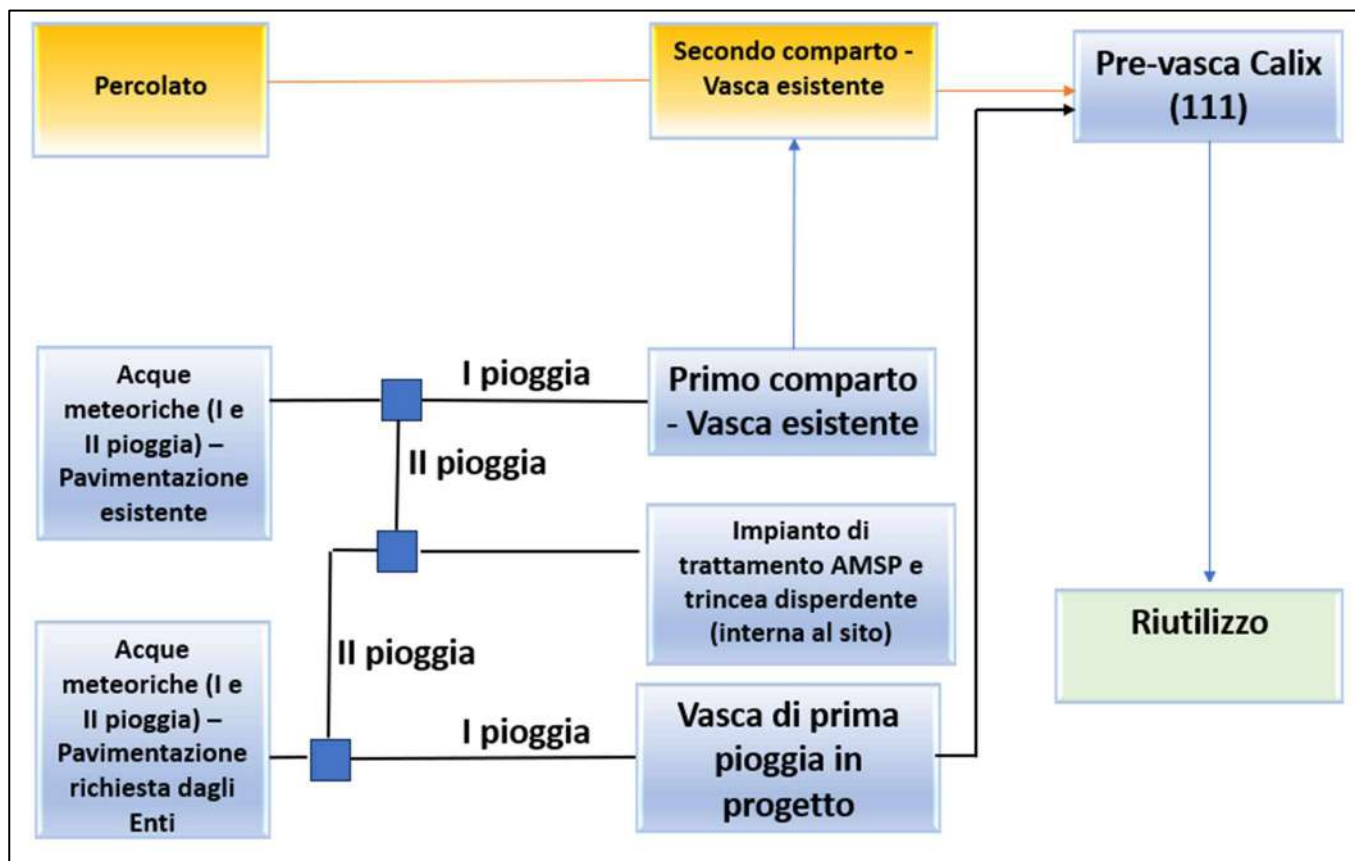


Figura 10. Diagramma a blocchi sistema di gestione in progetto (post operam)

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.

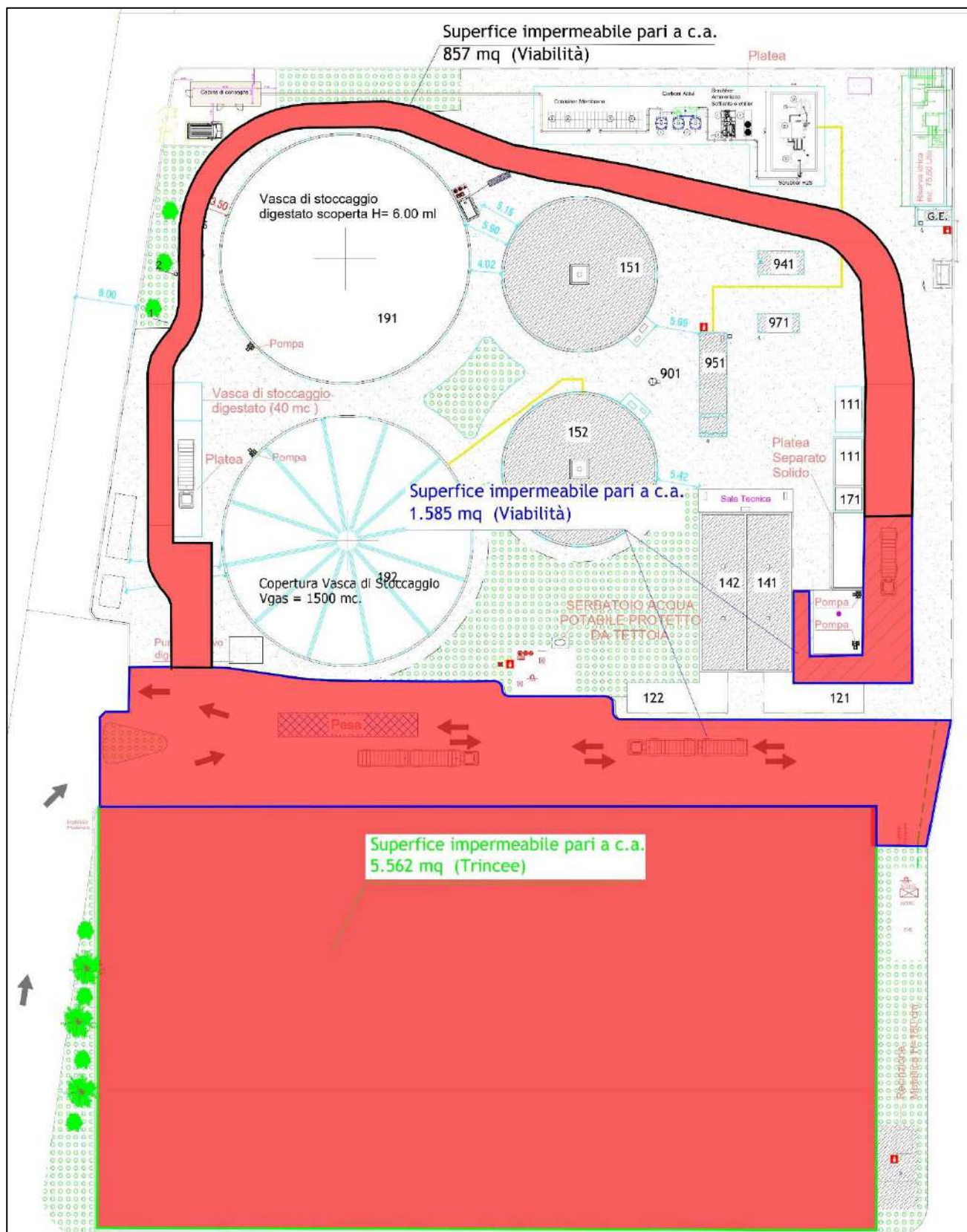


Figura 11. Aree colanti

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, come immagine seguente.

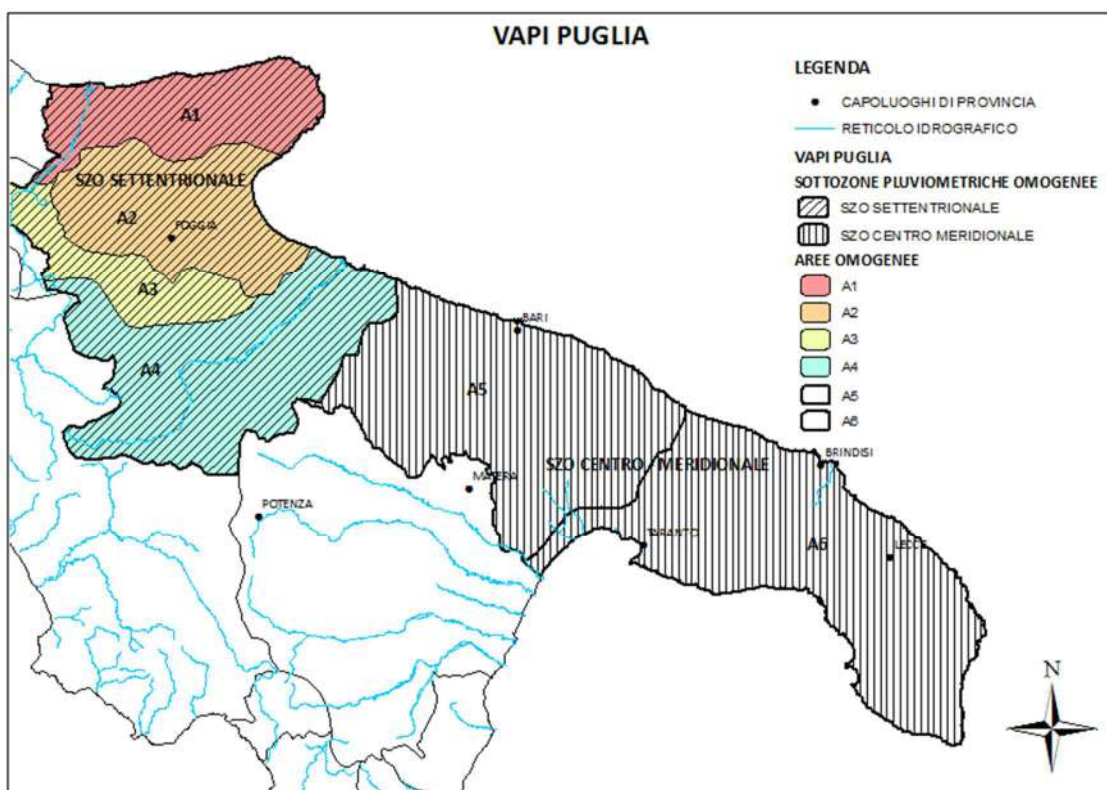


Figura 12. Cartografia sottozona omogenee Va.Pi. Puglia

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), pari a 0,8 ore.

$$h(t,z) = a T_c^{(Ch+D+\log \alpha)/\log 24}$$

α = x_g/x_{24} rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità.

C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

h , altezza del sito in m.s.l.m, ovvero 32.

<i>Zona</i>	α	<i>a</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>N</i>
5	0.89	28.2	0.0002	4.0837	-
6	“	33.7	0.0022	4.1223	-

Tabella 2. Parametri delle curve di 3° livello – Sottozone 5 e 6

$\alpha=0,89$

$a= 33,7$

$C=0,0022$

$D=4,1223$

Per la Puglia il valore del coefficiente a è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89.

Al fine di verificare in maniera approfondita il valore del parametro α nell'area di studio, ovvero i valori di x_g e x_{24} , è stata condotta un'analisi idrologica utilizzando i dati pluviometrici relativi alle piogge di forte intensità e breve durata registrate nella stazione pluviometrica più vicina all'area di progetto.

L'analisi idrologica-pluviometrica è stata eseguita ottemperando a quanto prescritto ed indicato nel Verbale della Conferenza dei Servizi della Provincia di Lecce svoltasi in modalità sincrona in data 25.07.2024, ovvero *"è necessario che i calcoli idrologici per la determinazione della portata di progetto siano effettuati utilizzando i dati pluviometrici relativi alle piogge di forte intensità e breve durata registrate nella stazione pluviometrica più vicina all'area di progetto"*.

Per l'analisi idrologica-pluviometrica è stata consultata la rete di monitoraggio dei dati meteo-idrometrici della Protezione Civile della Regione Puglia; in particolare, delle n.163 stazioni pluviometriche esistenti, è stata selezionata la stazione più vicina, ovvero quella di Lecce, con i seguenti dati anagrafici:

Comune: Lecce;

Provincia: LE;

Coordinate: 40.35028 N, 18.16667 E;

Quota: 51 m.s.l.m.

Nella seguente figura è rappresentata l'ubicazione della stazione pluviometria di Lecce rispetto all'impianto Biogas di Surbo, distanza di circa 9,6 km.

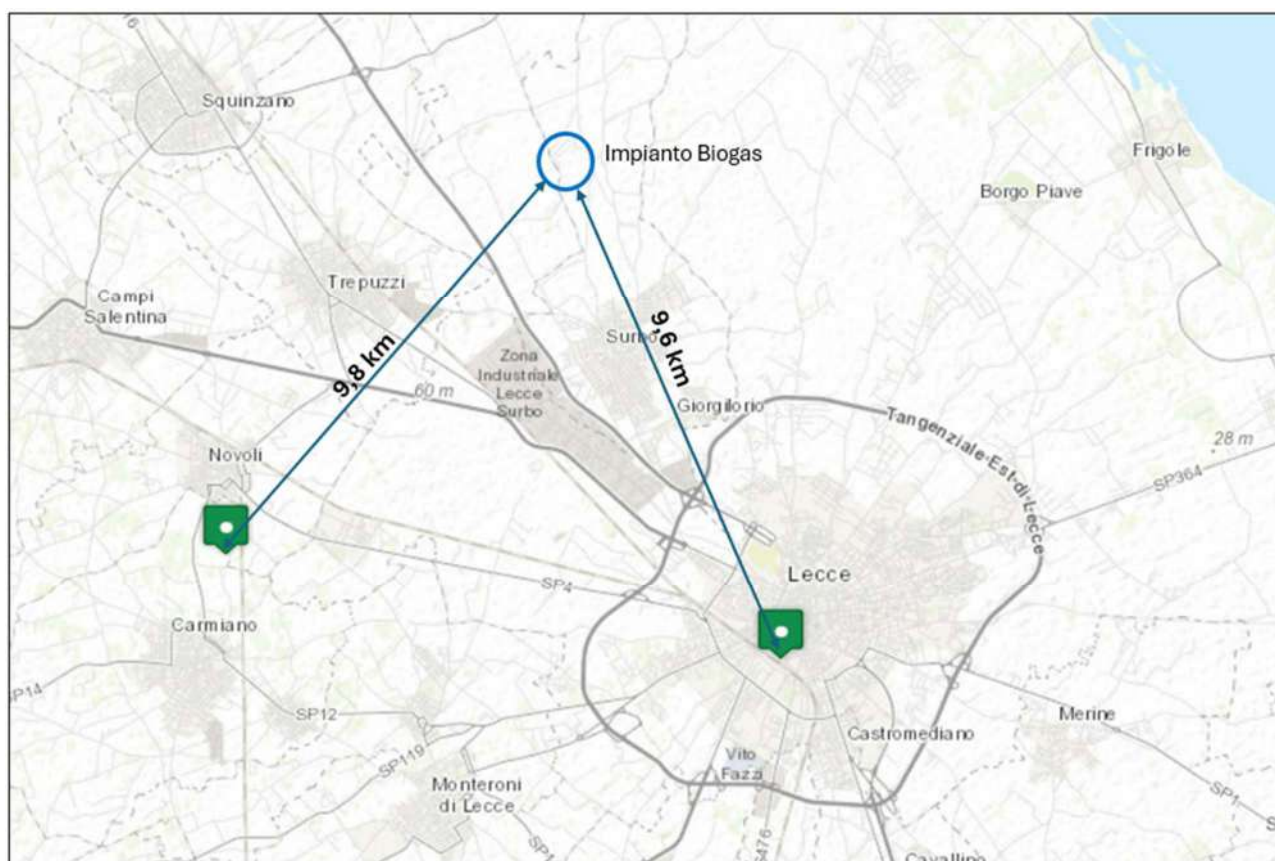


Figura 13. Stazione pluviometrica di Lecce della Rete di Monitoraggio Protezione Civile della Regione Puglia rispetto all'impianto


Per l'analisi pluviometrica sono stati consultati gli annali idrologici della stazione di riferimento, per l'intervallo di tempo 2000 ÷ 2020.

In particolare, sono stati presi in considerazione come dati input, per il suddetto intervallo temporale di riferimento:


- Precipitazioni totali e mensili annue;
- Precipitazioni di massima intensità e breve durata.

Nelle seguenti tabelle sono riportati in formato tabellare i suddetti dati estrapolati dagli annali idrologici della stazione di Lecce della Rete di Monitoraggio della Protezione Civile della Regione Puglia.

Precipitazioni totali mensili-annuali:




REGIONE PUGLIA
SEZIONE PROTEZIONE CIVILE
Centro Funzionale Decentrato
LECCE



latitudine40° 21' 34,20" N												longitudine18° 10' 3,60" E														
	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Anno	
ANNO	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi
2000	13,6	5	57,2	6	34,6	3	45,8	6	22,2	3	8,2	2	2,6	1	0,0	0	22,2	1	140,4	11	93,4	9	57,2	3	497,4	50
2001	104,2	11	3,8	1	55,8	5	76,2	10	21,4	2	8,6	3	1,6	1	13,8	3	6,4	2	25,6	3	37,2	7	66,2	12	420,8	60
2002	49,6	7	3,4	1	88,8	5	114,6	6	79,0	11	19,2	3	104,4	6	45,8	3	98,6	10	70,6	9	37,6	3	247,2	15	958,8	79
2003	116,2	12	16,4	5	11,0	4	50,8	6	17,4	3	21,0	3	0,0	0	12,8	2	98,6	5	110,6	12	89,2	8	76,4	12	620,4	72
2004	58,6	8	34,6	6	115,4	11	55,8	8	31,8	6	85,4	6	110,2	2	19,6	2	28,0	5	48,6	5	203,2	8	87,6	11	878,8	78
2005	53,4	9	41,4	6	78,0	8	16,8	5	39,4	4	1,2	0	12,8	2	17,6	6	66,4	9	97,8	5	98,8	9	111,2	13	634,8	76
2006	21,8	5	59,4	10	68,8	9	28,8	8	39,6	5	39,2	6	34,2	3	37,8	5	52,8	5	2,0	0	11,8	3	45,6	5	441,8	64
2007	11,0	4	46,8	7	87,8	9	72,6	5	13,4	4	23,8	5	0,2	0	0,0	0	52,0	6	57,4	8	88,6	8	52,6	9	506,2	65
2008	29,0	7	15,6	4	61,6	9	22,2	5	27,6	3	22,6	2	8,2	1	0,2	0	82,8	8	39,8	3	110,4	10	216,4	15	636,4	67
2009	189,2	17	30,6	7	89,6	11	100,2	10	5,8	2	86,2	7	16,0	1	9,4	1	33,8	5	137,6	10	120,4	4	101,4	16	920,2	91
2010	42,8	11	94,8	11	75,4	6	27,4	6	69,2	5	44,8	2	0,0	0	0,2	0	123,0	7	179,4	10	122,8	8	16,6	6	796,4	72
2011	64,8	6	60,2	7	103,6	7	29,8	6	59,0	5	2,0	1	13,4	1	0,6	0	15,4	3	19,6	5	50,0	6	30,0	8	448,4	55
2012	57,2	8	168,0	15	28,4	2	66,8	9	16,4	4	2,4	1	94,2	3	0,4	0	43,6	5	123,6	7	181,6	8	65,8	13	848,4	75
2013	79,6	10	65,4	13	70,0	9	29,6	4	13,2	2	13,0	3	0,4	0	1,0	0	7,2	3	133,0	3	252,8	10	48,2	5	713,4	62
2014	66,4	8	57,6	8	60,6	8	85,2	14	118,4	6	71,6	7	38,0	4	1,4	1	106,6	8	71,6	9	75,8	6	38,6	5	791,8	84
2015	123,2	13	106,0	13	151,0	11	19,6	4	24,0	3	24,2	2	0,4	0	26,8	3	65,6	5	104,2	11	70,2	6	5,4	1	720,6	72
2016	43,0	7	20,4	8	60,6	11	32,0	4	76,8	6	7,2	2	0,4	0	4,6	2	239,2	10	130,2	10	44,0	11	5,4	2	663,8	73
2017	113,0	12	13,4	6	21,4	3	41,0	6	9,2	3	0,0	0	0,4	0	7,2	2	72,8	9	37,6	5	147,4	11	30,6	6	494,0	63
2018	64,6	6	42,6	9	24,0	5	2,2	1	21,6	4	44,8	8	25,4	2	26,2	4	5,0	1	30,4	4	34,8	6	12,0	4	333,6	54
2019	16,8	5	8,6	3	19,8	2	10,4	3	44,2	7	0,2	0	48,8	3	0,6	0	35,0	5	15,4	3	94,6	12	32,4	5	326,8	48
MEDIE	65,9	9	47,3	7	65,3	7	46,4	6	37,5	4	26,3	3	25,6	2	11,3	2	62,8	5	78,8	7	98,2	8	67,3	9	652,4	69

Tabella 3. Precipitazioni totali mensili-annue - Stazione pluviometrica di Lecce

Precipitazioni di massima intensità e breve durata:




REGIONE PUGLIA

SEZIONE PROTEZIONE CIVILE

Centro Funzionale Decentrato

LECCE



latitudine40° 21' 34,2" N				longitudine18° 10' 3,6" E									
ANNO 79	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
2000	5,8	7-ott	5	23,0	7-ott	25,8	7-ott	30,0	31-dic	37,2	31-dic	48,0	31-dic
	12,2	7-ott	15										
	18,8	7-ott	30										
2001	3,6	29-gen	5	12,0	30-mar	22,0	30-mar	26,8	30-mar	36,2	30-mar	39,6	30-mar
	6,4	5-gen	15										
	7,4	5-gen	30										
2002	11,2	19-lug	5	34,4	29-ago	36,4	12-apr	52,0	12-apr	56,0	12-apr	65,2	10-mar
	24,0	19-lug	15										
	31,8	29-ago	30										
2003	8,2	29-set	5	28,6	29-set	47,4	29-set	51,6	29-set	51,6	29-set	62,2	14-ott
	15,0	29-set	15										
	24,0	29-set	30										
2004	10,6	26-lug	5	65,2	26-lug	103,2	26-lug	107,4	26-lug	107,4	26-lug	111,8	13-nov
	24,8	26-lug	15										
	38,4	26-lug	30										
2005	7,4	5-ott	5	34,2	30-mar	38,8	30-mar	42,2	23-nov	48,4	22-nov	52,0	22-nov
	13,4	30-mar	15										
	26,0	30-mar	30										
2006	5,6	8-lug	5	28,4	8-lug	30,2	8-lug	30,2	8-lug	30,2	8-lug	30,2	8-lug
	14,0	8-lug	15										
	22,6	8-lug	30										
2007	4,4	7-gen	5	20,6	4-apr	33,6	4-apr	40,8	4-apr	47,0	4-apr	53,6	3-apr
	9,8	7-gen	15										
	15,2	7-gen	30										
2008	6,2	15-nov	5	17,8	8-giu	22,2	3-dic	35,0	3-dic	51,8	3-dic	78,2	3-dic
	13,2	13-nov	15										
	16,8	8-giu	30										
2009	10,6	21-giu	5	50,0	21-giu	54,0	21-giu	54,6	21-giu	64,4	6-nov	78,4	6-nov
	21,8	21-giu	15										
	40,8	21-giu	30										
2010	9,2	4-giu	5	28,4	4-giu	56,2	2-nov	77,8	2-nov	88,8	2-nov	88,8	2-nov
	19,2	4-giu	15										
	26,4	4-giu	30										
2011	5,0	18-mag	5	20,0	18-mag	21,4	18-mag	23,8	23-nov	33,2	27-gen	48,0	5-mar
	12,2	18-mag	15										
	14,6	18-mag	30										
2012	10,8	13-ott	5	45,0	24-lug	64,6	31-ott	71,4	31-ott	82,2	23-lug	83,4	23-lug
	21,0	13-ott	15										
	31,8	13-ott	30										
2013	8,0	19-nov	5	35,6	7-ott	75,0	19-nov	96,6	19-nov	120,2	7-ott	120,8	6-ott
	17,4	7-ott	15										
	25,8	7-ott	30										
2014	8,8	19-giu	5	28,0	4-mag	29,6	4-mag	41,6	4-mag	43,6	4-mag	45,6	3-mag
	22,4	19-giu	15										
	26,4	19-giu	30										
2015	9,4	20-set	5	20,0	20-set	28,6	10-ott	28,6	10-ott	45,0	20-set	48,6	20-set
	18,4	20-set	15										
	19,0	20-set	30										
2016	13,6	11-set	5	49,6	9-set	53,8	9-set	54,4	8-set	60,6	8-set	75,6	8-set
	28,6	11-set	15										
	36,6	11-set	30										
2017	7,2	9-set	5	22,0	11-set	23,2	4-apr	26,8	18-gen	29,8	18-gen	46,8	17-gen
	12,0	11-set	15										
	17,2	11-set	30										
2018	5,4	13-mag	5	16,4	17-lug	22,8	10-gen	25,6	10-gen	25,6	10-gen	25,6	10-gen
	12,8	17-lug	15										
	14,2	17-lug	30										
2019	6,4	16-mag	5	20,8	16-mag	24,8	6-dic	25,4	6-dic	26,0	16-lug	27,2	12-nov
	14,0	16-mag	15										
	19,8	16-mag	30										
2020	6,6	16-lug	5	19,0	30-mag	19,2	30-mag	19,2	30-mag	19,4	30-mag	20,0	30-mag
	11,6	30-mag	15										
	17,8	30-mag	30										

Tabella 4. Precipitazioni di massima intensità e breve durata - Stazione pluviometrica di Lecce

Facendo la media delle medie mensili (riportate in rosso) della prima tabella, si ottiene il valore di x_g , pari a 52,7 mm.

Facendo la media dei valori riportati nella colonna delle 24 ore per le precipitazioni di massima intensità e breve durata, si ottiene il valore di x_{24} , pari a 59,5 mm.

Pertanto, il parametro $\alpha = x_g/x_{24}$, risulta essere pari a 0,88598.

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 14. 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 :

$$K_A = 1 - (1 - e^{-C_1 A}) \cdot \exp(-C_2 d^{C_3})$$

A= superficie scolante - area del bacino in km²

$C_1 = 0,0021$

$C_2 = 0,053$

$C_3 = 0,24$

Considerando l'area del bacino pari a 0,007147 km² e i fattori di correzione noti, il valore di KA risulta essere pari a 0,99991.

Pertanto, noti i parametri C, D, α , a, h e Tc, inserendoli nell'equazione determinante la CPP, è possibile calcolare il valore di h(t,z), 32,41395 mm.

Moltiplicando il suddetto valore con il Fattore di Crescita KT per lo specifico tempo di ritorno 10 anni, 1,53 e con il Fattore di Riduzione Areale, 0,99991, si ottiene il valore dell'intensità di pioggia critica i(t,T).

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	0,174	32,41	49,59

Tabella 5. Valori di intensità di precipitazione in funzione del tempo di ritorno

Noti tutti i parametri specifici, sono state elaborate n. 6 Curve di Possibilità pluviometrica, con le ore (h) sull'asse delle ascisse e le altezze delle precipitazioni in mm su quello delle ordinate, per tempi di ritorno, 5,10,20,30,50 e 100 anni, di seguito riportate.

La CPP di riferimento per il presente progetto è quella relativa al tempo di ritorno Tr di 10 anni.

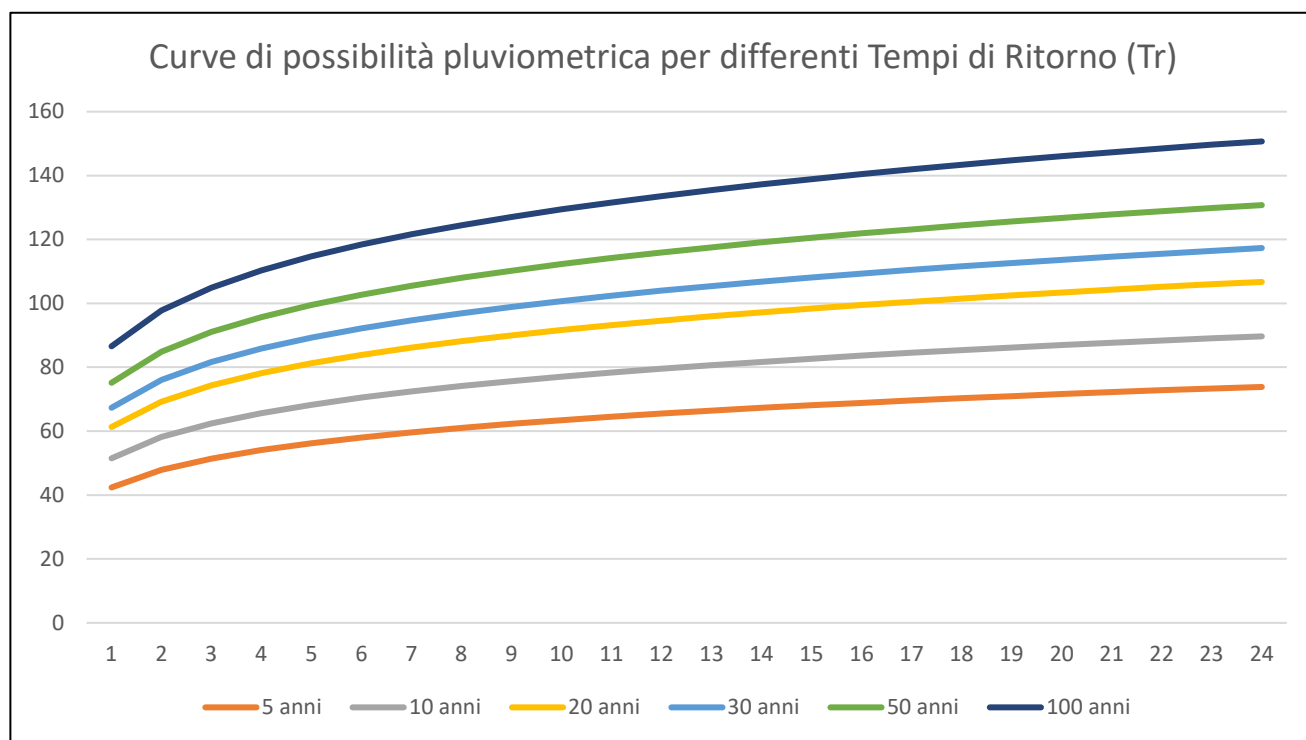


Figura 15. Curve di possibilità pluviometrica

Nota l'intensità di pioggia critica per un determinato evento meteorico con tempo di ritorno Tr, della durata pari al tempo di corivazione, la superficie scolante ed il coefficiente di afflusso-deflusso è possibile calcolare la portata di progetto con la seguente relazione:

$$Q_{\text{prog}} = \varphi * A * i(t, T)$$

A= superficie scolante - area del bacino in km², 0,7147;

Φ = coefficiente di afflusso-deflusso 0,9;

i(t,T) – Intensità di pioggia critica per un Tempo di ritorno di 10 anni ed una durata pari al tempo di corrivazione Tc, 49,59 mm/h.

Per un Valore di 318,99 m³/h, 88,61 l/s.

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.

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

Dove:

- S = 7147 m²;
- C_{off afflusso} = 0,9;
- h = 0,005 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 superfice 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 TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE DI SECONDA PIOGGIA

In adempimento a quanto prescritto dalla Provincia di Lecce per l'adeguamento del sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche al R.R. n. 26/2013, nel Verbale della Conferenza dei Servizi svoltasi in modalità sincrona in data 25.07.2024, il presente progetto prevede il trattamento di dissabbiatura e disoleazione delle acque di seconda pioggia prima di essere disperse al suolo.

Le acque meteoriche di seconda pioggia sono separate da quelle di prima pioggia e da quelle del circuito del percolato all'interno di un pozzetto scolmatore ubicato nelle vicinanze dell'ingresso meridionale con cancello motorizzato dello stabilimento, come indicato (cerchio rosso) nella figura seguente.

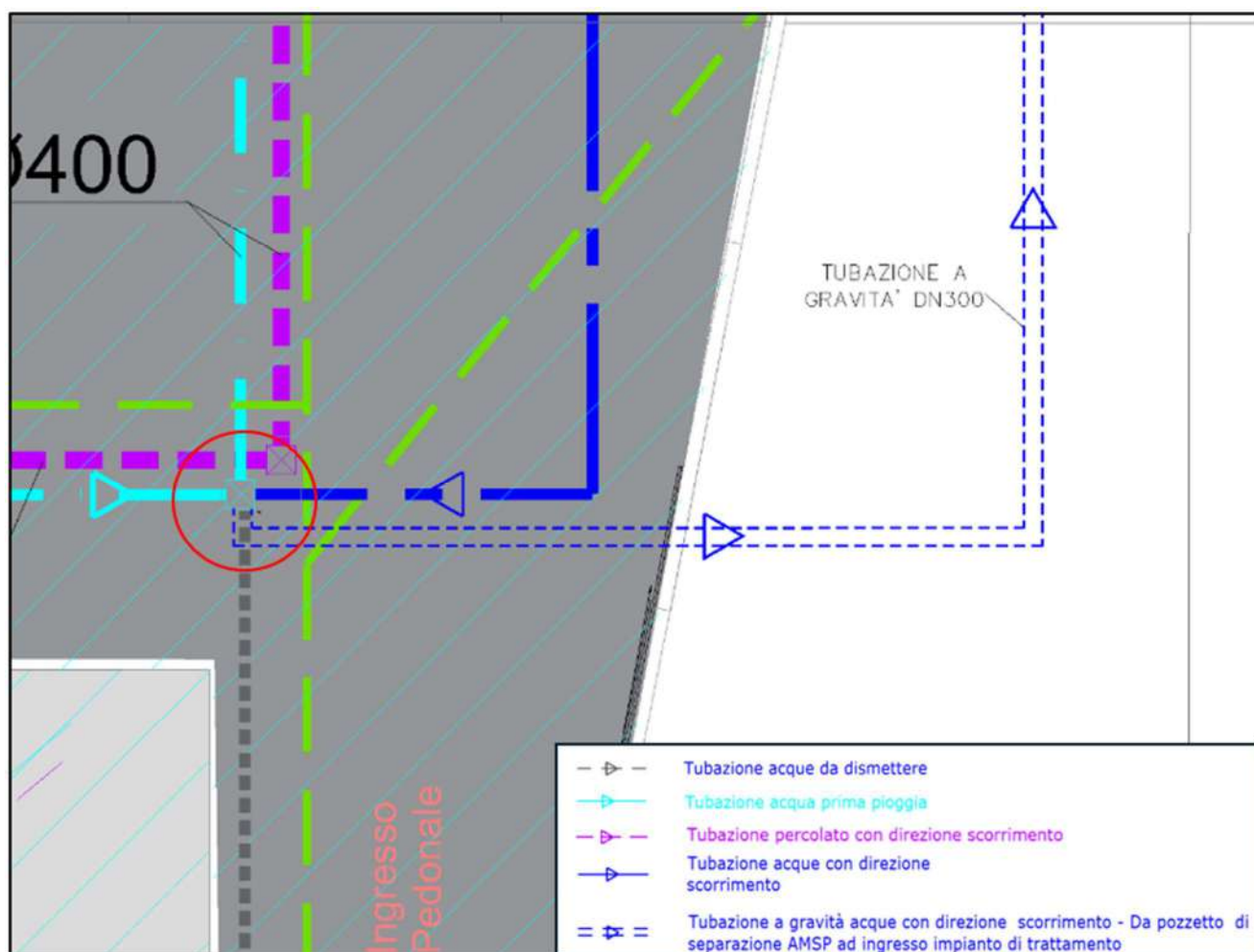


Figura 16. Pozzetto di separazione delle acque di seconda pioggia

Considerando le opere previste nel presente progetto per il trattamento e lo scarico delle acque meteoriche di seconda pioggia e dettagliate nel presente documento, si prevede l'eliminazione e la disinstallazione dell'attuale sistema di raccolta, e scarico delle acque meteoriche di seconda pioggia (vasca disperdente e pozzi disperdenti).

In ragione di ciò, si prevede la conseguente rimozione ed eliminazione della tubazione attualmente presente in sito che dal pozzetto scolmatore consente il deflusso delle acque meteoriche di seconda pioggia verso la vasca disperdenti e i pozzi disperdenti.

Le acque meteoriche di seconda pioggia raccolte nel suddetto pozzetto scolmatore defluiscono a gravità attraverso una tubazione di nuova realizzazione in HDPE DN300, verso l'impianto di trattamento delle acque meteoriche di seconda pioggia interrato ubicato appena all'esterno dell'ingresso meridionale dello stabilimento.

In questa fase progettuale è stata scelta una soluzione che preveda una tubazione di ingresso delle acque meteoriche di seconda pioggia alla sezione di trattamento a gravità, dacché non risultano note le quote di dettaglio delle generatrici superiore e inferiore delle tubazioni all'interno dei pozzetti, in assenza di un rilievo topografico di dettaglio della rete delle tubazioni di drenaggio dello stabilimento, sia prima pioggia che percolato che seconde piogge.

Successivamente all'esecuzione di un rilievo topografico in fase di progettazione esecutiva, note le quote di dettaglio dei pozzetti e delle tubazioni da piano campagna, nel caso in cui si rilevasse l'impossibilità di poter realizzare una linea di tubazione in ingresso all'impianto di trattamento a gravità, si prevederà la realizzazione di una stazione di sollevamento, per consentire l'ingresso delle acque meteoriche di seconda pioggia alla vasca di sedimentazione/disoleazione.

In particolare, considerando la portata di progetto definita nel capitolo 4 di 88,6 l/s, si potrà prevedere una stazione di sollevamento costituita da n.2 elettropompe sommergibili ognuna delle quali atte a garantire una portata di 44,3 l/s con prevalenza di massima di 2 metri.

All'interno del pozzetto di separazione lungo la tubazione a gravità che si collega all'impianto di trattamento, si prevede l'installazione di un rubinetto con contatore volumetrico per acqua, per consentire il prelievo di campioni di acque meteoriche di seconda pioggia prima a monte del ciclo di trattamento.

Al fine di gestire, confluire e trattare adeguatamente le acque di seconda pioggia, l'impianto di trattamento è stato dimensionato sulla base dei dati di progetto definiti nel capitolo 4, ovvero la portata di 88,6 l/s, 0,0886 m³/s per un evento pluviometrico con Tr di 10 anni.

Considerando il contesto industriale con il passaggio di mezzi pesanti e pedoni e con il fine di minimizzare l'impianto volumetrico fuori terra, si prevede la posa in opera di un impianto interrato con soletta in calcestruzzo superficiale adeguatamente dimensionata con chiusini carrabili.

Al fine di evitare e/o minimizzare le interferenze con i sottoservizi esistenti, l'impianto di trattamento delle acque di seconda pioggia interrato è stato ubicato in accordo con il personale che gestisce l'impianto di digestione anaerobica di biomasse.

Nella figura seguente è riportato il layout dell'impianto di trattamento con l'ubicazione concordata con il personale di Enibioch4in Quadrivium S.r.l.

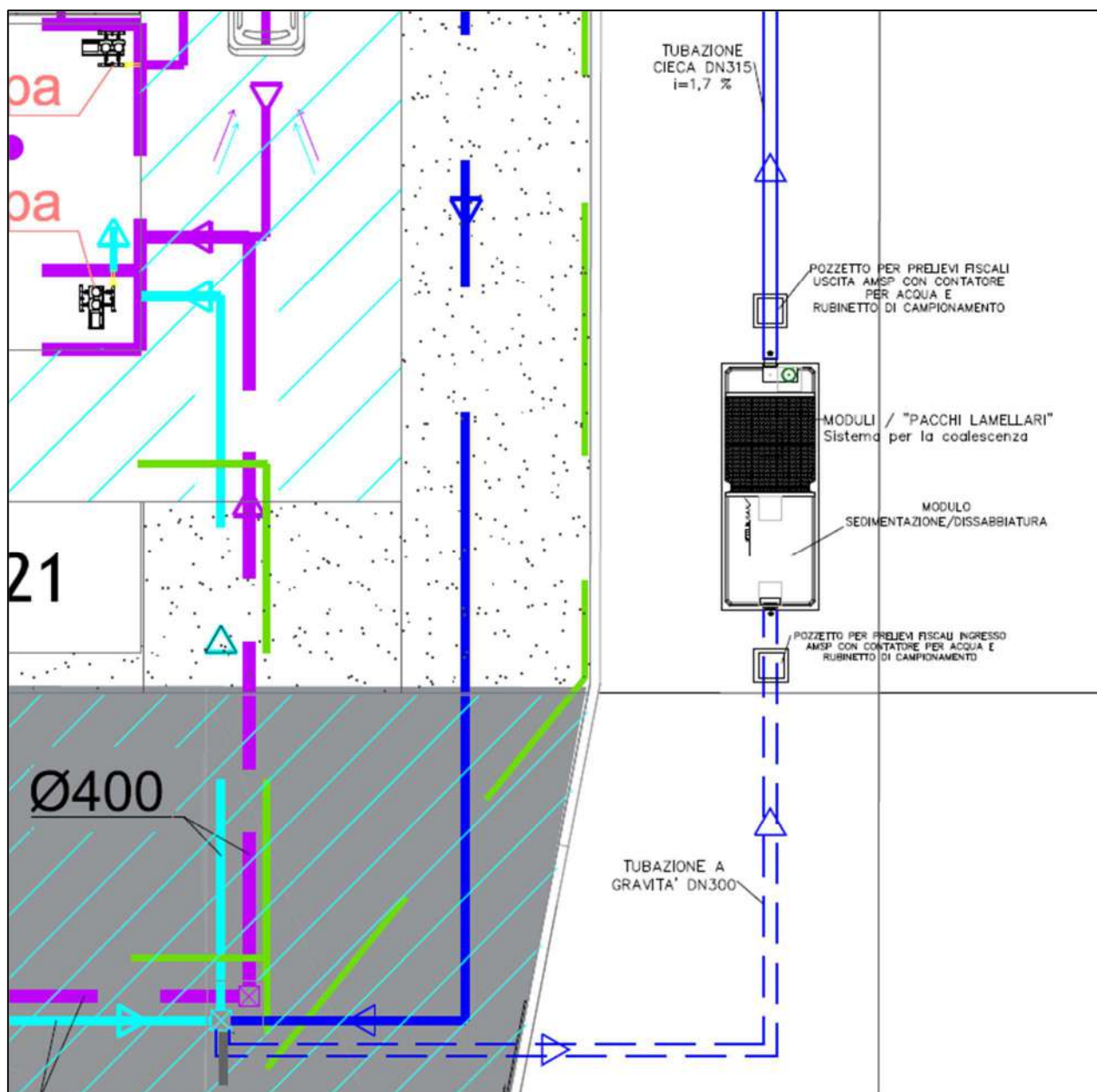


Figura 17. Layout impianto di trattamento acque di seconda pioggia

Per il dettaglio grafico si rimanda alla Tavola TAV_10.0.

I disoleatori separatori per acque meteoriche prefabbricati in cemento con filtro per coalescenza e dispositivo di chiusura automatica hanno la specifica funzione di separare naturalmente, senza l'ausilio di additivi chimici, le sabbie, gli oli minerali e gli idrocarburi presenti nelle acque reflue meteoriche in ingresso. Negli impianti con disoleatori il refluo staziona nel comparto principale dove avviene la flottazione delle sostanze galleggianti (oli, idrocarburi, ecc.) che, avendo una densità inferiore a quella dell'acqua, si raccolgono negli strati superficiali della massa liquida, formando un battente di olio di spessore crescente in base alla concentrazione in ingresso di tali sostanze.

Nel caso dell'impianto in progetto il processo di disoleazione avviene attraverso un filtro per coalescenza realizzato con un modulo a pacchi lamellari con struttura alveolare.

Nel dettaglio, il progetto prevede la posa in opera di un Dissoleatore Statico/Separatore Oli delle dimensioni 246x620xh250 cm, con portata di trattamento di 90 l/s da interrare con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Volume Carico Fanghi: 18 m³;
- Capacità di stoccaggio Liquidi Leggeri: 2034 l;
- Dissoleatore Statico con marcatura CE conforme alla Norma UNI EN 858-1, in monoblocco calcestruzzo armato vibrocompresso, rinforzato con n.2 pilastri verticali e n.1 puntone orizzontale in acciaio inox, completo di:
 - n.1 foro di entrata-uscita per tubazioni DN300;
 - n.1 raccordo innesto in entrata con guarnizione in gomma elastomerica e relativo deflettore di calma in acciaio inox AISI 304;
 - n.2 setti in calcestruzzo armato vibrocompresso;
 - n.1 filtro per coalescenza realizzato con Moduli/Pacchi Lamellari con struttura alveolare;
 - n.1 dispositivo di chiusura automatica del tipo otturatore a galleggiante in acciaio inox AISI 304;
 - lastra di copertura carrabile traffico pesante h=20 cm con n.4 fori da cm.60X60 per ghisa;
 - Peso: ql.197,6+75,8.

Nelle figure successive, sono riportati disegni tecnici e dettagli costruttivi dell'impianto di trattamento delle acque di seconda pioggia in progetto. Nello specifico:

- Sezione longitudinale;
- Pianta vasca monoblocco in c.a.v.;
- Pianta della copertura;
- Dettaglio delle caratteristiche geometriche;
- Dettagli tecnici generali.

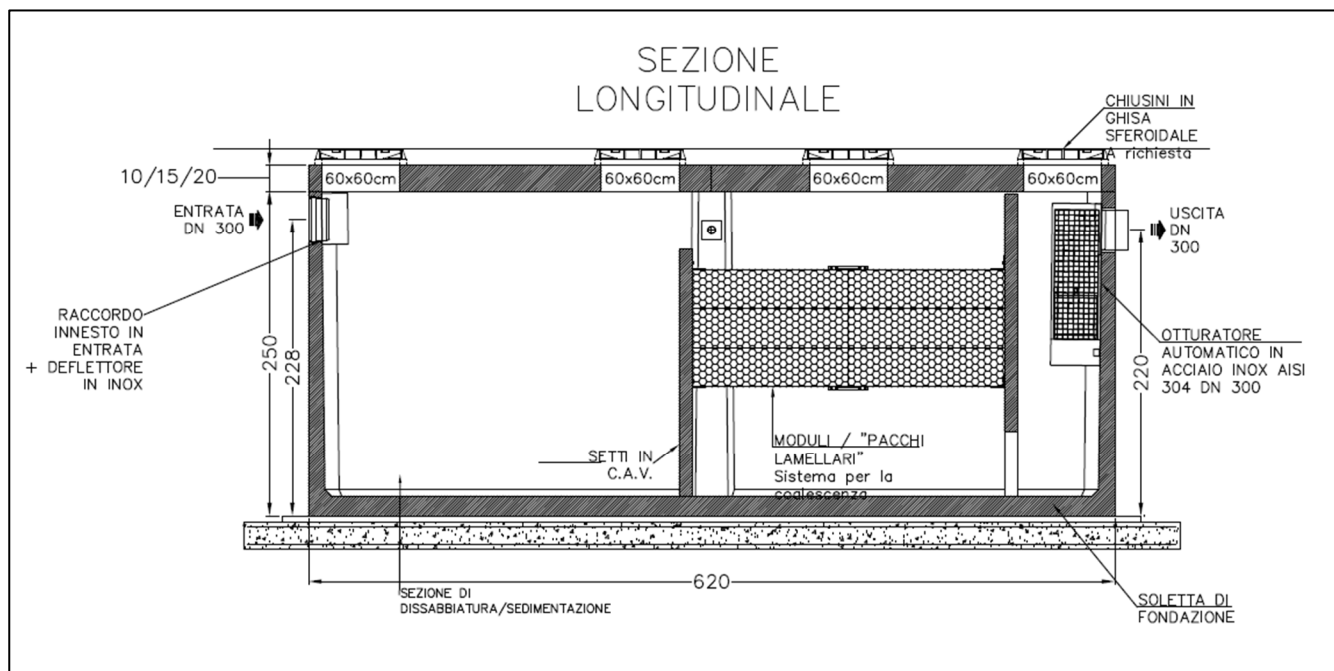


Figura 18. Sezione longitudinale impianto di dissabbiatura/dissoliazione

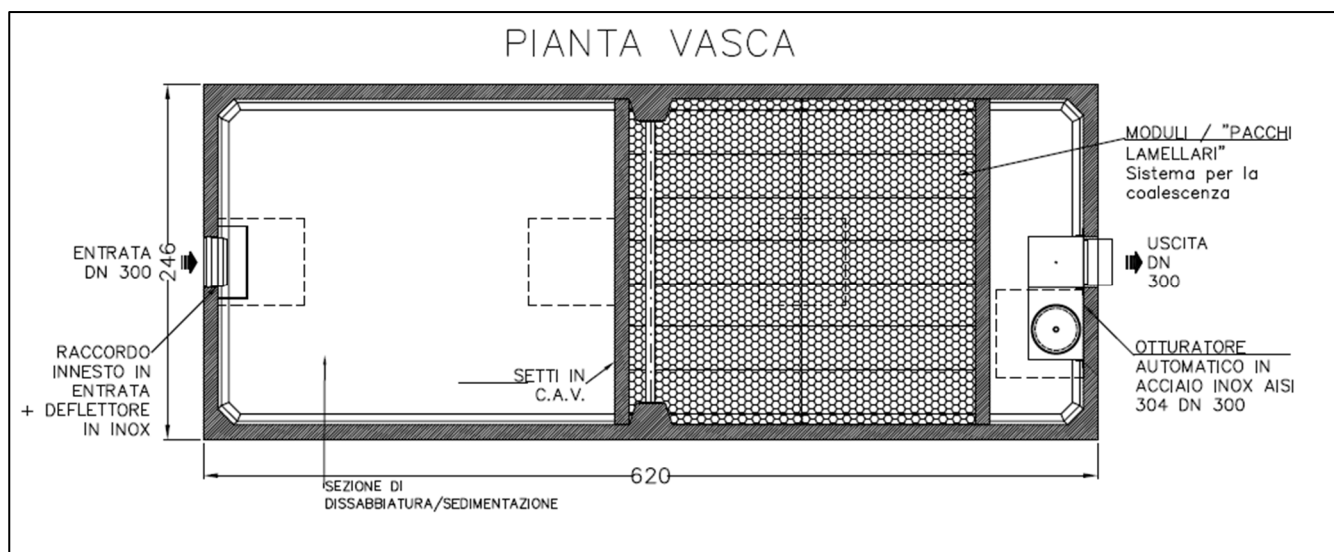


Figura 19. Pianta della vasca in c.a.v dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione

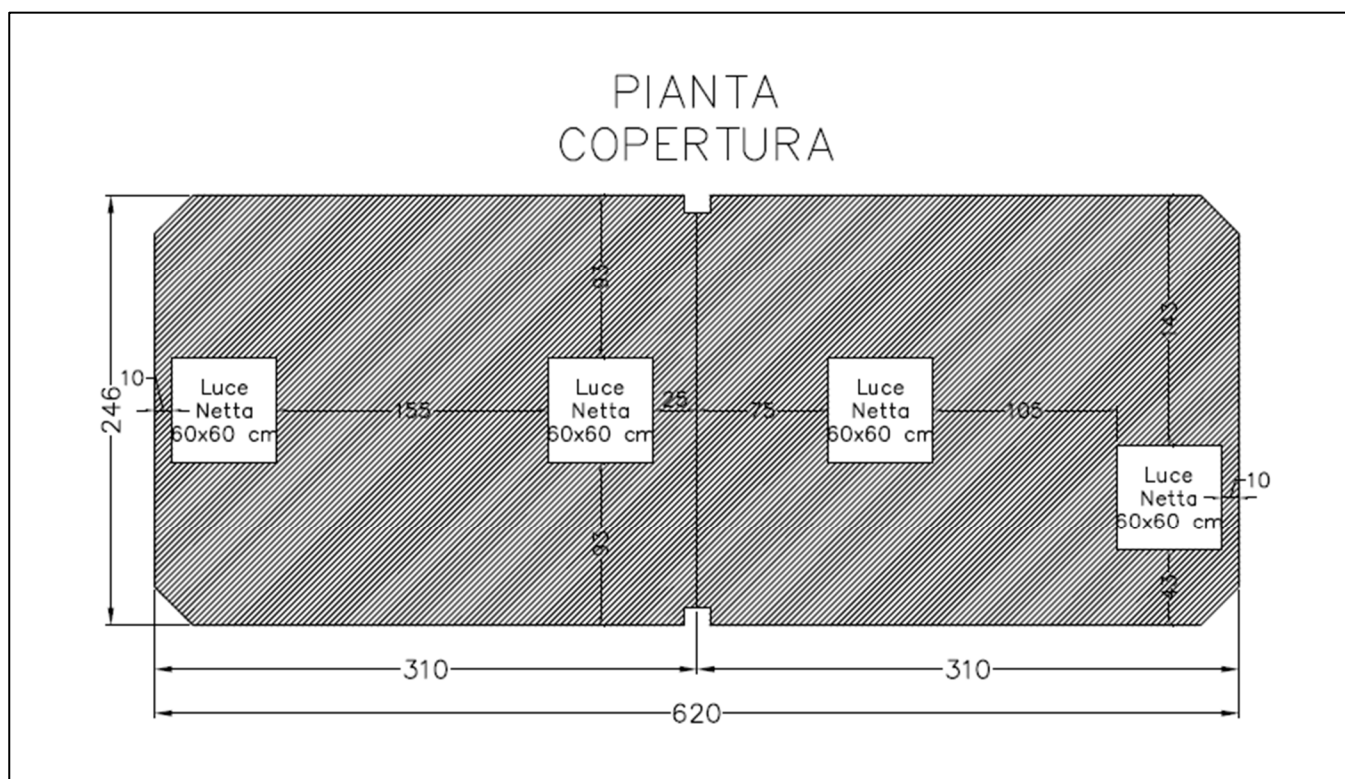


Figura 20. Pianta della copertura carrabile dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione

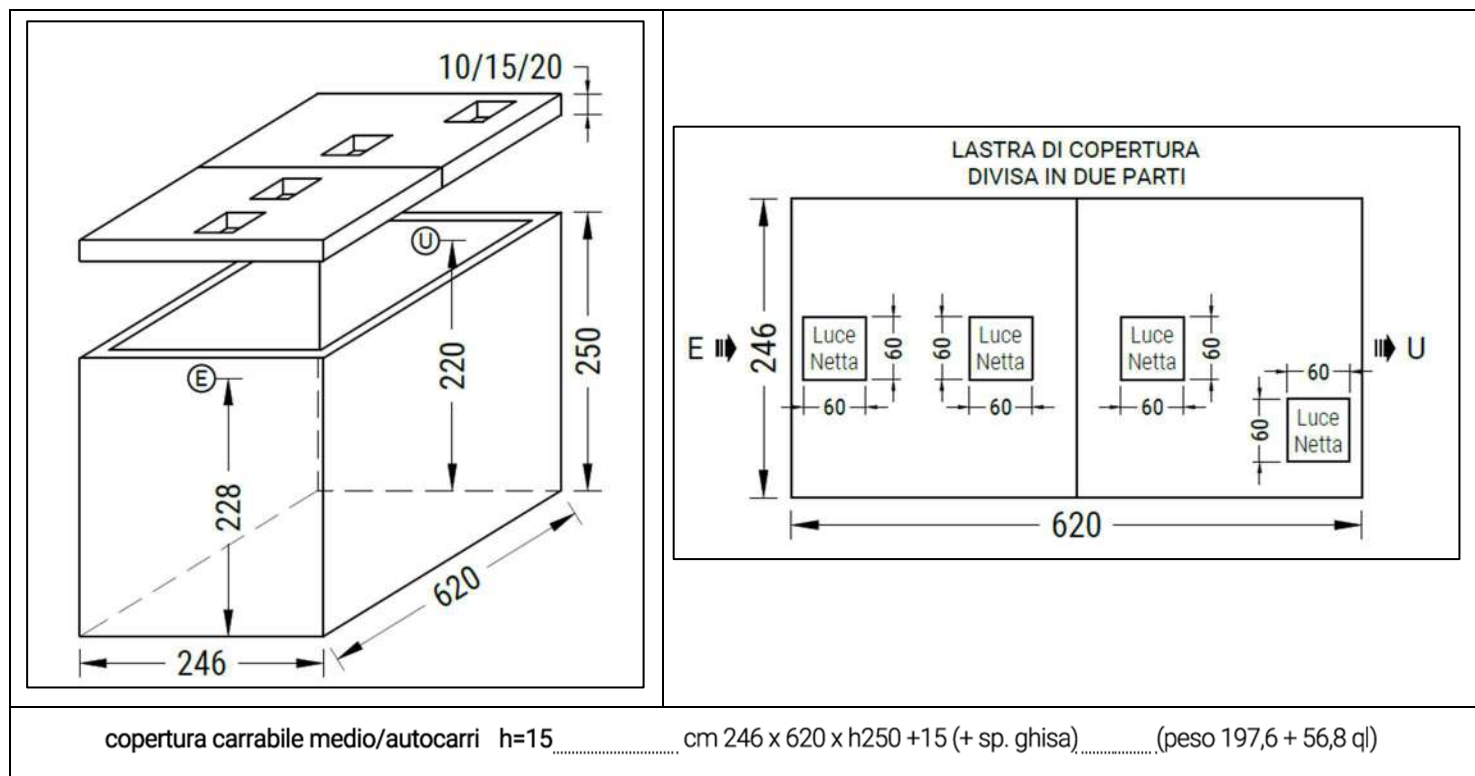


Figura 21. Dettagli geometrici e misure dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione

MATERIALI COSTITUENTI LA STRUTTURA	
Classe di Resistenza	C45/55
Slump	S5
Dmax	16mm
Classe di Esposizione	XC4 - XS3 - XD3 - XF1 - XA2
Acciaio d'Armatura	Tipo B 450 C (come Feb44k)

DESCRIZIONI TECNICHE						PESO			
PORTATA NS (lt/sec)	CARICO FANGHI (mc)	CAPACITA' DI STOCCAGGIO LIQUIDI LEGGERI (lt)	DIM. ESTERNE (cm)			VASCA (ql)	COPERTURA (ql)		
			LARGHEZZA	LUNGHEZZA	ALTEZZA		h 10 cm B125	h 15 cm C250	h 20 cm D400
90	18,0	2.034	246	620	250	197,6	37,9	56,8	75,8

Figura 22. Dettagli tecnici generali dell'impianto di dissabbiatura/disoleazione

Le acque meteoriche trattate dalle sezioni di sedimentazione/dissabbiatura e disoleazione con una portata pari a quella di progetto escono dall'impianto e vengono recapitate a gravità direttamente all'interno di una tubazione in polietilene ad alta densità DN315 verso la sezione di scarico-dispersione al suolo.

In uscita dall'impianto, lungo la tubazione in polietilene ad alta densità DN315 è prevista l'installazione di un pozzetto in calcestruzzo con rubinetto di campionamento e contatore volumetrico per acqua, per i prelievi fiscali, al fine di consentire il prelievo di campioni di acqua per le successive analisi di laboratorio e verificare l'efficacia del processo di trattamento.

Per tutti i dettagli relativi all'impianto di trattamento delle ASMP si rimanda alla Tavola TAV_11.0.

7 DIMENSIONAMENTO TRINCEA DISPERDENTE

In ottemperanza a quanto prescritto dalla Provincia di Lecce, nel Verbale della Conferenza dei Servizi svoltasi in modalità sincrona in data 25.07.2024, per lo scarico delle acque meteoriche trattate e la dispersione al suolo, si prevede la realizzazione di una trincea disperdente. Nel seguente capitolo sono descritti e dettagliati i calcoli per il dimensionamento della stessa.

La dispersione sub-superficiale delle acque di seconda pioggia trattate sarà realizzata mediante una trincea drenante. Nel caso in esame la falda è caratterizzata da una soggiacenza maggiore di 20 m di profondità dal piano campagna, circa 29-30 m da p.c., così come evidenziato dal documento "Relazione idrogeologica".

Le indagini dirette eseguite nel mese di ottobre 2024, i cui risultati sono riportati e descritti nella "Relazione Idrogeologica", hanno evidenziato la presenza nel sottosuolo dell'area oggetto di studio per una profondità massima di 10 m da p.c., di terreni di copertura per i primi 60 cm-1 metro, calcareniti bioclastiche fino a profondità 6÷8 m da p.c. e calcari a partire da 6 m fino alla massima profondità d'indagine.

La campagna d'indagine ha previsto, oltre alla realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo, l'esecuzione di prove di permeabilità sia nei fori di sondaggio, che i pozzetti esplorativi dedicati, con valori di conducibilità idraulica mediamente pari a $10^{-4} \div 10^{-5}$ m/s.

Nello specifico per il dimensionamento della trincea disperdente, è stato preso come valore di riferimento progettuale, il valore di conducibilità idraulica k minore tra quelli rilevati nell'intervallo 0,5 ÷ 2,5 m da p.c., ovvero $4,56 \times 10^{-5}$ m/s, calcolato nel sondaggio SG1.

La porosità efficace considerata per i successivi calcoli idraulici è quella dei calcari-calcareniti, pari al 10 % (fonte: "Valore indicativi di porosità e porosità efficace per una serie di sedimenti - Water Supply Paper, USGS).

I valori progettuali di riferimento della conducibilità idraulica k e della porosità efficace sono stati selezionati adottando un approccio cautelativo.

Il dimensionamento della trincea drenante è stato eseguito considerando la capacità di infiltrazione del terreno, che può essere stimata in prima approssimazione con la Legge di Darcy:

$$Q_f = ((K * J) / \eta_e) * A$$

dove:

- Q_f è la portata infiltrata in m^3/s ;
- K è la conducibilità idraulica in m/s;
- J è cadente piezometrica in m/m;
- η_e è la porosità efficace del terreno;
- A è la superficie netta di infiltrazione in m^2 .

Il progetto della trincea prevede di fissarne la larghezza l e la profondità h , ricavando, dall'equazione sopra riportata, la lunghezza L .

Nello specifico, una volta fissata la larghezza e la profondità della trincea e considerando che la superficie netta di infiltrazione risulta essere uguale a:

$$A = (2h + l) * L$$

dall'equazione di cui sopra, è possibile ricavare L, ovvero la lunghezza della trincea in m.

Pertanto, adottando i seguenti dati:

- $Q_f = 0,0886 \text{ m}^3/\text{s}$ (portata di progetto calcolata nel paragrafo 4.4.1);
- $K = 0,0000456 \text{ m/s}$ (conducibilità idraulica di progetto);
- $J = 1$ (la cadente piezometrica è stata assunta pari ad 1 in quanto il tirante idrico sulla superficie filtrante è trascurabile rispetto all'altezza dello stesso e la falda si attesta ad oltre 20 m di profondità dal p.c.);
- $l = 1 \text{ m}$ (dato ipotizzato);
- $h = 1,5 \text{ m}$ (dato ipotizzato);
- $\eta_e = 0,1$ (porosità efficace dei calcari);

e le formule sopra indicate, è stato possibile calcolare la Lunghezza L della trincea drenante.

$$Q_f = ((K * J) / \eta_e) * A$$

$$Q_f = (K * J) / \eta_e * ((2h + l) * L)$$

$$0,0886 \text{ m}^3/\text{s} = ((0,0000456 \text{ m/s} * 1) / 0,1) * 4 L$$

$$0,0886 \text{ m}^3/\text{s} = 0,000456 \text{ m/s} * 4 L$$

$$L = (0,0886 \text{ m}^3/\text{s}) / (0,000456 \text{ m/s} * 4 \text{ m}) = 48,58 \text{ m} \sim 50 \text{ m}$$

Adottando un approccio cautelativo a favore di sicurezza, per garantire ulteriore superficie drenante, la lunghezza totale della trincea disperdente prevista è stata posta pari a 60 metri lineari.

8 DETTAGLIO SISTEMA DISPERDENTE (TRINCEA)

Per lo scarico delle acque di seconda pioggia trattate, in uscita dall'impianto di trattamento ad una distanza di pochi metri a gravità, è prevista la realizzazione di una trincea disperdente a gravità, con le caratteristiche geometriche e dimensionali calcolate nel capitolo precedente; in particolare:

- Larghezza: 1 m;
- Altezza media: 1,5 m;
- Lunghezza: 60 m;
- Inclinazione del letto di posa (i): 1,7%;
- Scavo a sezione rettangolare.

Per conoscere il posizionamento previsto, nella figura seguente è riportato il layout in pianta dell'ubicazione e dello sviluppo longitudinale della trincea disperdente prevista da progetto.

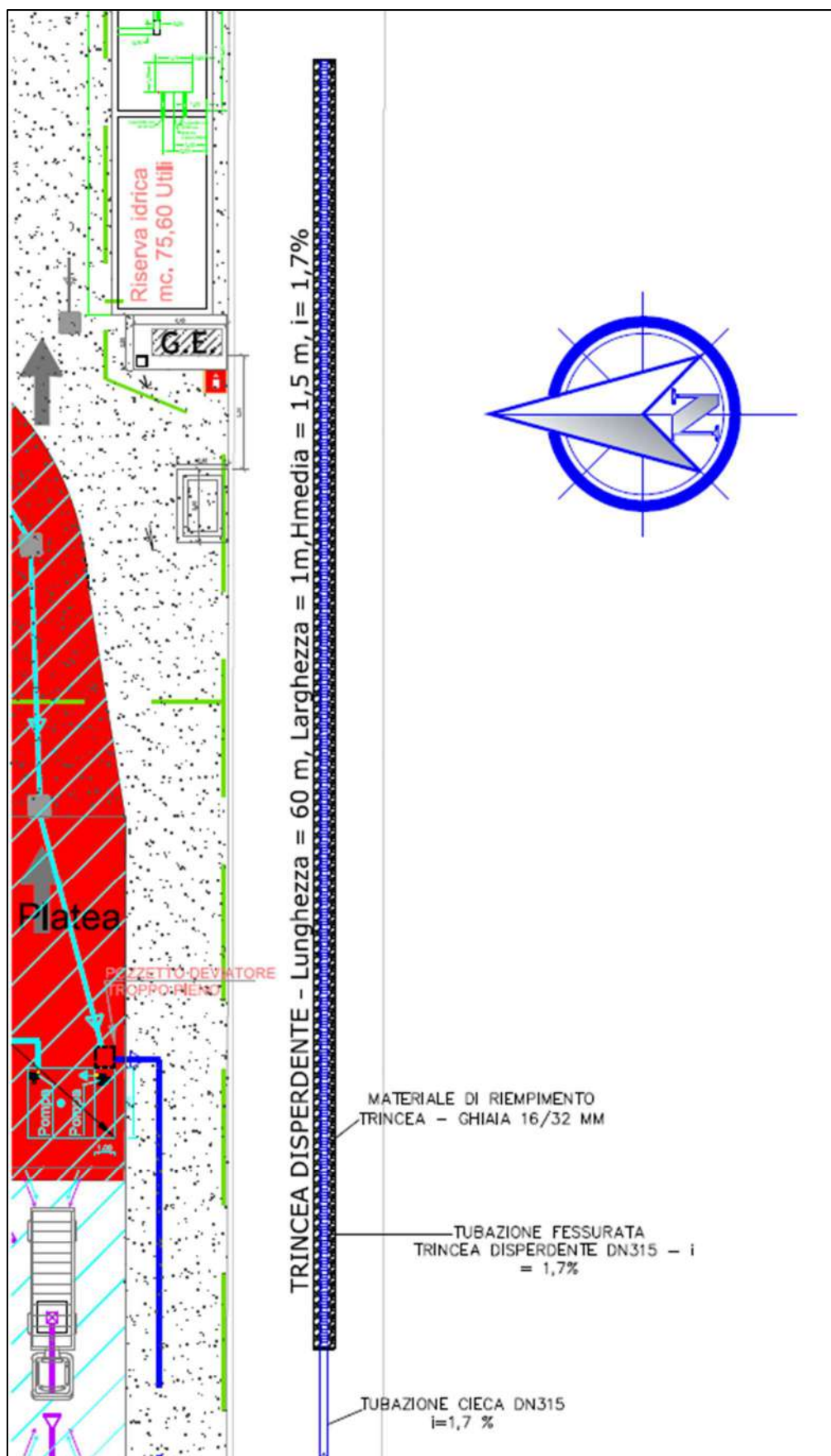


Figura 23. Layout ed ubicazione trincea disperdente

Per il dettaglio grafico si rimanda alla Tavola TAV_11.0.

La trincea disperdente in progetto sarà realizzata con uno scavo a sezione rettangolare con le dimensioni riportate nell'elenco puntato di cui sopra, compresa l'inclinazione, il riempimento fino a 10 cm dal letto della trincea con materiale drenante (ghiaia), la posa in opera della tubazione drenante fessurata e il successivo riempimento fino a piano campagna con ulteriore materiale drenante delle medesime caratteristiche di quello posto alla base.

Per scongiurare il potenziale drenaggio delle acque trattate nelle immediate vicinanze dell'impianto, i primi 10 metri di tubazione dovranno essere privi di fori e fessure, ovvero con tubazione cieca.

Per quanto riguarda il dimensionamento e le verifiche idrauliche sulla tubazione di scarico, sia per la porzione cieca che per quella fessurata drenante, è stata eseguita una verifica delle portate per quanto riguarda le tubazioni circolari a pelo libero non in pressione.

La verifica è stata effettuata, nell'ipotesi di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad Q = v \cdot A$$

dove:

v= velocità della corrente [m/s];

Ks= coefficiente di Gauckler-Strickler, pari a 120 per tubazioni in polietilene;

R= raggio idraulico [m];

i= pendenza della condotta per moto uniforme, posta pari ad 1,7‰;

A= area bagnata [m²].

Q= portata in condotta [m³/s]

La verifica idraulica può presentare due differenti esiti:

- nel caso in cui il valore di portata scolante è minore del valore di portata massima consentita, la rete è verificata;
- nel caso in cui il valore di portata scolante è maggiore del valore di portata massima consentita, la rete non è verificata e si renderà necessario apportare delle modifiche intervenendo su materiali, diametri e/o pendenze.

A seguito della verifica di portata è stata eseguita la verifica di velocità che, per le acque meteoriche, deve essere compresa fra gli 0,4 e i 5 m/s:

- nel caso in cui il valore di velocità è troppo basso (< 0,4 m/s), la rete non sarà in grado di eliminare da sola i depositi limosi che vanno a formarsi sul fondo dei collettori;
- nel caso in cui il valore di velocità è troppo alto (> 5 m/s), aumentano i fenomeni erosivi che con il tempo danneggiano i collettori.

Per evitare che le tubazioni interrato vadano in pressione è stato considerato un riempimento massimo ammissibile del 50 % in corrispondenza delle relative portate critiche di progetto.

Si riporta di seguito l'esito della verifica idraulica eseguita.

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorpendo alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.

Dati di calcolo

D m = Diametro interno del canale

w % = Livello percentuale riempimento del canale

i m/m = Pendenza del canale

k = Coefficiente di scabrezza

Q m³/s = **Portata della condotta**

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

Le cifre decimali possono essere separate sia dal punto sia dalla virgola.

Figura 24. Verifica idraulica tubazione drenante a gravità

La portata della condotta risultante dalla verifica è superiore a quella di progetto, ovvero 0,0886 m/s.

Pertanto, il diametro della tubazione corrispondente ad un risultato positivo della verifica idraulica è 299,6 mm, ovvero DN315.

Da un'analisi delle profondità di posa in opera dell'impianto di trattamento di seconda pioggia, di cui al capitolo 6, in particolare per quanto riguarda la profondità da piano campagna della generatrice inferiore della tubazione di scarico DN315, si evince un valore di 0,85 m da p.c..

Considerando una pendenza della trincea e della relativa tubazione pari a 1,7 %, a 10 metri di distanza dall'impianto, la generatrice inferiore della tubazione cieca risulta ad una profondità di 0,97 m da p.c.. A partire da questa profondità di posa della parte inferiore della tubazione con 10 cm di spessore di materiale di riempimento, ad una distanza di 60 m, ovvero alla chiusura della tubazione drenante, la generatrice inferiore della tubazione drenante è posizionata ad una profondità di 1,99 m da p.c..

Con questo assetto geometrico si avrebbe una massima profondità di scavo della trincea alla progressiva 0 m, di circa 1,1 m da p.c. ed una massima profondità di scavo alla progressiva 60 m di circa 2,1 m da p.c.

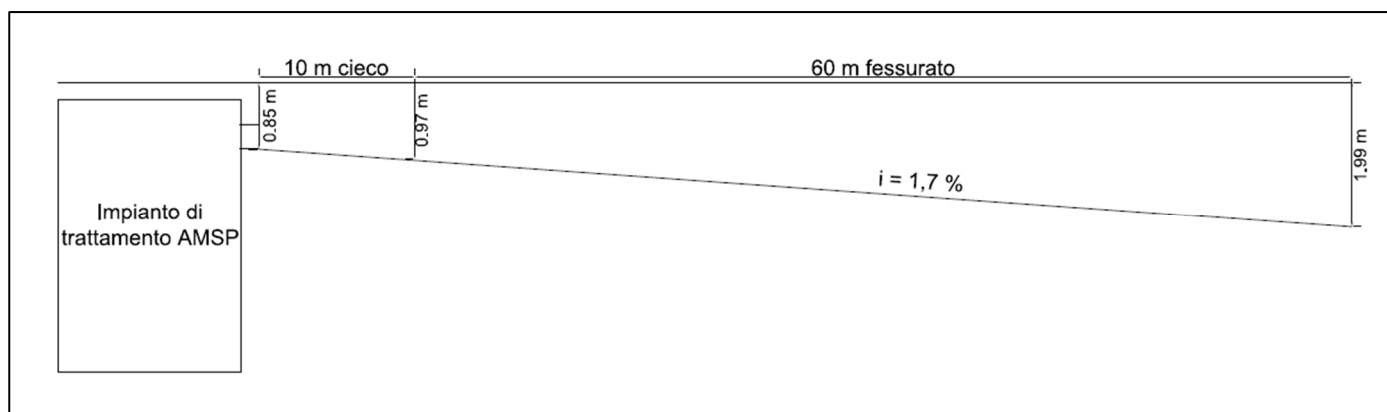


Figura 25. Profilo longitudinale della trincea disperdente

Nella figura seguente è riportata una sezione tipologica di scavo e riempimento della trincea disperdente in progetto, considerando un valore di profondità media di 1,5 m da p.c.

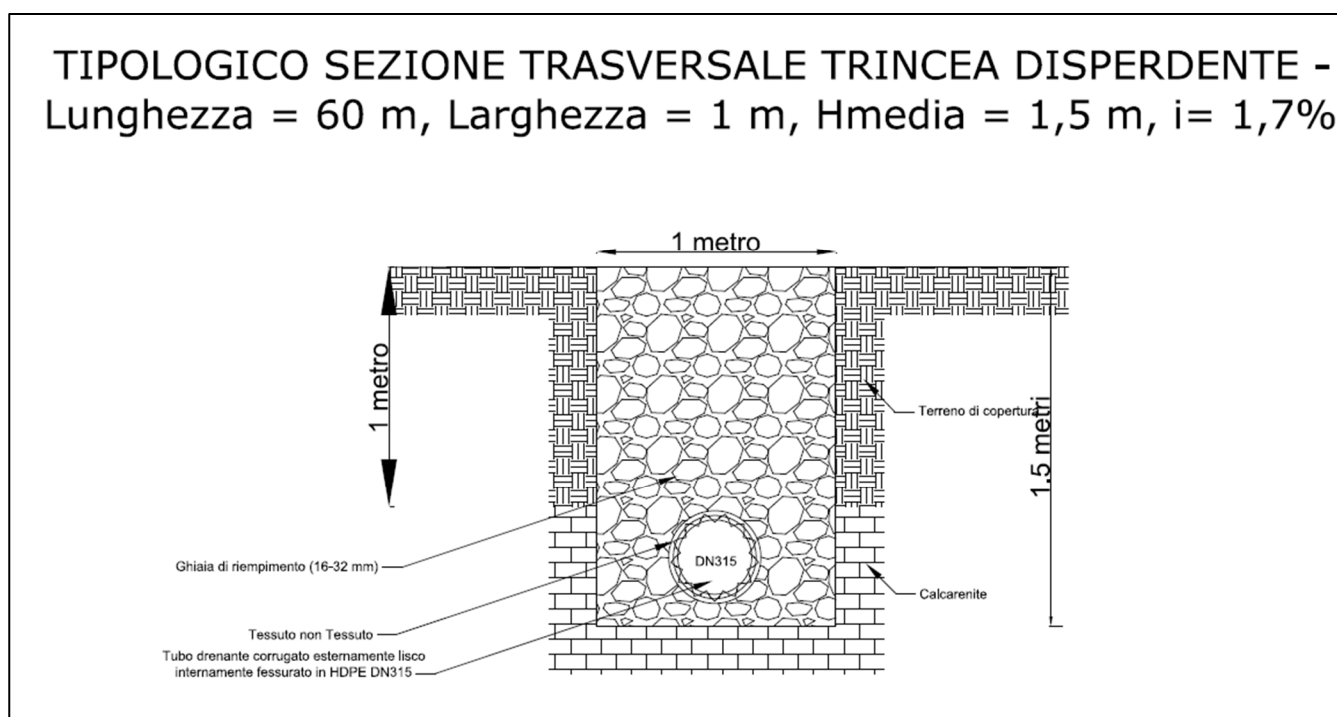


Figura 26. Tipologico di sezione della trincea disperdente

La tubazione drenante da porre in opera alla base dello scavo prevista è specifica per le opere di invarianza idraulica, drenaggio e trincee drenanti.

In particolare, trattasi di tubazione in polietilene ad alta densità (HDPE) nero corrugato esternamente (colore nero) e liscio internamente (colore blu), fessurato con spirali in acciaio, idoneo per interventi di drenaggio ed invarianza idraulica. I fori, grazie ai quali l'acqua può entrare all'interno della tubazione senza portare con sé residui di materiale fine, sono disposti lungo la gola tra le spirali di acciaio.

La tubazione è cieca nella porzione inferiore per un angolo che può variare da $180^\circ \div 90^\circ$, al fine di evitare che l'acqua drenata all'interno della tubazione defluisca preferenzialmente per gravità al di sotto della tubazione, nel terreno circostante solamente per il tratto iniziale della trincea. La presenza di una porzione

cieca di tubazione consente un drenaggio omogeneo lungo tutta la lunghezza della trincea, evitando vie preferenziali di drenaggio verso il basso nel primo tratto.

Nel caso della trincea disperdente in progetto è stato selezionato un angolo cieco della porzione inferiore della tubazione di 180°.

Di seguito sono riportate alcune figure rappresentative della tubazione drenante prevista.

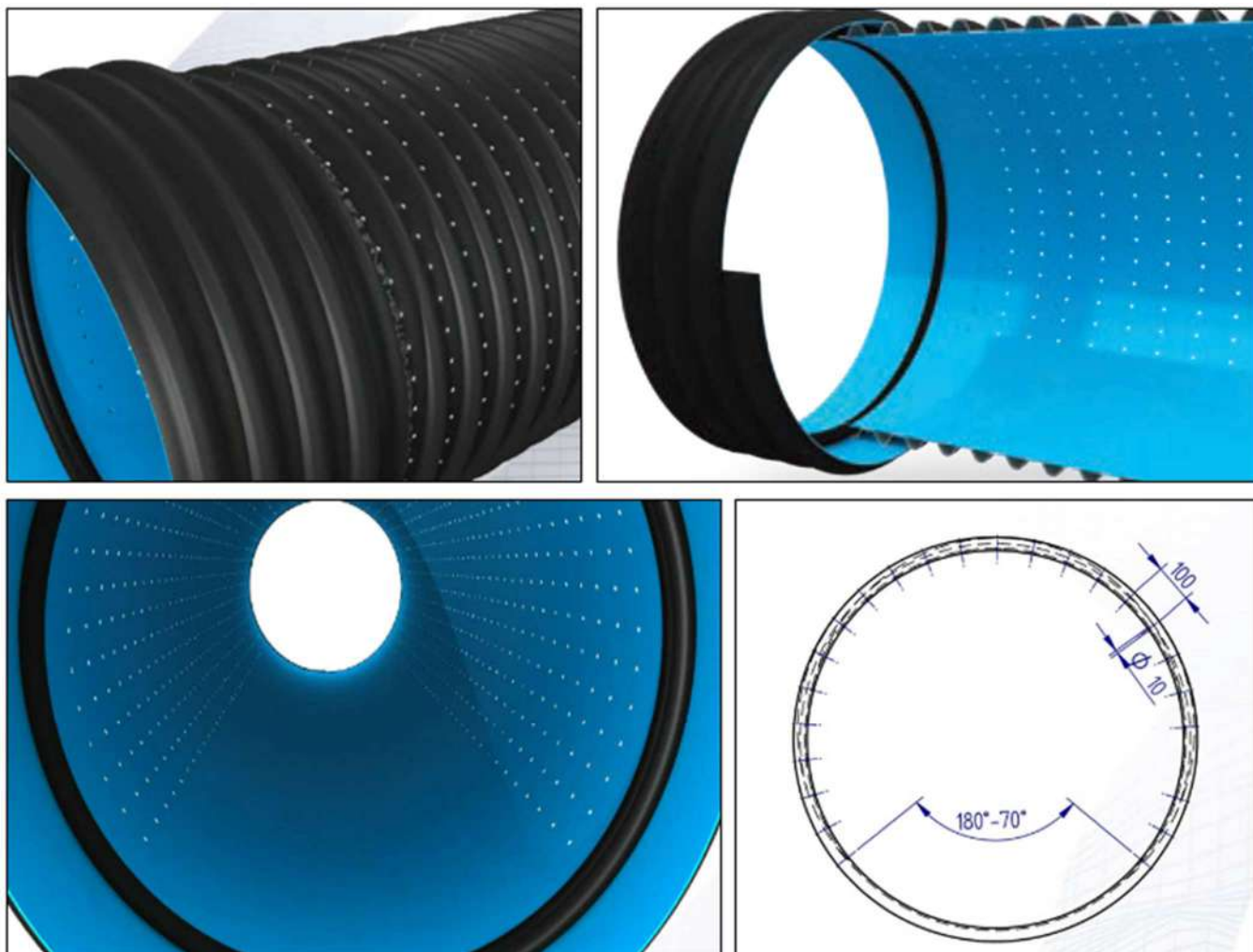


Figura 27. Tubazione drenante

Per garantire una separazione tra materiale di riempimento drenante e tubazione drenante, una filtrazione del materiale fine potenzialmente presente che potrebbe portare ad una totale o parziale chiusura dei fori della tubazione, oltre che rinforzo e protezione, si prevede la posa in opera lungo tutta la lunghezza della tubazione stessa all'interno della trincea, di uno strato di geotessile della tipologia Tessuto non Tessuto (TNT). Nella figura seguente è riportata una rappresentazione grafica del geotessile TNT previsto.

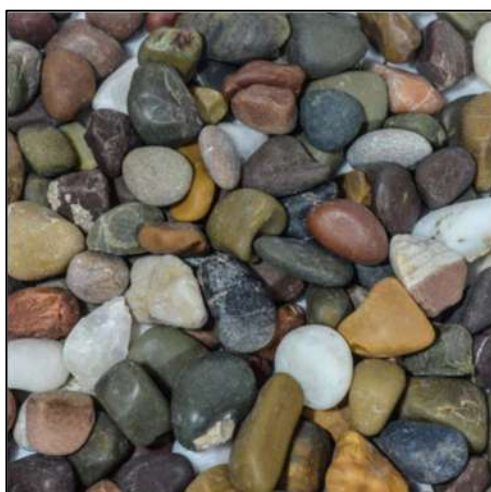


Figura 28. Geotessile Tessuto non Tessuto (TNT)

Lo strato di Tessuto non Tessuto previsto è realizzato con fibre di polipropilene (PP) a fiocco coesionato mediante agugliatura che può essere successivamente termostabilizzato tramite trattamento di termocalandratura tale da conferirgli minore spessore e maggiore rigidità.

Per il riempimento della trincea disperdente è prevista la posa in opera di materiale drenante con porosità efficace del 30 %, 0,3, ovvero una ghiaia media.

Nel caso specifico si prevede la posa in opera di ghiaia media silicea lavata, arrotondata, calibrata e classata con granulometria 20-30 mm, categoria 16/32 mm secondo EN 12620, con % di passante alla maglia 10 mm pari a 0,01 %, come rappresentato nella figura seguente.



Luce maglie mm	Media
31,500	0,0
20,000	49,9
16,000	91,4
14,000	97,8
12,500	99,4
10,000	99,9

Figura 29. Materiale drenante di riempimento – ghiaia media

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