

IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO DI TREVIGNANO



REALIZZAZIONE DEL COMPARTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA E UPGRADING PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA C.I.G.: 7988540FBD

Committente:

Contarina S.p.A.

Via Vittorio Veneto, 6
31027 Lovadina di Spresiano (TV)

Progettista:



0.0	18/12/2019	D. Onorati	F. Seni M. Martella	L. Bianchi	Prima emissione
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: DOC 2.2		Titolo elaborato: RELAZIONE IDRAULICA			

1. INTRODUZIONE	4
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA	6
3.1. Rete di adduzione delle acque per fini industriali	6
3.2. Rete di raccolta e drenaggio delle acque reflue industriali di processo e di lavaggio	6
3.3. Rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche	6
4. DATI DI PROGETTO	8
4.1. Rete di adduzione delle acque per fini industriali	8
4.2. Rete di raccolta e drenaggio delle acque reflue industriali di processo e di lavaggio	8
4.3. Rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche	9
4.3.1. Dati pluviometrici di progetto	9
4.3.2. Determinazione delle portate critiche.....	10
4.4. Impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia.....	13
5. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA.....	15
5.1. Dimensionamento idraulico rete di adduzione delle acque per fini industriali	15
5.1.1. Metodo di calcolo	15
5.1.2. Calcolo idraulico.....	17
5.2. Dimensionamento idraulico rete di adduzione delle acque per fini industriali	18
5.2.1. Metodo di calcolo	18
5.2.2. Calcolo idraulico.....	18
5.3. Dimensionamento e verifica idraulica rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche	19
5.3.1. Tratti a gravità	19
5.3.1. Tratti in pressione.....	23
5.3.1.1 Metodo di calcolo	23
5.3.1.2 Calcolo idraulico.....	23
5.4. Dimensionamento impianto di trattamento acque di prima pioggia	25
6. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'INVARIANZA IDRAULICA.....	26
INDICE DELLE FIGURE	28
INDICE DELLE TABELLE	29

ELABORATI GRAFICI

DOC_TAV 6.0 Planimetria rete acque reflue

DOC_TAV 7.0 Planimetria rete acqua industriale

DOC_TAV 8.0 Planimetria rete acque meteoriche

1. INTRODUZIONE

La realizzazione di un impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano, da realizzarsi presso l'impianto di compostaggio di Contarina S.p.A., situato nel Comune di Trevignano (TV), richiede la realizzazione di nuove reti di raccolta delle acque meteoriche, di raccolta delle acque reflue e di fornitura di acqua industriale.

Nella presente relazione vengono esplicitati i pre-dimensionamenti e le verifiche idrauliche, relative alle reti di drenaggio delle acque reflue e alle reti di adduzione delle acque industriali per cui sono previste connessioni idrauliche agli impianti idrici già esistenti presso lo stabilimento di compostaggio, per la cui descrizione dettagliata si rimanda al capitolo 2 dell'elaborato "DOC 2.8_Relazione descrittiva reti di raccolta acque".

Il presente elaborato è articolato nelle seguenti sezioni:

- Inquadramento normativo e documentazione di riferimento;
- Descrizione della soluzione progettuale adottata;
- Determinazione dei dati di progetto per ciascuna rete in progetto;
- Dimensionamento e verifica idraulica degli elementi idraulici relativi a ciascuna rete in progetto;
- Considerazioni in merito all'invarianza idraulica.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

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

- D.Lgs n.152 del 03/04/2006 "Norme in materia ambientale" e ss.mm. ii.;
- Norme tecniche UNI e UNI-EN;
- PAT del Comune di Paese;
- D.G.R. n. 2948 del 06 ottobre 2009.

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

- Progetto di riqualificazione ambientale funzionale dell'impianto di compostaggio – Elaborato CA.02 "Relazione idraulica"

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA

La soluzione progettuale adottata prevede la realizzazione, a servizio degli impianti di nuova realizzazione, delle seguenti reti:

- Rete di adduzione delle acque per fini industriali;
- Rete di raccolta e drenaggio delle acque reflue industriali di processo e di lavaggio;
- Rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche di prima pioggia, per cui è previsto opportuno trattamento, e di seconda pioggia-

Si riportano nei successivi paragrafi delle descrizioni sintetiche delle soluzioni progettuali previste per le tipologie di acque sopra elencate. Per una descrizione più dettagliata ed esaustiva si rimanda al capitolo 3 dell'elaborato "DOC 2.8_Relazione descrittiva reti di raccolta acque".

3.1. Rete di adduzione delle acque per fini industriali

Al fine di garantire il fabbisogno idrico industriale previsto dall'impianto di digestione anaerobica in progetto è prevista la realizzazione di una linea di adduzione idrica, connessa all'impianto idrico di recupero e riutilizzo delle acque meteoriche dello stabilimento di compostaggio esistente, mediante installazione di apposito gruppo di pressurizzazione a servizio della vasca esistente V2 di rilancio delle acque meteoriche dilavanti le superfici coperte.

La rete di adduzione delle acque industriali in progetto è rappresentata nell'elaborato grafico "DOC_TAV_7.0_Planimetria rete acqua industriale".

3.2. Rete di raccolta e drenaggio delle acque reflue industriali di processo e di lavaggio

Le acque reflue industriali prodotte dallo svolgimento delle attività previste dall'impianto di digestione anaerobica in progetto saranno raccolte e drenate a gravità da una rete dedicata verso il pozzetto di rilancio V14 attrezzato con elettropompa sommergibile che garantirà, mediante l'attraversamento in progetto del canale San Zeno, il rilancio verso uno dei pozzetti della rete esistente di raccolta percolati e acque di lavaggio a servizio dell'impianto di compostaggio che recapita alla vasca V6 di stoccaggio, per il successivo riutilizzo all'interno dello stabilimento o per l'eventuale smaltimento presso impianti terzi.

La rete di raccolta e drenaggio delle acque reflue industriali in progetto è rappresentata nell'elaborato grafico "DOC_TAV_6.0_Planimetria rete acque reflue".

3.3. Rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche

Le acque meteoriche prodotte dall'impermeabilizzazione delle superfici prevista dagli interventi in progetto verranno raccolte e drenate attraverso una rete di drenaggio dedicata a servizio delle seguenti aree impermeabilizzate:

- aree impianti di digestione anaerobica;
- area impianti upgrading del biogas;
- area impianti di compressione e di liquefazione del biometano.

A valle della raccolta e drenaggio la gestione delle acque meteoriche prodotte avverrà con il medesimo approccio già in atto nell'area dello stabilimento di compostaggio esistente, finalizzato a massimizzarne il recupero e il riutilizzo come acqua tecnica per usi interni sfruttando, a questo scopo, le volumetrie delle vasche di accumulo già presenti.

A fine di garantire il recapito delle acque meteoriche prodotte nell'area degli impianti di compressione e di liquefazione del biometano alla rete di drenaggio dell'area degli impianti di digestione anaerobica e upgrading del biogas è prevista l'installazione di una stazione di sollevamento V15 attrezzata con n. 2 elettropompe sommergibili (PM605-A/B).

Le acque meteoriche così raccolte vengo drenate verso l'impianto compatto monoblocco V11, con funzionamento in discontinuo, destinato al trattamento della sola aliquota di acque meteoriche di prima pioggia prodotta. Le acque meteoriche di prima pioggia trattate dall'impianto vengono scaricate nel pozzetto di sollevamento V12 dal quale vengono rilanciate, mediante l'elettropompa sommergibile PM602 alla vasca V5 esistente di accumulo acque di prima pioggia pretrattate presso lo stabilimento di compostaggio esistente. Da qui le acque possono essere rilanciate alla vasca V3 di raccolta delle acque di seconda pioggia o, in alternativa (se di qualità non idonea), essere smaltite presso impianti terzi come rifiuti.

L'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia previsto è provvisto di sistema di by-pass che permette la gestione delle acque di seconda pioggia con relativa deviazione verso la vasca di sollevamento V13, attrezzata con n. 2 pompe sommergibili PM603-A/B che permettono il rilancio delle acque meteoriche di seconda pioggia alla vasca V3 di accumulo esistente, da cui sono prelevate per i riutilizzi interni all'impianto di compostaggio o, in caso di apporti in eccesso rispetto al fabbisogno, sfiorano per troppo pieno al sistema di compensazione idraulica (scarico al canale San Zeno per l'aliquota autorizzata, trincea drenante e bacino di laminazione in caso di flussi eccedenti). La rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche di prima pioggia, per cui è previsto trattamento, e di seconda pioggia in progetto è rappresentata nell'elaborato grafico "DOC_TAV_8.0_Planimetria rete acque meteoriche".

4. DATI DI PROGETTO

Nella presente sezione viene riportata la determinazione degli specifici dati di progetto relativi a ciascuna delle tre reti di drenaggio e adduzione, ed all'impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia, descritti nel precedente capitolo 3.

4.1. Rete di adduzione delle acque per fini industriali

In analogia ai dati del progetto originario per la fornitura dell'acqua industriale all'impianto di lavaggi mezzi aziendali si riportano di seguito i dati di progetto per il dimensionamento della rete di adduzione delle acque per fini industriali:

- $Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $P = 4 \text{ bar}$.

Oltre ai dati di portata e pressione di esercizio richiesti definiti sulla base del progetto originario occorre definire, per la determinazione delle perdite di carico indotte, anche i seguenti ulteriori dati di progetto:

- Lunghezza della linea di mandata, con riferimento al punto di recapito posto a maggiore distanza dalla vasca di rilancio V2, pari a circa 260 m;
- H geodetica pressochè nulla;
- Caratteristiche del fluido trasportato:
 - Viscosità cinematica dell'acqua: $0,0000014 \text{ m}^2/\text{s}$;
 - Temperatura: $17 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - Densità: $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$.

4.2. Rete di raccolta e drenaggio delle acque reflue industriali di processo e di lavaggio

I volumi di acque reflue industriali prodotte dalle attività previste dai nuovi impianti vengono di seguito riportati:

- Volumi di acque reflue industriali legate ad:
 - eventi accidentali di spandimento dai sistemi di caricamento del rifiuto o dalle pompe di rilancio del digestato che interessano le aree della platea in testa e in coda ai digestori;
 - le acque industriali utilizzate per le operazioni di lavaggio effettuate nelle medesime aree;
 - eventuale produzione di percolato derivante dai sistemi raschiatori per la pulizia dei nastri trasportatori che convogliano la miscela FORSU/verde all'impianto di digestione anaerobica.

Gli spandimenti sono eventi occasionali, le operazioni di lavaggio avvengono sporadicamente ed i percolati prodotti delle operazioni di pulizia dei nastri trasportatori sono minimi. Il flusso corrispondente di acque reflue industriali è stimabile in **20 m³/anno**, corrispondente mediamente a **0,06 m³/d**.

- Volumi di acque reflue industriali legate a dilavamento, ad opera delle acque meteoriche, delle zone della platea in testa e in coda ai digestori. Il flusso medio derivante da tali acque meteoriche di dilavamento può essere stimato considerando la piovosità media annua di 1.100 mm/anno ed un'efficienza di recupero del 95% (in analogia con quanto fatto in sede di progetto autorizzato) e l'estensione delle superfici interessate di 211 m², determinando un flusso di **219,5 m³/anno**, corrispondente ad una portata media di **0,60 m³/d**.
- Volumi di acque reflue industriali legati allo scarico di condense separate dal circuito del biogas e dall'impianto di upgrading del biogas a biometano. Sulla base del bilancio di massa nelle condizioni di progetto (si veda la Relazione tecnica, elaborato DOC_2.0), il quantitativo di condense separate è stimabile in **446 m³/anno**, corrispondente mediamente a **1,22 m³/d**.

Il volume totale di acque reflue industriali prodotto ed inviato al sistema di raccolta percolati e acque di lavaggio dell'impianto di compostaggio esistente è pertanto stimabile complessivamente in **685,5 m³/anno**, corrispondente ad una portata media di **1,88 m³/d**.

Oltre al dato di portata definito, per il dimensionamento della linea in pressione di rilancio dal pozzetto V14 alla rete esistente di raccolta percolati e acque di lavaggio a servizio dell'impianto di compostaggio esistente, occorre definire, per la determinazione delle perdite di carico indotte, anche i seguenti ulteriori dati di progetto:

- Lunghezza della linea di mandata della vasca di rilancio V14, pari a circa 87 m;
- H geodetica pari a circa 4 m;
- Caratteristiche del fluido trasportato:
 - Viscosità cinematica dell'acqua: 0,0000014 m²/s;
 - Temperatura: 17 °C;
 - Densità: 1000 kg/m³.

4.3. Rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche

4.3.1. Dati pluviometrici di progetto

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite. La curva di possibilità pluviometrica ha la forma:

$$h = a \cdot d^n \quad (1)$$

dove:

- h = altezza di pioggia caduta nel tempo considerato (mm);
- d = durata della precipitazione (ore);
- a = parametro (mm);

n = parametro adimensionale.

Entrambi i parametri a e n risultano in generale variabili al variare del tempo di ritorno considerato. Tuttavia, mentre il parametro a, che rappresenta l'altezza di pioggia di durata unitaria avente il tempo di ritorno T, è ovviamente crescente al crescere del tempo di ritorno, il parametro n presenta spesso variazioni modeste al variare di T.

Nel caso in esame, la rete di drenaggio delle aree afferenti ai nuovi impianti è stata dimensionata seguendo la medesima procedura seguita dal progetto autorizzato di riqualificazione ambientale e funzionale dell'impianto di compostaggio e considerando gli stessi dati di riferimento. La rete è stata pertanto dimensionata per piogge con tempo di ritorno decennale rilevate dalla Stazione di Treviso, così come ricalcolate a partire dagli annali idrologici che, per le durate di interesse inferiori all'ora, risultano essere le più gravose tra quelle a disposizione (stazioni di Treviso, Nervesa e Villorba), come mostrato in 1. La curva di possibilità pluviometrica considerata risulta pertanto:

$$h = 56.872 \cdot d^{0.245} \quad (2)$$

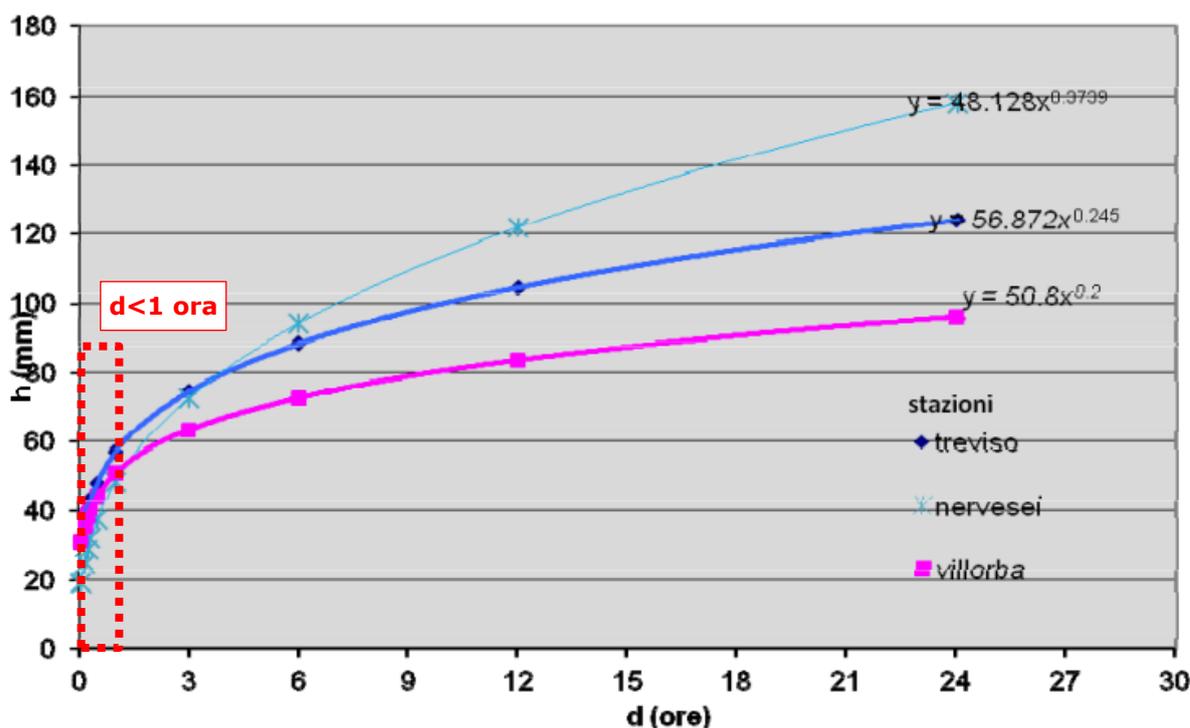


Figura 1. Curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno T=10 anni per le stazioni di Treviso, Nervesa e Villorba (estratto dal Progetto di riqualificazione ambientale funzionale dell'impianto di compostaggio - Elaborato CA.02 "Relazione idraulica")

4.3.2. Determinazione delle portate critiche

La determinazione delle portate critiche, assunte quale elemento di calcolo per il dimensionamento della rete delle acque bianche, è chiaramente funzione della superficie scolante (bacino imbrifero di riferimento) e dei relativi contributi idrici, correlati alle piogge intense adottate. In ossequio alle

procedure descritte in letteratura, la quantificazione della portata critica che interessa il singolo tratto di canalizzazione comporta:

- la definizione del bacino imbrifero e della sua sezione scolante;
- la misura e la determinazione dei parametri geometrici del bacino;
- il calcolo del tempo di corrivazione del bacino;
- la quantificazione dell'altezza di pioggia corrispondente al tempo di corrivazione;
- il calcolo della portata critica, applicando metodi consolidati.

In particolare, il tempo di corrivazione delle aree individuate nei bacini in esame, assai antropizzati, regimati e ritenuti pressoché impermeabili (aree asfaltate e coperture, oltre ad una piccola quota di area destinata a verde) è spesso assunto pari a 10 minuti, in modo empirico e cautelativo, intendendo con ciò che tutta la superficie del singolo sottobacino contribuisce, nel tempo indicato, alla formazione della corrente di piena nella sezione esaminata.

I bacini imbriferi considerati per le aree dei nuovi impianti sono mostrati in Figura 2, unitamente all'articolazione della rete di drenaggio prevista.

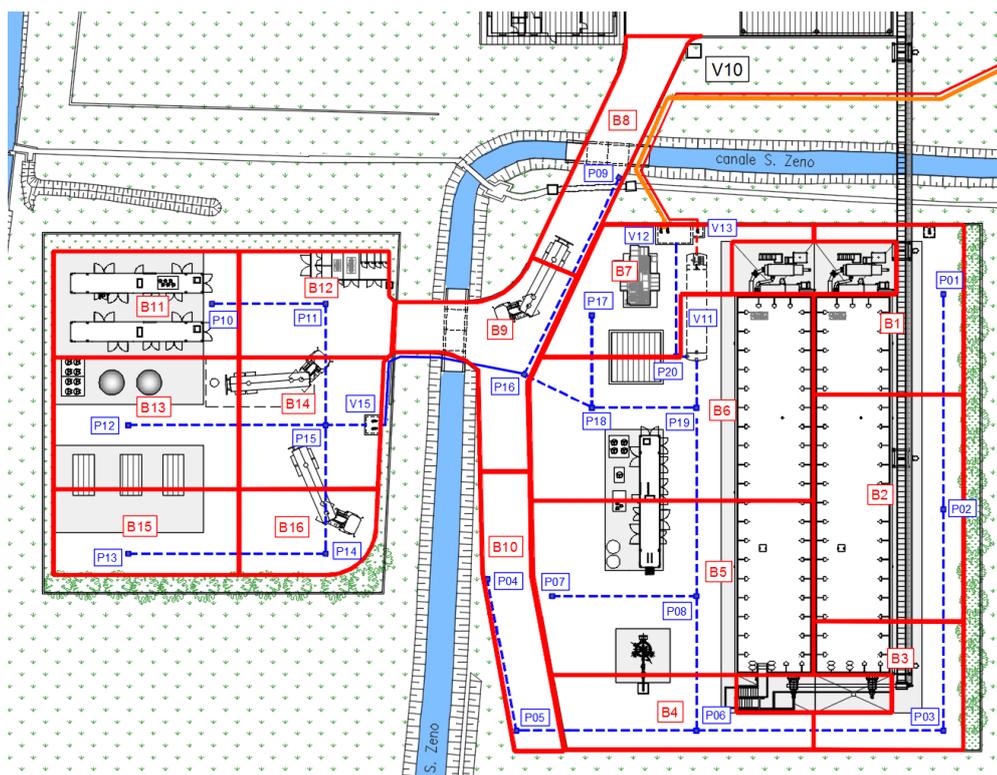


Figura 2. Stralcio planimetrico con indicazione dei bacini imbriferi considerati

Una volta definiti i bacini imbriferi, le rispettive aree e la quantità di pioggia critica, è possibile procedere alla determinazione delle portate idrauliche per il dimensionamento e la verifica delle tubazioni nelle sezioni significative. Le portate corrispondenti alle superfici scolanti individuate e ai tempi di pioggia previsti vengono calcolate adottando il metodo cinematico:

$$Q = \frac{\varphi \cdot \varepsilon \cdot h \cdot A}{t_c} \quad (3)$$

dove:

- Q (m³/s): portata di deflusso dal bacino scolante;
- φ : coefficiente di deflusso, assunto pari a 0,95;
- ε : coefficiente di laminazione/ritardo (valore che dipende dalle caratteristiche del bacino (superficie, pendenza dei versanti, sviluppo della rete idrografica, natura dei terreni, ecc.), assunto cautelativamente pari a 0,95 per le aree impermeabili). Il coefficiente vuole tener conto della "laminazione" dovuta alla quantità di acqua necessaria a "bagnare" la superficie scolante (velo d'acqua sulle pavimentazioni soggetto alla tensione superficiale) e a riempire gli avvallamenti e le depressioni superficiali (discontinuità asfalto...). In sostanza tiene conto dell'effetto laminazione che si ha finché tali volumi non vengono riempiti e si origina poi effettivamente il deflusso superficiale;
- t_c (ore): tempo di corrivazione, assunto cautelativamente pari a 15 minuti (0,25 ore);
- h (m): altezza di pioggia determinata per il rispettivo tempo di corrivazione con la curva di possibilità pluviometrica considerata, pari a $h=56.872 \cdot 0,25^{0,245}=40,5$ mm;
- A (m²): area del bacino scolante.

In riferimento alle aree mostrate in 2, l'applicazione del metodo cinematico per piogge con tempo di ritorno $T=10$ anni determina i risultati riportati in 1.

Bacino	Area (m ²)	Portata (m ³ /s)
B1	305	0,012
B2	492	0,020
B3	237	0,010
B4	234	0,010
B5	695	0,028
B6	697	0,028
B7	290	0,012
B8	185	0,008
B9	238	0,010
B10	198	0,008
B11	285	0,012
B12	234	0,010
B13	353	0,014
B14	271	0,011
B15	230	0,009
B16	163	0,007
Totale	5.107	0,207

Tabella 1. Portate di deflusso dai bacini scolanti considerati

La superficie scolante complessiva dell'area degli impianti di compressione e liquefazione del biometano è pari a 1.536 m², corrispondente ai bacini imbriferi da B11 a B16. La portata massima complessivamente afferente alla vasca V15 di rilancio delle acque meteoriche, in base alla quale saranno dimensionate le pompe di sollevamento PM605-A/B è pertanto pari a 0,062 m³/s.

La portata massima complessivamente afferente alla vasca V13 di raccolta delle acque meteoriche di seconda pioggia, in base alla quale saranno dimensionate le pompe di sollevamento PM603-A/B, è invece pari a 0,207 m³/s.

La portata massima proveniente dall'impianto di prima pioggia afferente alla vasca V12 di scarico delle acque meteoriche di prima pioggia trattate, in base alla quale saranno dimensionate le pompe di sollevamento PM602-A/B, è invece pari a 0,003 m³/s.

Oltre ai dati di portata, per il dimensionamento delle linee in pressione V15→P16, V13→V3 e V12→V5, occorre definire, per la determinazione delle perdite di carico indotte, anche i seguenti ulteriori dati di progetto:

- Lunghezza delle rispettive linee di mandata pari a:
 - 25 m per il tratto V15→P16;
 - 85 m per il tratto V13→V3;
 - 85 m per il tratto V12→V5.
- H geodetica pari:
 - circa 2 m per il tratto V15→P16;
 - circa 5 m per il tratto V13→V3;
 - circa 5 m per il tratto V12→V5.
- Caratteristiche del fluido trasportato:
 - Viscosità cinematica dell'acqua: 0,0000014 m²/s;
 - Temperatura: 17 °C;
 - Densità: 1000 kg/m³.

4.4. Impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia

In analogia a quanto fatto in sede di progetto di adeguamento funzionale dell'impianto di compostaggio esistente, per la cui argomentazione si rimanda al paragrafo **Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.** dell'elaborato "DOC 2.8_Relazione descrittiva reti di raccolta acque", i dati progetto relativi all'impianto di prima pioggia sono stati definiti con l'obiettivo di captare e trattare i primi 15 minuti di un evento piovoso di intensità di 30 mm/h, ovvero un'altezza di precipitazione uniformemente distribuita sulla superficie scolante pari a 7,5 mm, applicando il coefficiente di deflusso di 0,9 tipico delle superfici impermeabilizzate. Va osservato che tale altezza di precipitazione di prima pioggia risulta essere più cautelativa rispetto ai 5 mm che viene solitamente considerata in questi casi e che viene peraltro indicata anche dal PAT del Comune di Paese.

La superficie impermeabilizzata complessiva generata dalle opere in progetto ammonta a **5.318 m²**. Di tale superficie, le uniche zone non afferenti alla rete delle acque meteoriche sono quelle della platea dei digestori, in testa e in coda ai digestori stessi (captate dalla rete di raccolta acque reflue come visto nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), che ammontano a 2 11 m². La superficie impermeabilizzate afferente alla rete di raccolta delle acque meteoriche, al netto di tali zone, risulta pertanto pari a **5.107 m²**, come riepilogato in Tabella 2.

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE IDRAULICA

Area	Superficie impermeabile	Superficie afferente alla rete acque meteoriche
	m ²	m ²
Area EST - Digestione anaerobica e upgrading biogas		
Strada di accesso da stabilimento di compostaggio	624	635
Copertura digestori anaerobici	866	866
Platea digestori:		
• zone in testa e in coda, captate da rete di raccolta acque reflue	211	-
• parte rimanente	291	291
Platea torcia	42	42
Platea impianto upgrading biogas	162	162
Platea gruppo di cogenerazione	26	26
Locali quadri elettrici	42	42
Viabilità interna	1.518	1.518
Area OVEST - Compressione e liquefazione biometano		
Cabina MT/BT	34	34
Platea impianto compressione biometano	189	189
Platea impianto liquefazione biometano	333	333
Viabilità interna	980	1.088
TOTALE	5.318	5.107

Tabella 2. Calcolo della superficie impermeabilizzata afferente alle reti di raccolta delle acque meteoriche

5. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA

Nella presente sezione vengono riportati i criteri di dimensionamento idraulico e gli esiti delle successive verifiche idrauliche con riferimento ai dati di progetto determinati, nel capitolo 4, per ciascuna delle tre reti di drenaggio e adduzione, e per l'impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia.

5.1. Dimensionamento idraulico rete di adduzione delle acque per fini industriali

A servizio della vasca V2 è prevista l'installazione di una stazione di sollevamento costituita da gruppo di pressurizzazione con autoclave PM509 che deve essere in grado di fornire una portata di 6 m³/h alla pressione di 4 bar.

5.1.1. Metodo di calcolo

Le perdite di carico negli impianti per il convogliamento di fluidi sono perdite di pressione causate dalle resistenze che si oppongono al moto di un fluido. Determinare il loro valore serve essenzialmente a:

1. Dimensionare le condotte che convogliano i fluidi;
2. Determinare le caratteristiche delle macchine che servono a mantenere in movimento i fluidi (impianti di sollevamento).

Le perdite di carico possono essere continue o localizzate:

- quelle continue si manifestano lungo i tratti lineari di condotta;
- quelle localizzate si manifestano, invece, in corrispondenza dei pezzi speciali che fanno variare la direzione o la sezione di passaggio del fluido (ad es. riduzioni, derivazioni, raccordi, confluenze, valvole, filtri, etc.).

Il metodo di calcolo utilizzato per la determinazione delle perdite di carico continue e localizzate lungo le linee in pressione costituenti il sistema di emungimento viene di seguito descritto.

Perdite di carico continue

Per ogni metro di tubo, le perdite di carico continue dell'acqua possono essere calcolate con la seguente formula:

$$r = F_a \cdot \frac{1}{D} \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2}$$

dove:

r = perdita di carico continua unitaria [Pa/m];

F_a = fattore di attrito [adimensionale];

R = massa volumica dell'acqua [Kg/m³];

v = velocità media dell'acqua [m/s];

D = diametro interno del tubo [m].

Fissati il diametro del tubo, la velocità media dell'acqua determinabile mediante la relazione Q/A e la sua massa volumica, il solo parametro che risulta indeterminato è il fattore di attrito, dipendente dal regime di moto del fluido e dalla rugosità dei tubi.

Il regime di moto del fluido può essere:

- laminare, quando le particelle del fluido hanno traiettorie ordinate e fra loro parallele (il moto è calmo e regolare);
- turbolento, quando le particelle del fluido si muovono in modo irregolare e variabile nel tempo (il moto è disordinato e instabile);
- transitorio, quando il moto non è chiaramente né laminare, né turbolento.

Il regime di moto di un fluido è individuabile mediante il numero di Reynolds, espresso attraverso la seguente relazione:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

dove:

Re = numero di Reynolds [adimensionale];

v = velocità media del fluido [m/s];

D = diametro interno del tubo [m];

ν = viscosità cinematica del fluido [m²/s].

In relazione a tale numero, il moto del fluido può ritenersi:

- laminare per Re minore di 2.000;
- transitorio per Re compreso fra 2.000 e 2.500;
- turbolento per Re maggiore di 2.500.

Per quanto riguarda la rugosità, per le tubazioni che trasportano acqua se ne possono considerare due classi:

- la bassa rugosità, che comprende i tubi in rame, in acciaio inox e in materiale plastico;
- la media rugosità, che comprende, invece, i tubi in acciaio nero e zincato.

Il fattore di attrito F_a è determinabile per fluidi in regime laminare con la seguente formula:

$$F_a = \frac{64}{Re}$$

Mentre in regime turbolento è determinabile con la formula di Blasius con le seguenti relazioni:

- per tubi a bassa rugosità

$$F_a = 0,316 \cdot Re^{-0,25}$$

- per tubi a media rugosità

$$F_a = 0,07 \cdot Re^{-0,13} \cdot D^{-0,14}$$

Perdite di carico localizzate

Le perdite di carico localizzate, dovute alla presenza di pezzi speciali che fanno variare la direzione o la sezione di passaggio del fluido, possono essere calcolate con uno dei seguenti metodi:

- metodo diretto: utilizza coefficienti che dipendono dalla forma e dalle dimensioni dei pezzi speciali;
- metodo indiretto: utilizza le lunghezze equivalenti, ossia sostituisce ad ogni pezzo speciale, un tratto di tubo lineare, in grado di dare le stesse perdite di carico.

Per il dimensionamento di condotte ed impianti di sollevamento è stato fatto riferimento, per la sua sufficiente accuratezza, al metodo diretto. Con tale metodo le perdite di carico localizzate vengono determinate con la seguente formula:

$$\Delta H = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

dove:

ΔH = perdita di carico localizzata [Pa/m];

k = coefficiente di resistenza localizzata [adimensionale];

v = velocità media dell'acqua [m/s].

Il valore dei coefficienti k dipende, essenzialmente, dalla configurazione geometrica e dal numero di Reynolds; spesso, però, la dipendenza di k dal numero di Reynolds è trascurabile. Per il coefficiente di resistenza localizzata k sono stati considerati i valori presi dal data base ASHRAE.

5.1.2. Calcolo idraulico

Si riportano nella successiva Tabella 3 il tabulato di calcolo con i risultati della simulazione eseguita, con riferimento al metodo di calcolo esposto nel precedente paragrafo, per il calcolo delle perdite di carico totali (continue e localizzate) lungo la linea di sollevamento dalla vasca V2 sino al punto di recapito acque industriale più distate.

INPUT						NOTE
Q	D i	viscosità	Densità	L	Pezzi speciali	
l/min	mm	m ² /s	kg/mc	m	n.	
100	51,4	1,4E-06	1000	260	20	
Q	0,001667	mc/s				
D	0,0514	m				
A	0,002074	m ^q				
v	0,80	m/s				
Reynolds	29504					
FA	0,02					
J	151,4704	Pa/m				
J	0,015	m/m				
J _{tot}	4,02	m				Perdita di carico continue
ζ	0,09					
J/localizzate	30	mm c.a.				
J/localizzate	0,59	m				Perdita di carico localizzate Totale
H esercizio	40,00	m				
H geotetica	0	m				
OUTPUT						
J TOT	45	m				

Tabella 3. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento dalla stazione V2

Ipotizzando dunque una linea di mandata costituita da tubazioni in PEAD PN16 SDR11 con De = 63 mm il gruppo di pressurizzazione dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- Q = 6 m³/h;
- H = 45 m.

5.2. Dimensionamento idraulico rete di adduzione delle acque per fini industriali

A servizio della vasca V14 è prevista l'installazione di una stazione di sollevamento costituita da elettropompa sommergibile PM604.

5.2.1. Metodo di calcolo

Per la trattazione del metodo di calcolo utilizzato si rimanda al precedente sottoparagrafo 5.1.1.

5.2.2. Calcolo idraulico

Si riportano nella successiva Tabella 3 il tabulato di calcolo con i risultati della simulazione eseguita, con riferimento al metodo di calcolo esposto nel precedente paragrafo, per il calcolo delle perdite di carico totali (continue e localizzate) lungo la linea di sollevamento dalla vasca V14 sino al nodo di connessione con la rete di raccolta percolati e acque di lavaggio a servizio dell'impianto di compostaggio esistente.

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE IDRAULICA

INPUT						NOTE
Q	D i	viscosità	densità	L	Pezzi speciali	
l/min	mm	m ² /s	kg/mc	m	n.	
166,66	51,4	1,4E-06	1000	87	13	
Q	0,002778	mc/s				
D	0,0514	m				
A	0,002074	mq				
v	1,34	m/s				
Reynolds	49172					
FA	0,02					
J	370,282	Pa/m				
J	0,038	m/m				
Jtot	3,29	m				Perdita di carico continue
ζ	0,09					
J/localizzate	82	mm c.a.				
J/localizzate	1,07	m				Perdita di carico localizzate Totale
H geotetica	3	m				
OUTPUT						
J TOT	7	m				

Tabella 4. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento dalla stazione V14

Ipotizzando dunque una linea di mandata costituita da tubazioni in PEAD PN16 SDR11 con De = 63 mm l'elettropompa sommersibile dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- Q = 10 m³/h
- H = 7 m

5.3. Dimensionamento e verifica idraulica rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche

5.3.1. Tratti a gravità

Il dimensionamento idraulico, una volta definiti i parametri di progetto, consiste nel determinare le dimensioni da assegnare agli elementi di drenaggio nei vati tratti in modo tale che la portata la portata transitante sia confrontabile con quella massima ammissibile dall'elemento idraulico relativo al singolo tratto considerando un assegnato tirante idrico massimo h in grado di assicurare un prefissato franco minimo di sicurezza.

Per quanto riguarda la rete di drenaggio delle acque meteoriche in progetto è previsto l'utilizzo di tubazioni in PVC conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN 4 per fognature con funzionamento a pelo libero.

Le caratteristiche dimensionali degli elementi idraulici precedentemente descritti e le pendenze di progetto dei vari elementi idraulici sono riportate nella successiva Tabella 5.

Per il dimensionamento sono stati considerati diametro interno e coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strickler pari a 100 m^{1/3}/s valido per tubi in PVC.

Per evitare che le tubazioni interrato vadano in pressione è stato considerato un riempimento massimo ammissibile dell'80 % per le tubazioni interrato in corrispondenza delle relative portate critiche di progetto.

ELEMENTI INTERRATI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE	Forma sezione	Materiale	Ks [m ^{1/3} /s]	Portata di progetto [l/s]	Portata di progetto [m ³ /s]	Pendenza	Diametro estremo [mm]	Diametro interno [m]
P01--> P02	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	12	0,012	0,50%	160	0,152
P02--> P03	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	32	0,032	0,50%	250	0,2376
P03--> P06	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	42	0,042	0,50%	250	0,2376
P04--> P05	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	8	0,008	0,50%	160	0,152
P05--> P06	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	8	0,008	0,50%	160	0,152
P06--> P08	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	60	0,06	0,50%	315	0,2996
P07--> P08	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	14	0,014	0,50%	160	0,152
P08--> P19	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	88	0,088	0,50%	315	0,2996
P10--> P11	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	12	0,012	0,50%	160	0,152
P11--> P15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	21	0,021	0,50%	200	0,1902
P12--> P15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	14	0,014	0,50%	160	0,152
P13--> P14	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	9	0,009	0,50%	160	0,152
P14--> P15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	16	0,016	0,50%	200	0,1902
P15--> V15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	62	0,062	0,50%	315	0,2996
P09--> P16	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	8	0,008	0,50%	160	0,152
P16--> P18	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	80	0,08	0,50%	315	0,2996
P17--> P18	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	12	0,012	0,50%	160	0,152
P18--> P19	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	105	0,105	0,50%	400	0,3804
P20--> V13	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	207	0,207	0,50%	500	0,4754
P19--> V12	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	207	0,207	0,50%	500	0,4754
V11--> V12	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	3	0,003	0,50%	200	0,1902

Tabella 5. Dati di progetto per i tratti di drenaggio sotterranei della rete acque meteoriche

La successiva fase di verifica idraulica della rete di drenaggio è avvenuta mediante il confronto fra la portata scolante di progetto e quella massima consentita dal relativo elemento idraulico di raccolta e drenaggio (condotte in PVC) nel singolo tratto.

Per le condotte in PVC la verifica è stata effettuata, nell'ipotesi di moto uniforme, utilizzando la formula di Manning-Strickler:

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

dove:

v= velocità della corrente [m/s];

Ks= coefficiente di Gaukler-Strickler;

R= raggio idraulico [m];

J= pendenza della condotta per moto uniforme;

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.

I risultati delle verifiche idrauliche, relative ad un evento di pioggia avente un tempo di ritorno pari a 10 anni, effettuate sui tratti di drenaggio costituiti da collettori in PVC precedentemente dimensionati sono riportati in Tabella 6.

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE IDRAULICA

ELEMENTI INTERRATI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE	Forma sezione	Materiale	Ks [m ^{1/3} /s]	Portata di progetto [l/s]	Portata di progetto [m ³ /s]	Pendenza	Diametro estremo [mm]	Diametro interno [m]	Altezza pelo libero [m]	Raggio [m]	Larghezza pelo libero [m]	Angolo al centro [rad]	Area Bagnata [m ²]	Perimetro Bagnato [m]	Raggio Idraulico [m]	Grado di riempimento [%]	Velocità V(h) [m/s]	Portata Q(h) [m ³ /s]	Portata Q(h) [l/s]	Verifica
P01--> P02	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	12	0,012	0,50%	160	0,152	0,106	0,076	0,1397	3,9532	0,0135	0,3004	0,0450	0,70	0,8942	0,012	12	OK
P02--> P03	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	32	0,032	0,50%	250	0,2376	0,143	0,1188	0,2326	3,5519	0,0279	0,4220	0,0661	0,60	1,1556	0,032	32	OK
P03--> P06	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	42	0,042	0,50%	250	0,2376	0,173	0,1188	0,2114	4,0891	0,0346	0,4858	0,0712	0,73	1,2146	0,042	42	OK
P04--> P05	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	8	0,008	0,50%	160	0,152	0,081	0,076	0,1517	3,2733	0,0098	0,2488	0,0395	0,53	0,8205	0,008	8	OK
P05--> P06	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	8	0,008	0,50%	160	0,152	0,081	0,076	0,1517	3,2733	0,0098	0,2488	0,0395	0,53	0,8205	0,008	8	OK
P06--> P08	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	60	0,06	0,50%	315	0,2996	0,181	0,1498	0,2930	3,5612	0,0445	0,5335	0,0835	0,60	1,3505	0,060	60	OK
P07--> P08	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	14	0,014	0,50%	160	0,152	0,121	0,076	0,1225	4,4089	0,0155	0,3351	0,0462	0,80	0,9108	0,014	14	OK
P08--> P19	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	88	0,088	0,50%	315	0,2996	0,244	0,1498	0,2329	4,5017	0,0615	0,6744	0,0912	0,81	1,4324	0,088	88	OK
P10--> P11	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	12	0,012	0,50%	160	0,152	0,106	0,076	0,1397	3,9532	0,0135	0,3004	0,0450	0,70	0,8942	0,012	12	OK
P11--> P15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	21	0,021	0,50%	200	0,1902	0,129	0,0951	0,1777	3,8706	0,0205	0,3681	0,0557	0,68	1,0317	0,021	21	OK
P12--> P15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	14	0,014	0,50%	160	0,152	0,121	0,076	0,1225	4,4089	0,0155	0,3351	0,0462	0,80	0,9108	0,014	14	OK
P13--> P14	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	9	0,009	0,50%	160	0,152	0,087	0,076	0,1504	3,4321	0,0107	0,2608	0,0412	0,57	0,8431	0,009	9	OK
P14--> P15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	16	0,016	0,50%	200	0,1902	0,107	0,0951	0,1887	3,3925	0,0165	0,3226	0,0510	0,56	0,9728	0,016	16	OK
P15--> V15	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	62	0,062	0,50%	315	0,2996	0,185	0,1498	0,2912	3,6160	0,0457	0,5417	0,0844	0,62	1,3601	0,062	62	OK
P09--> P16	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	8	0,008	0,50%	160	0,152	0,081	0,076	0,1517	3,2733	0,0098	0,2488	0,0395	0,53	0,8205	0,008	8	OK
P16--> P18	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	80	0,08	0,50%	315	0,2996	0,223	0,1498	0,2614	4,1627	0,0563	0,6236	0,0902	0,74	1,4226	0,080	80	OK
P17--> P18	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	12	0,012	0,50%	160	0,152	0,106	0,076	0,1397	3,9532	0,0135	0,3004	0,0450	0,70	0,8942	0,012	12	OK
P18--> P19	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	105	0,105	0,50%	400	0,3804	0,219	0,1902	0,3760	3,4456	0,0677	0,6554	0,1034	0,58	1,5574	0,105	105	OK
P20--> V13	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	207	0,207	0,50%	500	0,4754	0,289	0,2377	0,4642	3,5767	0,1129	0,8502	0,1329	0,61	1,8411	0,208	208	OK
P19--> V12	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	207	0,207	0,50%	500	0,4754	0,289	0,2377	0,4642	3,5767	0,1129	0,8502	0,1329	0,61	1,8411	0,208	208	OK
V11--> V12	CIRCOLARE	PVC SN4 SDR41	100	3	0,003	0,50%	200	0,1902	0,044	0,0951	0,1604	2,0071	0,0050	0,1909	0,0261	0,23	0,6218	0,003	3	OK

Tabella 6. Verifiche idrauliche elementi di drenaggio interrati con dimensionamento a pelo libero

5.3.1. Tratti in pressione

A servizio della rete di drenaggio delle acque meteoriche è prevista l'installazione delle seguenti stazioni di sollevamento con relative linee di sollevamento in pressione:

- Tratto V15-P16;
- Tratto V13-V3;
- Tratto V12-V5.

5.3.1.1 Metodo di calcolo

Per la trattazione del metodo di calcolo utilizzato si rimanda al sottoparagrafo 5.1.1.

5.3.1.2 Calcolo idraulico

Si riportano nelle successive Tabella 7,8 e 9 i tabulati di calcolo con i risultati delle simulazioni eseguite, con riferimento al metodo di calcolo esposto nel precedente paragrafo, per il calcolo delle perdite di carico totali (continue e localizzate) lungo le seguenti linee di sollevamento:

- Tratto V15-P16;
- Tratto V13-V3;
- Tratto V12-V5.

INPUT						NOTE
Q	D i	viscosità	densità	L	Pezzi speciali	
l/min	mm	m ² /s	kg/mc	m	n.	
2000	204,6	1,4E-06	1000	25	12	
Q	0,033333	mc/s				Perdita di carico continue Perdita di carico localizzate Totale
D	0,2046	m				
A	0,032861	mq				
v	1,01	m/s				
Reynolds	148243					
FA	0,02					
J	40,49517	Pa/m				
J	0,004	m/m				
J _{tot}	0,10	m				
ζ	0,09					
J/localizzate	47	mm c.a.				
J/localizzate	0,57	m				
H geotetica	2	m				
OUTPUT						
J TOT	3	m				

Tabella 7. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento V15→P16

Ipotizzando dunque una linea di mandata nel tratto V15→P16 costituita da tubazioni in PEAD PN16 SDR11 con $D_e = 250$ mm ciascuna elettropompa sommersibile dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- $Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $H = 3 \text{ m}$.

INPUT						NOTE
Q	D i	viscosità	densità	L	Pezzi speciali	
l/min	mm	m ² /s	kg/mc	m	n.	
6333,33	368,2	1,4E-06	1000	85	12	
Q	0,105556	mc/s				
D	0,3682	m				
A	0,106423	mq				
v	0,99	m/s				
Reynolds	260855					
FA	0,01					
J	18,67931	Pa/m				
J	0,002	m/m				
J _{tot}	0,16	m				Perdita di carico continue
ξ	0,09					
J/localizzate	45	mm c.a.				
J/localizzate	0,54	m				Perdita di carico localizzate Totale
H geotetica	5	m				
OUTPUT						
J TOT	6	m				

Tabella 8. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento V13→V3

Ipotizzando dunque una linea di mandata nel tratto V13→V3 costituita da tubazioni in PEAD PN16 SDR11 con $D_e = 450$ mm ciascuna elettropompa sommersibile dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- $Q = 380 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $H = 6 \text{ m}$.

INPUT						NOTE
Q	D i	viscosità	densità	L	Pezzi speciali	
l/min	mm	m ² /s	kg/mc	m	n.	
166,66	51,4	1,4E-06	1000	85	13	
Q	0,002778	mc/s				
D	0,0514	m				
A	0,002074	mq				
v	1,34	m/s				
Reynolds	49172					
FA	0,02					
J	370,282	Pa/m				
J	0,038	m/m				
Jtot	3,21	m				Perdita di carico continue
z	0,09					
J/localizzate	82	mm c.a.				
J/localizzate	1,07	m				Perdita di carico localizzate Totale
H geotetica	5	m				
OUTPUT						
J TOT	9	m				

Tabella 9. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento V12→V5

Ipotizzando dunque una linea di mandata nel tratto V12→V5 costituita da tubazioni in PEAD PN16 SDR11 con De = 63 mm l'elettropompa sommersibile dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- Q = 10 m³/h;
- H = 9 m.

5.4. Dimensionamento impianto di trattamento acque di prima pioggia

Il dimensionamento di un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia con funzionamento in accumulo, costituito da sezione di accumulo e successive sezioni di trattamento, si effettua definendo un volume di accumulo tale da contenere il volume di acque meteoriche di prima piogge prodotto.

Con riferimento ai dati di progetto riportati al paragrafo 4.2 l'impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia previsto deve essere in grado di stoccare un volume di prima pioggia pari a:

$$V_{pp} = 5.107 \text{ m}^2 \times 7,5 \text{ mm} \times 0,9 = \mathbf{34,5 \text{ m}^3}$$

Le successive sezioni di trattamento dovranno essere dimensionate al fine di garantire lo svuotamento del volume di accumulo nelle successive 48 ore dall'inizio dell'evento meteorico.

6. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'INVARIANZA IDRAULICA

Le opere di compensazione idraulica già realizzate nell'ambito del primo stralcio dei lavori di riqualificazione ambientale e funzionale dell'impianto di compostaggio risultano adeguate ad assorbire i sovraccarichi idraulici derivanti dall'incremento di superficie impermeabilizzata e a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica nella configurazione impiantistica proposta.

Questa conclusione è motivata dal fatto che il progetto di riqualificazione ambientale e funzionale dell'impianto di compostaggio, autorizzato dalla Provincia di Treviso, prevedeva di suddividere gli interventi in due stralci successivi. Il primo, già completato, ha riguardato l'adeguamento e il potenziamento dell'impianto di compostaggio e la realizzazione di tutte le necessarie opere di riqualificazione ambientale, comprese le opere di compensazione idraulica. Il secondo stralcio, non più realizzato, prevedeva invece la costruzione di due grandi parcheggi all'interno dei medesimi lotti di terreno individuati per la realizzazione dell'impianto di digestione anaerobica e produzione di biometano. Più nel dettaglio, all'interno del mappale n. 12 – Foglio 1 del C.C. di Paese era previsto un parcheggio per autovetture da 6.500 m², mentre all'interno del mappale n. 13 – Foglio 1 del C.C. di Paese era previsto un parcheggio per automezzi aziendali e relativi servizi (impianto di lavaggio automatico e relativo depuratore, distributore carburante, autorimessa spazzatrici), per un'area impermeabilizzata di 12.200 m². Le opere di riqualificazione ambientale realizzate nel primo stralcio di interventi, e in particolare le nuove reti e vasche di raccolta delle acque e le opere di compensazione idraulica (trincee drenanti, bacino di laminazione, sistema di scarico al canale San Zeno) sono state dimensionate tenendo in considerazione anche i contributi molto significativi ai deflussi derivanti dalla realizzazione di tali parcheggi.

L'area complessiva impermeabilizzata indotta dalla realizzazione degli impianti di digestione anaerobica, upgrading del biogas, compressione del biometano e liquefazione del biometano risultano di fatto sensibilmente inferiori a quelle che sarebbero derivate dalla realizzazione dei due parcheggi. Come riepilogato nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, la superficie impermeabile indotta dalle opere in progetto ammonta a **5.318 m²**, molto inferiore ai circa **18.700 m²** generata dalle due aree di parcheggio originariamente considerate.

In Tabella 10 è riportato un confronto in termini di superficie impermeabile netta indotta dal presente progetto sulle aree interessate dalla realizzazione dei parcheggi previsti dal secondo stralcio del progetto autorizzato dalla provincia di Treviso, valutata considerando per i coefficienti di deflusso i valori convenzionali indicati nelle nell'Allegato A della D.G.R. n. 2948 del 06 ottobre 2009. Facendo riferimento alla superficie complessiva di circa 24.000 m² dei due lotti di terreno interessati, la superficie impermeabile netta generata dallo stato di progetto è pari a 6.691 m², rispetto ai 17.890 m² dello stato autorizzato. Il coefficiente medio di deflusso risulta pari a 0,28 nello stato di progetto, rispetto allo 0,75 dello stato autorizzato. Dai dati riportati emerge chiaramente la sensibile riduzione dell'impatto derivante dal presente progetto in termini di impermeabilizzazione del suolo rispetto a quanto già autorizzato, ad ulteriore riprova della compatibilità degli interventi proposti dal punto di vista della gestione delle acque meteoriche.

CATEGORIA D'USO	STATO DI PROGETTO			STATO AUTORIZZATO		
	Superficie (m ²)	Coeff. di deflusso Φ	Superficie impermeab. netta (m ²)	Superficie (m ²)	Coeff. di deflusso Φ	Superficie impermeab. netta (m ²)
Area agricola	18321	0,1	1832	0	0,1	0
Area verde	361	0,2	72	5300	0,2	1060
Pavimentazioni, coperture, piazzali, ecc.	5318	0,9	4786	18700	0,9	16830
TOTALE	24000	0,28	6691	24000	0,75	17890

Tabella 10. Confronto della superficie impermeabile netta indotta tra stato di progetto e stato autorizzato

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno $T=10$ anni per le stazioni di Treviso, Nervesa e Villorba (estratto dal Progetto di riqualificazione ambientale funzionale dell'impianto di compostaggio – Elaborato CA.02 "Relazione idraulica")..... 10

Figura 2. Stralcio planimetrico con indicazione dei bacini imbriferi considerati . 11

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Portate di deflusso dai bacini scolanti considerati	12
Tabella 2. Calcolo della superficie impermeabilizzata afferente alle reti di raccolta delle acque meteoriche	14
Tabella 3. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento dalla stazione V2.....	18
Tabella 4. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento dalla stazione V14	19
Tabella 5. Dati di progetto per i tratti di drenaggio sotterranei della rete acque meteoriche.....	20
Tabella 6. Verifiche idrauliche elementi di drenaggio interrati con dimensionamento a pelo libero	22
Tabella 7. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento V15→P16.....	23
Tabella 8. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento V13→V3	24
Tabella 9. Perdite di carico continue e localizzate totali nel tratto di sollevamento V12→V5	25
Tabella 10. Confronto della superficie impermeabile netta indotta tra stato di progetto e stato autorizzato	27