

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	F. Cavallin M. Garbin	F. Seni M. Martella	L. Bianchi	Prima emissione
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: DOC 2.0		Titolo elaborato: RELAZIONE TECNICA - Estratto			

1. INTRODUZIONE	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3. STATO DI PROGETTO E SINTESI DEI PARAMETRI OPERATIVI	7
4. LE SCELTE PROGETTUALI E LA DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	9
4.1. Le esigenze emerse.....	9
5. LE SCELTE PROGETTUALI	10
6. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E DEI PROCESSI	12
6.1. Impianto di pretrattamento FORSU e sistema di miscelazione con il verde esistenti in impianto.....	12
6.2. Modalità di trasporto della miscela ai digestori	12
6.3. Digestore anaerobico.....	14
6.3.3. Sistemi di sicurezza.....	15
6.3.4. Generatore di ossigeno per desolforazione	18
6.4. Modalità di generazione dell'autoconsumo termico ed elettrico	20
6.4.1. Emissioni cogeneratore.....	22
6.5. Gestione del biometano prodotto, immissione in rete e liquefazione ...	23
6.5.1. Sistema di deumidificazione biogas	24
6.5.2. Filtri a carboni attivi	25
6.5.3. Sistema di analisi del biogas.....	25
6.5.4. Upgrading del biogas.....	26
6.5.5. Sistema di emergenza (torcia).....	27
6.5.6. Immissione in rete	28
6.6. Aree di lavoro e manovra mezzi	31
6.7. Rete di raccolta acque meteoriche e acque di processo.....	32
7. RETE ANTINCENDIO E SISTEMI DI SICUREZZA	34
7.1. Attività soggette D.P.R 151/11	34
7.1.1. ACCUMULATORE PRESSOSTATICO DI BIOGAS (attività 1. 1.C)	34
8. RETE GAS, BIOGAS E BIOMETANO	44
8.1. Dati tecnici generali	44
8.2. Descrizione sommaria della linea	44
8.3. Dimensionamento della linea	45
INDICE DELLE FIGURE.....	47
INDICE DELLE TABELLE	48

1. INTRODUZIONE

La presente Relazione Tecnica, parte integrante dello Studio di fattibilità, si pone come obiettivo quello di verificare la possibilità di aggiornare il processo tecnologico di trattamento della FORSU e del verde urbano raccolto nell'ambito della raccolta differenziata dei rifiuti; in particolare sarà analizzata la possibilità di realizzare un impianto di digestione anaerobica e valorizzazione del biogas prodotto.

L'intervento proposto prevede la realizzazione di un impianto di digestione anaerobica della FORSU, di una sezione di upgrading del biogas prodotto per la produzione di biometano e lo sfruttamento di quest'ultimo mediante liquefazione e successiva commercializzazione oppure mediante compressione ed immissione in rete di distribuzione del gas naturale, il tutto da integrarsi nella filiera di trattamento dell'impianto esistente di compostaggio gestito da Contarina SpA.

Le opere previste possono essere sintetizzate in:

- realizzazione di un sistema di trasporto automatico ed in continuo del rifiuto (miscela FORSU/verde pre-trattata), dalla sezione di pretrattamento esistente alla sezione di digestione anaerobica di nuova realizzazione, costituito da n. 6 nastri trasportatori posti in serie e n.1 coclea di distribuzione. I nastri trasportatori saranno equipaggiati con sistema modulare di copertura e, per minimizzare il rischio di emanazione di odori molesti, verrà predisposta una tubazione di aspirazione dell'aria esausta captata dallo spazio confinato tra i nastri trasportatori e le relative coperture, integrata nel sistema di aspirazione e trattamento aria già esistente presso l'impianto di compostaggio;
- costruzione di n. 2 digestori anaerobici a base rettangolare, di tipo semi-dry in regime termofilo, con ritorno del digestato all'esistente sistema di preparazione della miscela per la successiva fase di compostaggio, effettuato mediante pompe a pistoncini;
- installazione di un cogeneratore alimentato a gas naturale per la produzione dell'energia termica necessaria al mantenimento del regime di termofilia nei digestori e per coprire parte dei consumi elettrici dei nuovi impianti;
- posa della condotta di allaccio alla rete del gas naturale per l'adduzione al cogeneratore;
- installazione di una stazione di upgrading del biogas a biometano, costituita dalle sezioni di deumidificazione, precompressione e desolforazione, compressione, essiccazione, riscaldamento e separazione del metano su sistema a membrane;
- installazione di una stazione di compressione per l'immissione del biometano in rete SNAM, completa di strumentazione di controllo qualità, misura fiscale e organi di intercettazione;
- posa della linea di allaccio alla rete gas naturale per l'immissione del biometano prodotto dall'impianto;
- installazione di un impianto di liquefazione del biometano, completo di serbatoi criogenici di stoccaggio con capacità complessiva di 100 m³;
- realizzazione di una rete antincendio da connettere all'impianto esistente;

- posa di una linea di adduzione dell'acqua industriale ai nuovi impianti, da connettere all'impianto idrico di recupero e riutilizzo delle acque meteoriche dello stabilimento di compostaggio esistente;
- realizzazione dell'impianto elettrico a servizio delle nuove utenze, completo di sistema di comando e controllo dei nuovi impianti e predisposto per il controllo da remoto. L'impianto elettrico a servizio degli impianti di nuova realizzazione sarà completo di una nuova cabina di trasformazione MT/BT, connessa e alimentata dal quadro elettrico di media tensione installato nel locale trasformazione MT/BT presente all'interno del capannone dell'impianto di compostaggio;
- posa di una rete di raccolta delle acque reflue prodotte presso i nuovi impianti (acque di lavaggio, acque meteoriche dilavanti le aree di alimentazione del rifiuto e di estrazione del digestato in testa e in coda ai digestori, condense separate dalla linea del biogas e dall'impianto di upgrading, spandimenti accidentali), da connettere alla rete esistente di raccolta percolati e acque di lavaggio presso l'impianto di compostaggio;
- realizzazione di una rete di raccolta delle acque meteoriche generate dal dilavamento delle nuove aree impermeabilizzate, completa di impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, da connettere agli impianti esistenti;
- realizzazione di tutte le opere civili necessarie per la realizzazione dei nuovi impianti (sbancamenti e scavi, platee di fondazione, edifici tecnici, ecc.);
- realizzazione della viabilità di accesso ai nuovi impianti, costituita da una nuova strada asfaltata che trae origine dal piazzale presente tra l'edificio uffici e l'officina e connette le nuove aree impiantistiche mediante due ponti in elementi scatolari prefabbricati;
- opere di sistemazione finale delle aree di intervento (pavimentazione asfaltata, recinzioni e cancelli di accesso agli impianti, opere a verde).

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La realizzazione dei nuovi impianti deve rispettare tutte le norme di legge ed i regolamenti vigenti alla data dell'esecuzione, con principale e particolare riferimento, non limitativo, alle seguenti direttive/normative/disposizioni legislative:

- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»";
- D.lgs. 9 aprile 2008 n. 81, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.M. 3 agosto 2015, "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139";
- D.M. 3 febbraio 2016, "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8";
- Lettera Circolare DCPREV Prot. n. 5870 del 18 maggio 2015, "Guida tecnica ed atti di indirizzo per la redazione dei progetti di prevenzione incendi relativi ad impianti di alimentazione di gas naturale liquefatto (GNL) con serbatoio criogenico fisso a servizio di impianti di utilizzazione diversi dall'autotrazione";
- DGR n. 1233 del 20 agosto 2019, "Linee di indirizzo in materia di autorizzazioni di impianti per la produzione di biometano da rifiuti";
- Direttiva comunitaria 2006/42/CE (Direttiva Macchine);
- Direttiva Comunitaria 2014/35/UE (Direttiva Bassa Tensione);
- Direttiva Comunitaria 2014/30/UE (Direttiva Compatibilità Elettromagnetica);
- Direttiva Comunitaria 2014/34/UE (ATEX);
- Norma UNI 10458:2011 ed EC 1, Impianti per la produzione e l'impiego di gas biologico (biogas) - Classificazione, requisiti essenziali, regole per l'offerta, l'ordinazione, la costruzione e il collaudo;
- Norma CEI EN 60204-1:2006, Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine;
- Norme CEI EN 61439-1, CEI 61439-2, CEI EN 61439-3 e CEI EN 61439-6, Apparecchiature assemblate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

3. STATO DI PROGETTO E SINTESI DEI PARAMETRI OPERATIVI

La nuova sezione di Digestione Anaerobica sarà localizzata nel perimetro di stabilimento dell'impianto di compostaggio esistente e si collegherà tra la sezione di pretrattamento della FORSU e la zona di stabilizzazione aerobica del materiale. Il comparto di digestione anaerobica sarà composto dagli elementi rappresentati schematicamente nel seguente schema a blocchi.

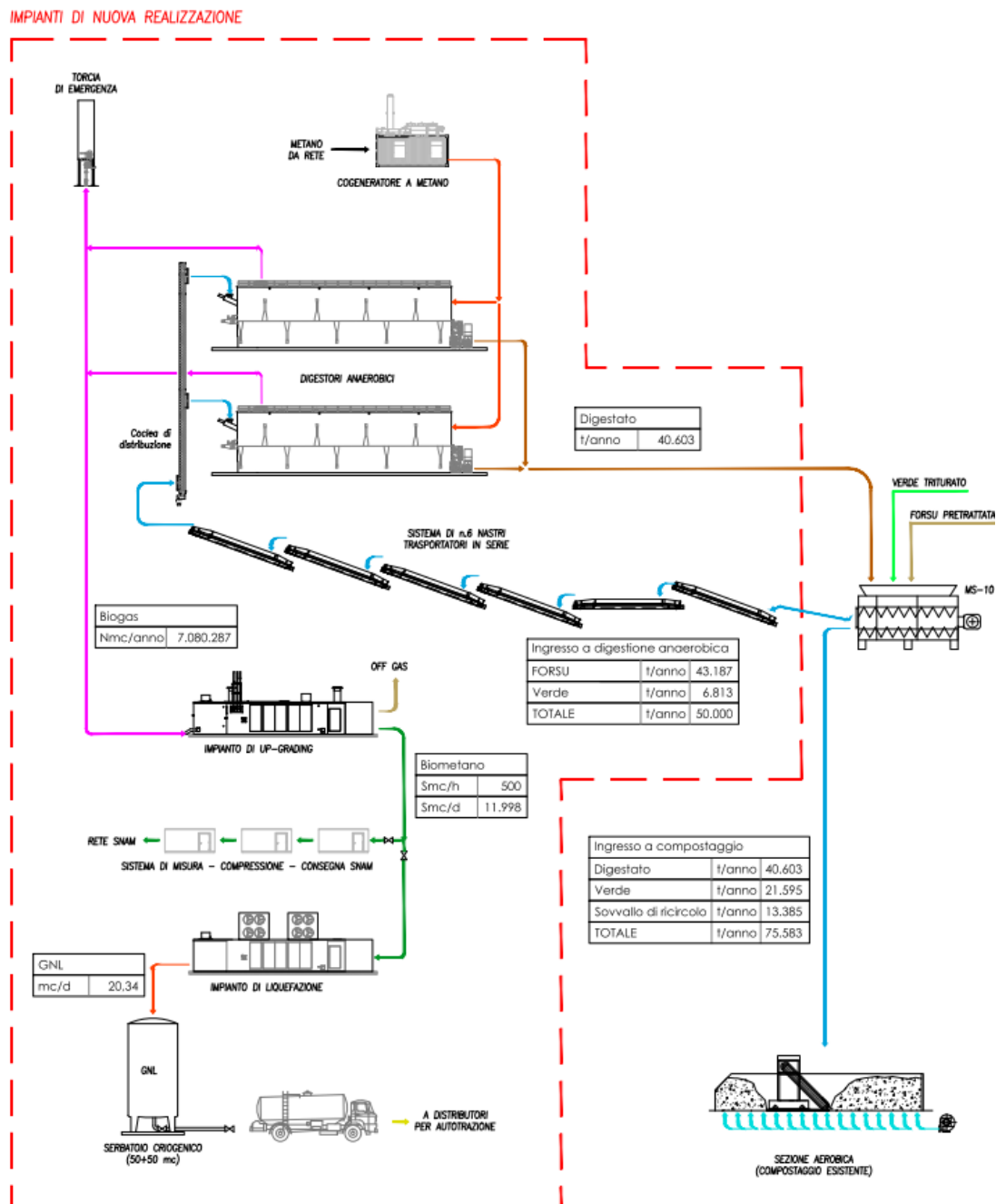


Figura 1. Schema a blocchi sezione digestione anaerobica e valorizzazione biogas

Il processo prevederà il trattamento di due tipologie di rifiuti:

- FORSU pretrattata, ossia priva di corpi estranei e materiali di dimensioni > 60 mm;
- Frazione verde da sfalci e potature.

Date le caratteristiche dei due rifiuti in ingresso all'attuale impianto di compostaggio, si prevede di alimentare i digestori anaerobici con tutta la FORSU, dopo una fase di pretrattamento, e con una parte di "strutturante" composto dal verde urbano, per un totale di 50.000 t/anno.

Nello specifico si prevede di condurre a digestione le seguenti quantità di rifiuti:

- 43.187 ton di FORSU pretrattata;
- 6.813 ton di frazione verde.

La miscelazione tra i due rifiuti avverrà automaticamente ad ogni carico dei digestori con frequenza oraria o differente in funzione delle condizioni del processo.

4. LE SCELTE PROGETTUALI E LA DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

4.1. Le esigenze emerse

Nell'ambito del presente studio di fattibilità tecnico economica si è posta l'attenzione alla valutazione delle diverse tecnologie di processo di digestione anaerobica da utilizzare e alle differenti modalità di sfruttamento del biometano prodotto dopo upgrading del biogas, in funzione delle caratteristiche dei rifiuti gestite dalla società e dalle proprie esigenze aziendali.

L'analisi dei processi di digestione anaerobica, comparati con le matrici biologiche gestite da Contarina, hanno indirizzato la scelta impiantistica verso una tecnologia semi-dry, in quanto il substrato in digestione risulta avere un contenuto di sostanza secca dell'ordine del 20-25%.

Questa soluzione impiantistica consente di ottenere, con l'alimentazione di FORSU pretrattata meccanicamente e miscelata con una ridotta percentuale di strutturante, un digestato in uscita dalla sezione di digestione anaerobica, con una percentuale di sostanza secca tale da essere gestito facilmente per mezzo di tubazioni e con caratteristiche che lo rendono idoneo per essere miscelato con il verde urbano ed il sovravvallo di ricircolo derivante dalla fase di compostaggio, e quindi inviato alla sezione costituita dalle biocelle.

Si evidenzia inoltre che la soluzione progettuale scelta necessiterà di un quantitativo minimo di acqua industriale di ricircolo per umidificare la miscela di rifiuti, con conseguente produzione limitata di percolato nella zona di trattamento. Si prevede infatti una esigua produzione di percolato a cui si sommano le condense derivanti dal sistema di depurazione (up-grading) del biogas; tali flussi vengono quindi ricircolati alle biocelle presenti nell'impianto aerobico.

Relativamente alla destinazione del biometano, si sono valutate le diverse modalità di gestione del prodotto per il successivo utilizzo nel settore dei trasporti.

In particolare, sono state prese in considerazione sia la compressione e immissione nella rete gestita dalla società SNAM, sia la liquefazione in sito e la consegna a distributori di carburante.

Date le dimensioni dell'impianto in progetto (500 Sm³/h) e, considerando le reali difficoltà di smaltibilità di tale portata da parte dei distributori locali, si è valutata la disponibilità all'allaccio e al conseguente ritiro del biometano da parte di SNAM e da parte del distributore locale. In entrambi i casi però, le condizioni di consumo della zona e le future modifiche dell'assetto di distribuzione non permettono di garantire il ritiro della totalità di biometano prodotto dall'impianto.

Per questo motivo, si è scelto di stoccare il prodotto mediante liquefazione con successiva vendita al mercato del GNL (gas naturale liquido), mercato sempre più in crescita e che coinvolge direttamente anche la società proponente che sta realizzando un proprio distributore per rifornire i mezzi aziendali e di abbinare ad esso la possibilità di immissione in rete.

5. LE SCELTE PROGETTUALI

Sulla base delle analisi delle possibili alternative riportata nella Relazione illustrativa (DOC_1.0), di seguito verrà approfondito il processo tecnologico che si prevede di implementare.

Nella presente relazione tecnica sono stati valutati i seguenti componenti e processi:

1. Impianto di pretrattamento FORSU e sistema di miscelazione con il verde esistenti in impianto;
2. Modalità di trasporto della miscela ai digestori;
3. Tipologia di digestore anaerobico;
4. Tipologia di sistema di up grading;
5. Sistema di emergenza (torcia);
6. Modalità di generazione dell'autoconsumo termico ed elettrico;
7. Gestione del biometano prodotto, valutando sia l'immissione in rete che la liquefazione;
8. Aree di lavoro e manovra mezzi;
9. Rete di raccolta acque meteoriche e acque di processo;
10. Rete antincendio e sistemi di sicurezza;
11. Rete gas, biogas e biometano.

I principali dati di progetto sono riportati nella tabella seguente.

	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'
TEMPI	Tempo di lavoro annuo, Upgrading	h/anno	8.200
	Tempo per fermi ordinari (manutenzione)	h/anno	460
	Tempo medio per fermi straordinari	h/anno	100
RIFIUTI	Rifiuti in ingresso:		
	Forse pretrattata	ton/anno	43.187
	Frazione verde	ton/anno	6.813
	Totale	ton/anno	50.000
BIOMETANO	Quantità di Biogas prodotta	Nmc/anno	7.080.287
	Percentuale media di CH ₄	%	54,88%
	Quantità media di CH ₄ equiv.	Nmc/anno	3.885.642
	Quantità media di CH ₄	Smc/anno	4.099.352
	Quantità media di CH₄	Smc/h	500
DIGESTATO	Acqua di processo in ingresso (eventuale)	ton/anno	100
	Massa di gas estratta	ton/anno	9.051
	Digestato in uscita	ton/anno	41.049

Tabella 1. Dati progettuali

Il comparto di Digestione Anaerobica si inserirà tra le sezioni di pretrattamento della FORSU e il comparto di compostaggio attualmente presenti.

La qualità delle matrici in ingresso risulta di fatto equivalente a quella oggi in ingresso al compostaggio.

I rifiuti, costituiti da frazione organica (FORSU) e ligno-cellulosica (verde) derivanti dalla raccolta differenziata, saranno pretrattati con operazioni di tipo meccanico, come attualmente già avviene. Il pretrattamento consiste nella rimozione di corpi estranei, deferrizzazione e triturazione a pezzatura inferiore a 60 mm.

Di seguito si riportano le caratteristiche della miscela in ingresso ai digestori.

Materiale in ingresso	Biomassa disponibile impianto	Sost. Secca (%ss)	Sost. Secca (t)	Sost. organica (t)	Sost. Volatile (t)
FORSU	43.187	28,0%	12.092	10.883	8.489
Strutturante verde	6.813	50,0%	3.406	2.725	1.907
	50.000		15.499	13.608	10.396

Tabella 2. Caratteristiche miscela in ingresso ai digestori

6. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E DEI PROCESSI

Si descrivono le varie sezioni di impianto e relativi processi.

6.1. Impianto di pretrattamento FORSU e sistema di miscelazione con il verde esistenti in impianto

L'impiantistica esistente è installata nell'area di stazionamento e operatività dei macchinari utilizzati per la fase di preparazione dell'attuale impianto di compostaggio. All'interno di tale area è installata una macchina per l'apertura dei sacchi, la vagliatura, la triturazione e la deferrizzazione; infine, la miscelazione con il verde "strutturante" viene effettuata durante la fase di carico dei digestori.

6.2. Modalità di trasporto della miscela ai digestori

Il trasporto della miscela di rifiuti organici (FORSU + verde) ai digestori anaerobici avverrà mediante un sistema costituito da sei nuovi nastri trasportatori posti in serie e per mezzo di una coclea di distribuzione, a partire dal miscelatore esistente MS-101.

I sei nuovi nastri saranno montati su supporti a colonna che consentono al nastro di collocarsi ad un'altezza idonea al passaggio sottostante dei mezzi operativi nell'impianto.

I nastri saranno realizzati con tappeto in gomma con fondo realizzato in profili di lamiera in acciaio e dotati di sponde laterali per il contenimento e la visione del materiale trasportato. Le 6 linee avranno uno sviluppo complessivo di circa 135 m.

Al fine di evitare l'esposizione della miscela agli agenti atmosferici, con conseguente umidificazione e produzione di acque di percolazione, e la fuoriuscita di odori, è stata prevista la copertura delle linee di alimentazione ai digestori in materiale plastico o equivalente, come riportato in figura.



Figura 2. Esempio di copertura dei nastri trasportatori

È inoltre prevista il mantenimento in depressione del sistema mediante una tubazione di aspirazione dell'aria esausta captata dallo spazio confinato tra i nastri trasportatori e le relative coperture. Tale

tubazione verrà collegata al sistema di aspirazione e trattamento aria già esistente presso l'impianto di compostaggio come meglio descritto nella Relazione illustrativa (DOC_1.0).

Tutta la lunghezza della linea sarà ispezionabile e potrà essere percorsa a bordo nastro tramite una passerella pedonabile dotata degli appositi sistemi anticaduta.

Giunti in prossimità del fondo dei digestori (lato corto verso sud), l'ultimo nastro scaricherà su di una coclea orizzontale che trasporterà il materiale alle due coclee di inserimento nei digestori stessi. La coclea sarà dotata di due serrande di scarico, una a circa un terzo della sua lunghezza, in corrispondenza della coclea di alimentazione del digestore a est, e una all'estremità finale, in corrispondenza della coclea di alimentazione del digestore a ovest.

Per evitare eventuali emissioni odorigene si prevede l'installazione di coclee chiuse.

Nella tabella seguente si riportano le dimensioni dei nastri e delle coclee.

Larghezza utile nastri	100 cm
Diametro coclee	100 cm

Tabella 3. Dimensioni caratteristiche

Le coclee saranno realizzate in acciaio inox 304, di spessore idoneo all'impiego e saranno azionate da motori elettrici classificati Atex.

L'alimentazione effettiva ai digestori avverrà mediante sistema a coclea annegata (per immersione), come riportato nella figura seguente.

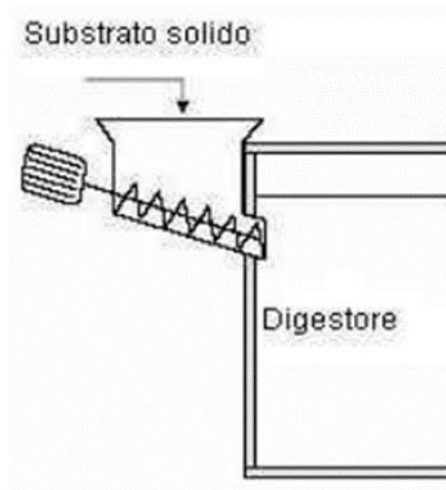


Figura 3. Alimentazione digestori

L'immersione per circa 150 cm consentirà di garantire un battente idraulico ampiamente superiore rispetto la pressione del biogas e quindi ne eviterà la fuoriuscita.

6.3. Digestore anaerobico

La sezione di Digestione Anaerobica sarà costituita da n. 2 digestori, alimentati in parallelo, con flusso a pistone orizzontale ed alimentazione in continuo (tipo Kompogas o similare), realizzati in metallo al fine di minimizzare eventuali fenomeni di corrosione interna causati dalla presenza del percolato. L'involucro del digestore sarà realizzato su di una platea di cemento armato con base in pianta di forma rettangolare di larghezza 9,40 m e lunghezza 46,00 m.

Esternamente tutto l'involucro edilizio sarà coibentato con dei pannelli in materiale polimerico di spessore variabile tra i 10 e i 20 cm al fine di garantire l'isolamento termico con l'ambiente esterno e quindi limitare le dispersioni di calore dal digestore verso l'esterno. Una lamiera grecata completerà il manufatto e proteggerà lo spessore di isolante termico dai raggi solari e dalle intemperie.

I digestori opereranno in condizioni Termofile (T pari a circa 53 - 55 °C); questa temperatura consentirà di ottenere le migliori condizioni termiche per i ceppi batteri metanigeni che, a differenza di altri gradienti termici inferiori, consentiranno un processo di degradazione e conversione in biogas più veloce.

Di seguito si riportano le caratteristiche dimensionali dei due digestori che verranno installati:

- larghezza interna: 8,40 m;
- lunghezza interna: 45,00 m;
- altezza alla gronda: 11,00 m;
- altezza media della sezione del digestore: 6,5 m;
- volume utile del digestore: 2.457 m³;
- volume a disposizione del biogas: circa 945 m³;
- struttura in cemento armato
- zoccolo di fondazione in cls
- coibentazione a intercapedine in polistirene (spessore cm 8 circa);
- rivestimento interno in materiale resistente al biogas (acciaio o polietilene);
- base interna del digestore a forma concava e realizzata in acciaio, dotato di piastre di riscaldamento;
- tubazioni di riscaldamento in acciaio 304 di diametro 3' orizzontali e longitudinali alle pareti più lunghe. Fissate alla parte con staffe.

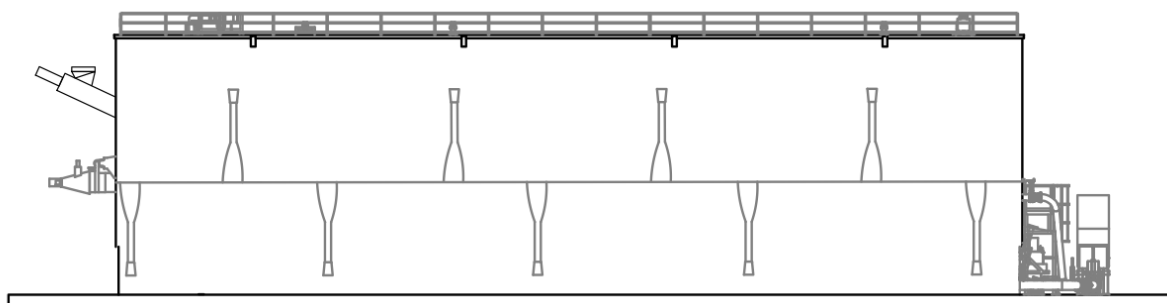


Figura 4. Schema semplificato di digestore orizzontale completamente miscelato

I digestori sono stati dimensionati con una volumetria tale da garantire un tempo ritenzione di progetto di circa 35 giorni, superiori quindi ai 25 giorni di ritenzione ritenuti minimi dalle linee guida nazionali, ottenendo così una migliore resa in biogas/biometano.

All'interno dei digestori verrà installato un miscelatore ad asse orizzontale, come quello riportato in figura, che garantirà la movimentazione continua della miscela, ad elevato tenore di sostanza secca, necessaria per evitare la possibile formazione di depositi e strati galleggianti.

La scelta della forma orizzontale del digestore, unitamente all'inserimento degli organi rotanti interni, permetterà al biogas di risalire verso l'alto per essere raccolto nel volume di testa del digestore.



Figura 5. *Esempio di miscelatore ad asse orizzontale*

Il digestore sarà dotato di una tubazione di ricircolo per ricondurre in testa all'impianto una parte del digestato, al fine di fluidificare il materiale in ingresso e, allo stesso tempo, "inoculare" la digestione anaerobica nella zona a maggior contenuto di sostanza fresca. Questa soluzione permetterà inoltre di evitare scompensi termici, dannosi per il processo biologico, nelle fasi della digestione.

Tale conformazione permetterà di ottenere un'efficienza elevata garantendo una decisa riduzione degli autoconsumi elettrici.

Il digestore sarà occupato dalla parte liquida per circa il 70% del volume totale. La rimanenza sarà invece a disposizione del gas e avrà la funzione di "gasometro".

6.3.3. Sistemi di sicurezza

Nella copertura saranno installati:

- i presidi di sicurezza (valvola di sovrappressione dotata di guardia idraulica, disco di rottura);
- la tubazione di captazione del biogas;
- oblò di ispezione;
- sensoristica per permettere la gestione del processo.

Ogni digestore sarà dotato di una valvola di sovrappressione dotata di guardia idraulica per lo scarico di eventuali sovrappressioni di biogas o per eventuali depressioni interne. Questa sarà tarata a circa

30 mbar o comunque inferiore alla massima pressione di esercizio del fermentatore e superiore a quella di attivazione della torcia di emergenza.

Nel caso di superamento della soglia di impostazione, l'apertura della valvola permetterà il convogliamento del biogas nel fluido presente all'interno della guardia idraulica (normalmente acqua con glicole antigelo) e da qui l'emissione verrà convogliata al camino di espulsione. Trattasi questa di una situazione di emergenza e che può manifestarsi solo in caso di blocco contemporaneo del sistema di utilizzo del biogas (up-grading e componenti a valle) e della torcia di emergenza.

In ogni caso, in fase di progettazione le apparecchiature e le strumentazioni connesse saranno della tipologia Atex al fine di garantire la massima sicurezza del processo.



Figura 6. *Esempio di guardia idraulica*

All'emissione della guardia idraulica sarà inoltre presente un sensore che indicherà l'eventuale presenza di biogas.

Il secondo sistema di sicurezza che si prevede di installare è il disco di rottura, costituito da una membrana metallica fissata, mediante flangiatura, all'estremità di un breve tratto di tubazione comunicante con l'interno della soletta di chiusura del digestore.

Nel caso di mancato funzionamento della guardia idraulica il superamento della pressione limite del digestore farà avvenire la rottura della membrana e quindi eviterà la sovrappressione del contenitore al di sopra della pressione massima di esercizio dello stesso, preservandone così la struttura.

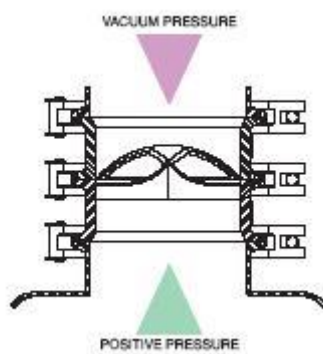


Figura 7. Schema funzionamento disco di rottura

La sua rottura genera la fuoriuscita di biogas. Che viene collettato alla guardia idraulica sopra descritta.

Riassumendo, l'azionamento dei vari sistemi di sicurezza risulta essere il seguente:

Pressione esercizio	Presidio di sicurezza
< -10 mbar	disco di rottura (rottura per depressione)
$-10 < p < 0$ mbar	guardia idraulica (aspirazione aria esterna)
$0 < p < 20$ mbar	pressione di lavoro del sistema di up-grading
$21 < p < 30$ mbar	attivazione della torcia
$p > 30$ mbar	valvola di sovrappressione
$p > 40$ mbar	disco rottura

Tabella 4. Attivazione sistemi di sicurezza

Si precisa che le pressioni di esercizio e di funzionamento dei sistemi di sicurezza sono da ritenersi indicative; sarà cura della progettazione definitiva determinare le pressioni di esercizio e le soglie di intervento delle sicurezze in funzione della scelta esecutiva dei materiali e dei componenti.

Proseguendo con l'elenco, nella sommità del digestore sono previsti 3 oblò di ispezione per osservare la superficie della massa in fermentazione, due sensori di pressione per monitorare la pressione del biogas, un sensore di temperatura ed un misuratore di livello di tipo radar.

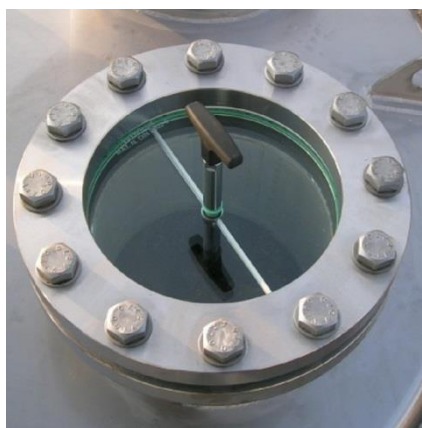


Figura 8. *Esempio di oblò di ispezione*

Ulteriori sensori saranno posizionati nelle pareti laterali e consisteranno in sensori di temperatura (due sensori tipo PT100) e di un sensore di livello a pressione posizionato nella parte bassa e che, in base alla pressione della colonna idrostatica, determinerà il livello di riempimento.

Nel lato opposto a quello di introduzione del rifiuto sarà collocata la pompa per il ricircolo e lo scarico del digestato.

Nel presente studio si è scelto l'inserimento di una pompa di tipo volumetrico in quanto ritenuta maggiormente adatta al pompaggio di materiali con tenore di sostanza secca del 20% e con corpi solidi di dimensioni fino a 60 mm circa.

La tubazione collegherà la mandata della pompa fino all'area di pretrattamento esistente; il suo percorso sarà aereo e parallelo al nastro di trasporto della miscela in ingresso al digestore.

Una volta giunto all'area di pretrattamento, il digestato verrà miscelato con il verde ed il sovrappiù di ricircolo del compostaggio e trasportato alle celle di biossificazione.

6.3.4. Generatore di ossigeno per desolfurazione

Per consentire una riduzione dell' H_2S nel biogas in uscita dai digestori, e ottenere così un tenore tale da non saturare velocemente i carboni attivi dei filtri, si è previsto di installare un sistema di desolfurazione per ossidazione.

Tale sistema, normalmente in uso nei digestori, è stato rivisto per il caso di biogas da destinarsi alla purificazione in biometano.

Normalmente viene insufflata aria atmosferica all'interno del digestore, di quel volume d'aria solo l'ossigeno reagisce per la desolfurazione, mentre l'azoto rimane come gas inerte nel biogas.

Nel caso in esame (up-grading), si prevede di installare un sistema di produzione di ossigeno puro, che viene introdotto in quantità pari a circa lo 0,3-0,4% della portata di biogas all'interno dei digestori e più precisamente nella zona opposta a quella di captazione del biogas, in modo da consentirne la reazione lungo il percorso longitudinale dello spazio di testa del digestore (zona sopra il liquido interno e occupata dal biogas).

Con questo sistema si stima che il tenore di H_2S possa scendere a livelli pari a 200-250 ppm e dunque compatibili con un mantenimento di buono stato dei carboni attivi.

Il sistema di analisi del biogas a valle dei filtri a carboni darà il segnale di retrofit di controllo del generatore di ossigeno nel caso segnali la presenza di ossigeno nel biogas prima di entrare nell'up-grading.

Nel caso di H_2S in crescita, si aumenterà il volume di ossigeno, mentre nel caso di presenza di O_2 verrà ridotta la portata immessa.

In ogni caso il valore di ossigeno introdotto non genererà condizioni pericolose per il processo di digestione anaerobica, né di carattere biologico né di sicurezza.

Di seguito le caratteristiche dell'impianto di generazione di ossigeno.

Quantità	1 Unità
Purezza O₂	Fino al 95%
Portata O₂	Fino a 3,2 Nm ³ /h
Pressione	Fino a 6 bar
Potenza nominale	9,5 kW
Caratteristiche	Generatore di ossigeno PSA

Tabella 5. *Caratteristiche impianto di desolforazione*

6.4. Modalità di generazione dell'autoconsumo termico ed elettrico

Considerati i consumi energetici, sia in potenza che in ore annue, si prevede di installare un cogeneratore alimentato a gas metano di rete.

La potenza termica richiesta risulta variabile in funzione della stagionalità.

Nella tabella seguente si riporta la stima del fabbisogno annuo di energia termica.

ENERGIA TERMICA PER IL PROCESSO DI DIGESTIONE							
Struttura	Componenti	Superficie [m ²]	T interna [°C]	T ext media annua [°C]	Trasmittanza [W/m ² k]	Perdite termiche [kWh/anno]	Potenza media richiesta [kW]
Digestore 1	Mantello	534,92	55	13,0	0,53	104.308	12,72
	Tetto	387,00	55	13,0	0,53	75.464	9,20
	Basamento	387,00	55	15,0	0,53	71.871	8,76
Digestore 2	Mantello	534,92	55	13,0	0,53	104.308	12,72
	Tetto	387,00	55	13,0	0,53	75.464	9,20
	Basamento	387,00	55	15,0	0,53	71.871	8,76
ENERGIA TERMICA MEDIA ANNUA [kWh]							503.285
APPORTI SOLARI ANNUI [kWh]							92.880
POTENZA TERMICA MEDIA ANNUA [kW]							50,05
POTENZA TERMICA MASSIMA RICHIESTA (T ext -5°C) [kWh]							83,25
Acclimatazione biomasse		Volume anno [m ³]	T processo [°C]	T media - biomasse [°C]	Calore specifico [J/kg °K]	Energia termica per acclimatazione [kWh/anno]	Potenza media richiesta [kW]
Flusso in ingresso		50.000	55	30	4.186	1.453.472	181,68
POTENZA TERMICA NETTA MEDIA ANNUA PER ACCLIMATAZIONE BIOMASSA [kW]							181,68
Rendimento del processo							100%
POTENZA TERMICA LORDA MEDIA ANNUA PER ACCLIMATAZIONE BIOMASSA [kW]							181,68
ENERGIA TERMICA MEDIA ANNUA PER ACCLIMATAZIONE BIOMASSA [kWh]							1.453.472
POTENZA TERMICA MEDIA ANNUA PER PROCESSO DI DIGESTIONE [kW]							232
ENERGIA TERMICA MEDIA ANNUA PER PROCESSO DI DIGESTIONE [kWh]							1.863.878

Tabella 6. Stima di calcolo dell'energia termica necessaria al processo di digestione anaerobica

Come si evince dai calcoli, la parte preponderante dell'energia termica servirà per l'acclimatazione della biomassa "fresca" in ingresso all'impianto.

In funzione della temperatura si determina l'energia necessaria al riscaldamento della massa ed il mantenimento delle condizioni di termofilia.

Si ha dunque un picco massimo invernale pari a circa 373 kW termici (con biomassa in ingresso a 15°C e t_{ext} -5°C) e valori estivi pari a 145 kW termici (con biomassa a 35°C e trascurabili perdite dell'involucro dei digestori).

Il sistema di riscaldamento dovrà dunque poter modulare da 145 a 373 kW.

Il circuito termico sarà dotato di vasi di espansione per garantire la compensazione di volume tra circuito spento e acceso.

Nella tabella seguente si riportano i consumi di energia elettrica.

UTENZA	ID	Quantità (n°)	Potenza installata (kW)	Carico del motore (%)	Ore di funzionamento (h/giorno)	Consumo totale (kWh/anno)
CABINA DI ARRIVO MT	E01					
LINEA BIOLOGIA-UPGRADING	E02					
SEZIONE TRASPORTO						
Nastri trasportatori	E03	6	11,00	70%	2,00	33.726
Coclea distribuzione	E04	1	7,50	70%	2,00	3.833
Centraline idraulica serrande	E05	1	2,20	70%	1,00	562
Coclea introduzione digestori	E06	2	5,50	70%	1,00	2.811
SEZIONE FERMENTAZIONE						
Mixer digestore	E07	2	22,00	70%	2,00	22.484
Pompa di scarico digestato	E08	2	15,00	75%	2,00	16.425
Centralina idraulica valvole idrauliche	E09	2	2,20	75%	2,00	2.409
Circolatori acqua calda	E10	6	0,75	75%	18,00	22.174
TORCIA EMERGENZA						
Quadro elettrico	E11	1	0,30	100%	24,00	2.628
Soffiante alimentazione	E12	1	5,50	75%	0,10	151
SEZIONE UP-GRADING						
Quadro impianto membrane	E13	1	280,00	90%	24,00	2.207.520
Pretrattamento biogas grezzo	E14	1	30,00	90%	24,00	236.520
Pompa condense	E15	1	2,20	75%	1,00	602
SEZIONE COGENERATORE SALA QUADRI						
Sala quadri (condizionamento e illuminazione)	E16	1	2,00	90%	12,00	7.884
Ausiliari gruppo cogenerazione	E17	1	9,00	70%	24,00	55.188

UTENZA	ID	Quantità (n°)	Potenza installata (kW)	Carico del motore (%)	Ore di funzionamento (h/giorno)	Consumo totale (kWh/anno)
TOTALE LINEA		max (kW)	499	media (kW)	299	2.614.916
LINEA COMPRESSIONE E LIQUEFAZIONE						
SEZIONE CONTROLLO						
Cabina Re.Mi	E18	1	10,00	80%	24,00	70.080
SEZIONE LIQUEFAZIONE						
Impianto di liquefazione	E19	1	450,00	90%	12,00	1.773.900
SEZIONE IMMISSIONE IN RETE						
Compressori e altri sistemi	E20	1	90,00	90%	12,00	354.780
TOTALE LINEA		max (kW)	550	media (kW)	251	2.198.760
TOTALE IMPIANTO		max (kW)	1049	media (kW)	550	4.813.676

Tabella 7. Prospetto preliminare delle potenze elettriche delle attrezzature presenti e consumi elettrici annui

Il consumo di energia elettrica pari ad almeno 388 kW elettrici corrisponde alla soluzione impiantistica che opera con l'immissione in rete di distribuzione del metano.

Nel computo generale si stima il funzionamento delle apparecchiature elettriche a regime a meno del comparto di liquefazione al 50% e del sistema di immissione in rete al 50%.

Dall'analisi di questi valori si è scelto di installare un cogeneratore con motore a combustione interna, alimentato a gas metano e con potenza elettrica di 300 kW e termica recuperabile fino a circa 400 kW.

In fase di conduzione si potrà scegliere di farlo lavorare ad inseguimento del carico elettrico (approssimativamente a potenza pari al 100% tutte le ore dell'anno) o ad inseguimento del carico termico modulando la potenza termica in base alla richiesta e quindi alla massima potenza durante il periodo invernale che si riduce fino al 60% durante il periodo estivo.

6.4.1. Emissioni cogeneratore

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche del flusso in emissione prodotto dal cogeneratore:

PARAMETRO	Unità di misura	Valore massimo ammesso
Temperatura gas di scarico	°C	480
Portata gas di scarico (umido)	kg/h	1.319
Portata aria comburente a 25°C	kg/h	1.150

Tabella 8. Caratteristiche fisiche dei gas di scarico del cogeneratore

Nella fattispecie degli impianti di combustione alimentati a gas metano, il Decreto Legislativo 152/2006 come modificato dal D.Lgs. 183/2017, nell'art. 272 comma 1 considera l'emissione scarsamente rilevante in quanto, tale impianto, rientra tra quelli ricompresi nell'allegato IV, Parte I alla lettera dd) *Impianti di combustione alimentati a metano o a GPL, di potenza termica nominale inferiore a 1 MW*, e pertanto tale cogeneratore non è soggetto ad autorizzazione alle emissioni in atmosfera.

6.5. Gestione del biometano prodotto, immissione in rete e liquefazione

Il biogas prodotto nei fermentatori verrà captato dalla parte superiore dei digestori, questo per evitare che schiume o variazioni di livello possano sporcare le condotte di trasporto del biogas.

Dalle due prese presenti nella sommità dei digestori, il biogas verrà raccolto da un'unica tubazione, dotata di valvole di intercettazione per ciascun digestore.

La tubazione proseguirà fino alla piazzola del sistema di upgrading, da lì si diramerà verso la torcia di emergenza e verso il primo stadio del sistema di filtrazione a membrana a 3 stadi del biogas.

Quest'ultimo conterrà un filtro a ghiaia per eliminare eventuali microparticelle di sostanza organica ed eventuali schiume presenti. Il serbatoio sarà chiuso ermeticamente e dotato di scarico della condensa nel pozzetto dedicato.

Questa quantità di condensa è stata quantificata nel bilancio di massa assieme alle condense di ciascuno stadio del sistema di trattamento. L'umidità contenuta nel biogas in uscita dai digestori, durante i vari passaggi nelle varie componenti fino al sistema di deumidificazione, condensa e viene recuperata in un pozzetto per poi essere rilanciata alla vasca "percolati" dell'impianto, come meglio dettagliato nella Relazione descrittiva delle reti di raccolta acque (DOC_2.6).

Il biogas in uscita dai fermentatori, composto principalmente da metano e anidride carbonica, conterrà una quantità di acqua stimata in circa 63 gr/Nm³. Quest'acqua dovrà essere estratta prima di entrare nel sistema di up-grading.

Si fa presente che la quantità di biogas annua stimata non considera il peso della condensa estratta; la massa di biogas dipende infatti dalla composizione dello stesso e più precisamente dal tenore di metano.

Sulla base delle matrici impiegate si stima la produzione di un biogas con tenore di metano pari al 54,88 %. Il peso del biogas, utilizzato per la formazione dei bilanci di massa è stato calcolato come segue:

- Il metano (CH_4) ha una massa di 16 gr/Mol e nell'impianto di progetto rappresenta il 60% circa del biogas;
- l'anidride carbonica CO_2 , corrispondente al restante 40 % del biogas, ha una massa molare di 44 gr/Mol;
- all'interno del biogas sono altresì presenti quantità minime di vapore acqueo saturo e altri componenti come l' H_2S . Il vapore acqueo è stato considerato nell'ambito delle condense e pari a 63 gr/ Nm^3 .
- Si considera trascurabile il valore di H_2O in quanto viene espulsa nelle condense. Si precisa inoltre che le concentrazioni sono dell'ordine delle decine di ppm.

Il volume molare è il volume di una mole di gas ai valori normali (o standard) della temperatura e della pressione (0°C ; 1,01325 Pa) pari a 22,4 dm^3 .

Per semplicità si è considerato che il biogas venga prodotto a condizioni Standard (STP).

Pur trattandosi valori medi e comunque molto variabili, si calcola una massa media del biogas pari a 1 Mol ogni 22,4 dm^3 . Pertanto, 1 m^3 di biogas ha una massa di 1,278 kg/m^3 , come di seguito riportato.

$$(16 \times 54,88\% + 44 \times 45,12\%) = 28,63[\text{gr}] \times 1000[\text{dm}^3] : 22,4[\text{dm}^3/\text{Mol}] = 1.278[\text{gr}] = 1,278[\text{kg}/\text{m}^3].$$

La perdita di massa a causa del gas, calcolata annualmente, risulta pertanto pari a circa 9.051 t, come di seguito riportato.

$$7.080.287 \text{ m}^3 (\text{biogas prodotto}) \times 1,278 \text{ kg}/\text{m}^3 : 1000 = 9.051 \text{ t (massa che diviene biogas)}$$

Successivamente al filtro a ghiaia, il biogas viene raffreddato per eliminarne la condensa.

6.5.1. Sistema di deumidificazione biogas

Si prevede di installare un gruppo per la filtrazione e la deumidificazione del biogas, montato su skid in acciaio inox AISI 304 interamente preassemblato, dimensionato per una portata nominale di 900 Nm^3/h e range di temperatura $55-1^\circ\text{C}$ composto da:

- Filtro FDP combinato ghiaia + candele ceramiche in acciaio inox AISI 304;
- Scambiatore di calore a fascio tubiero biogas-acqua glicolata ($55-1^\circ\text{C}$);
- Filtro a ciclone terminale di separazione condensa in acciaio inox AISI 304;
- Coibentazione scambiatore e ciclone con elastomero e lamierino in alluminio;
- Gruppo frigorifero ($10 / -2^\circ\text{C}$);

- Telaio di supporto in acciaio inox AISI 304;
- Collegamenti idraulici coibentati tra scambiatore e gruppo frigo;
- By-pass inox sulla linea biogas per esclusione dello scambiatore di calore;
- Soffiante biogas a canale laterale ($P=9,2$ kW) e $\Delta P=200$ mbar, completa di piping di collegamento.

6.5.2. Filtri a carboni attivi

A valle del sistema di deumidificazione è prevista una stazione di filtraggio a carboni attivi, costituita da 2 serbatoi, ed un ulteriore serbatoio mantenuto di backup, posti in serie. I serbatoi saranno riempiti da carboni attivi in grado di captare l'idrogeno solforato mentre verranno attraversati dal biogas.

Nel primo stadio avviene la rimozione preliminare mentre nel secondo stadio avviene l'affinazione fino al valore di H_2S ammesso dalle membrane e pari a circa 4-6 ppm.

Il primo stadio è composto da due serbatoi utilizzati alternativamente per poter effettuare in continuo il cambio dei carboni una volta esausti.

Il mezzo filtrante è costituito da carbone attivo granulare delle seguenti specifiche e proprietà:

- 4 x 6 US Sieve;
- Densità: 0,45 kg/litro;
- Superficie: 800 m²/g;
- Capacità di adsorbimento dell' H_2S : 20% in peso (media), varia dal 10% al 50%.

La rimozione dell'idrogeno solforato dal biogas si basa su un processo chimico di conversione, mentre la rimozione dei siloxani si basa sull'adsorbimento fisico sul carbone attivo.

6.5.3. Sistema di analisi del biogas

A valle del sistema di filtrazione a carboni attivi è prevista l'installazione di un sistema per l'analisi del gas costituito da un'apparecchiatura a quattro canali (CH_4 , H_2S , O_2 e H_2) per l'analisi automatica, stazionaria, discontinua del biogas. Grazie ad una protezione dinamica contro i sovraccarichi ed una diluizione del gas di controllo è possibile ottenere, per il sensore H_2S , un elevato grado di affidabilità e una lunga durata.

Seguono nello specifico le funzioni disponibili:

- intervalli di misurazione programmabili;
- misurazione manuale possibile in qualsiasi momento;
- segnalazione di stato per ogni tipo di gas;
- memoria dati con funzione "history" (accessibile tramite interfaccia);
- sensori;
- pulizia completa del gas di controllo;
- protezione contro il ritorno di fiamma, alimentatore, contenitore in acciaio con finestra.

Questo sistema, valutando la concentrazione di H_2S a valle dei carboni attivi, permette la modulazione del quantitativo di ossigeno inviato al biodigestore anaerobico per l'ossidazione dell'idrogeno solforato; inoltre, in caso di superamento di una determinata soglia preimpostata di concentrazione di H_2S garantisce l'arresto dell'alimentazione del biogas alle membrane, garantendone quindi lo stato di efficienza, attivando quindi la torcia di emergenza.

6.5.4. Upgrading del biogas

Il processo consiste in una serie di trattamenti finalizzati a separare dal biogas le componenti non desiderate (principalmente CO_2) ottenendo un gas metano (CH_4) conforme ai parametri di cui alla Delibera SNAM 204/2016/R/gas.

Il sistema individuato si basa sulla separazione fisica delle impurezze presenti nel gas dal metano. Tra i vari sistemi oggi presenti quello delle membrane è quello maggiormente impiegato e che si prospetta essere quello con un servizio di service più capillare dato il maggior numero di installazioni. Tale sistema sfrutta la diversa solubilità e le diverse velocità di penetrazione delle molecole di gas attraverso membrane polimeriche.

Le prestazioni previste sono:

Caratteristica	Valore
Pressione biogas in ingresso	80 mbar
Pressione biometano in uscita	12,9 bar
Contenuto CH_4 nel biometano	> 97,0 %
Contenuto CO_2 nel biometano	< 2,5 %
Efficienza di upgrading	> 99,0 %
Slip metano	< 1,0 %
Consumo elettrico specifico	0,27÷0,30 kWh/Nm ³ biogas grezzo

Tabella 9. Prestazioni attese sezione up-grading

Il sistema si compone di:

- un sistema di filtraggio a ghiaia, per la rimozione delle particelle grossolane e della condensa tramite raffreddamento del biogas;
- una filtrazione a carboni attivi o equivalenti, dove avviene la desolforazione in modo da eliminare le impurità dannose al sistema a membrane;
- una compressione finale in modo tale da innalzare la pressione e permetterne il passaggio del biogas attraverso le membrane.

Nell'immagine seguente è riportato lo schema di funzionamento del sistema a membrane a 3 stadi.

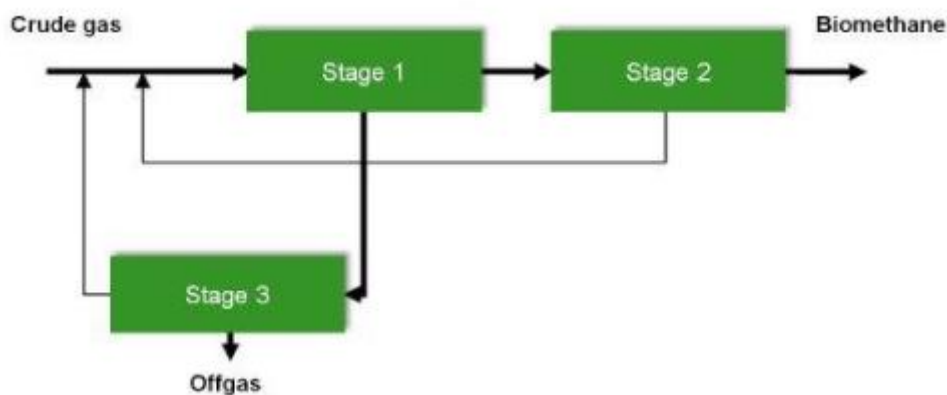


Figura 9. Schema tipo di impianto a membrane a 3 stadi

Il biogas grezzo sarà alimentato in bassa pressione al sistema di raffinazione dalla flangia presente all'esterno della sezione tecnica del container, mentre il biometano raffinato uscirà in pressione dalla flangia presente nella sezione membrane del container.

Al fine di garantire un'elevata sicurezza, si prevede di equipaggiare i vari compartimenti all'interno del container con sistemi di allarme antincendio e di rilevazione della presenza di gas.

Dal sistema di raffreddamento del gas post-compressione sarà possibile recuperare circa 150 kW di energia termica a 80°C che potranno essere recuperati nel sistema.

6.5.5. Sistema di emergenza (torcia)

Nei casi in cui l'impianto di up-grading non possa trattare il biogas (totalmente o parzialmente), questo verrà avviato ad una torcia di emergenza. Tale torcia procede alla combustione del biogas, in condizioni specifiche, evitandone l'emissione diretta in ambiente. Analoga funzione verrà svolta sul biometano prodotto qualora non potesse essere liquefatto o immesso in rete, per superamento dei parametri qualitativi richiesti (biometano fuori specifica).

Le situazioni nelle quali la torcia entra in funzione sono:

- Impianto di up-grading non funzionante/in manutenzione;
- Impianti di immissione in rete (inclusa compressione) non funzionante/in manutenzione;
- Portata di biogas sviluppata dai digestori superiore alle capacità di trattamento massima della linea di upgrading (picchi di breve durata e bassa frequenza);
- Biometano prodotto fuori specifica e quindi non ammissibile in rete o non idoneo alla liquefazione.

La torcia avrà una portata di 1.000 m³/h di biogas o 500 m³/h di metano, e consentirà una combustione a T > 1000°C.

Sarà interamente realizzata in acciaio inossidabile e cablata al quadro di controllo e comando.

Il sistema di accensione sarà di tipo automatico, da remoto o locale selezionabile.

La fiamma sarà completamente contenuta nella camera di combustione, la quantità di metano presente nel biogas potrà variare dal 20% al 70% (in volume) ed il campo di regolazione della portata sarà da 5 a 1.

La torcia sarà dotata di bruciatore pilota alimentato a gas di rete e bruciatore principale di tipo a ritenzione di fiamma la cui geometria garantirà la pre-miscelazione del biogas con l'aria di combustione introdotta e regolata in automatico dalla serranda modulante elettrica.

I sistemi di sicurezza adottati comprendono:

- un filtro arrestatore, che verrà installato subito a monte del bruciatore;
- una valvola di sicurezza sulla linea di alimentazione del biogas alla linea pilota e principale.

Il sistema prevede l'installazione di una termocoppia per misurare la temperatura della fiamma e regolare la serranda dell'aria comburente fino al raggiungimento delle condizioni ottimali di funzionamento).

Una fotocellula verificherà la presenza della fiamma ed in caso di mancata accensione ne ripeterà la sequenza.

6.5.6. Immissione in rete

Secondo quanto riportato nella norma UNI/TR 11537:2016 "Immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione di gas naturale" l'immissione in rete del biometano prodotto avviene tramite la connessione di quattro linee di impianto disposte in sequenza. Tali linee di impianto sono costituite da:

- Linea di produzione;
- Linea di purificazione
- Linea di consegna;
- Linea di misura, ricezione e immissione.

Le linee di produzione e di purificazione sono state già trattate nei paragrafi precedenti.

La linea di consegna sarà costituita dalle seguenti fasi:

- compressione fino alla pressione di consegna (circa 55 bar);
- controllo qualità del biometano;
- misura della qualità, dei volumi e delle portate di biometano consegnate (con finalità fiscale).

La linea di ricezione e misura ha lo scopo di immettere in rete il biometano che ha superato il controllo qualità. A tale scopo, la linea è dotata di:

- valvola motorizzata che consente di bloccare l'immissione di biometano nella rete;
- sistema di riduzione della pressione, da utilizzare in caso di necessità prima dell'immissione in rete del biometano;
- sistema di odorizzazione del biometano;
- sistema di immissione in rete.

Si stima che il valore di emissione sonora del compressore rilevabile in campo aperto a 7 m di distanza dal container è di 65 dB(A), il sistema è racchiuso in container. E' presente una valvola di sovrappressione di sicurezza. L'impianto di compressione è costituito da un container metallico resistente alle intemperie e da un sistema di raffreddamento entrambi posizionati su apposita platea in cemento armato. Il container è suddiviso in due vani, uno dedicato all'alloggiamento del compressore ed uno al posizionamento del quadro elettrico di controllo, ed è dotato delle seguenti attrezzature:

- Illuminazione (idonea per zone ATEX);
- N.1 sensore gas;
- N.1 sensore rilevamento fumo;
- N.1 sensore rilevamento fiamma;
- Estrattore aria dal locale compressore;
- Pulsante di emergenza;
- Connessioni elettriche tra quadro elettrico e compressore;
- Sistema di messa a terra.

Il compressore a due stadi è dotato di 4 cilindri del tipo non lubrificato ed è azionato da un motore da 90 kW a 6 poli ad accoppiamento diretto e avviamento inverter. Il quadro elettrico gestisce l'alimentazione e tutte le funzioni di comando e controllo del compressore; tutte le operazioni, gli allarmi e i parametri operativi sono visualizzabili tramite apposito display. Il sistema di raffreddamento, direttamente collegato con il compressore, permette il raffreddamento del gas e dell'olio tramite acqua mantenuta in circolazione da una pompa, azionata da motore elettrico, il quale alimenta gli scambiatori montati sul compressore stesso. Il raffreddamento della stessa avviene tramite un aerorefrigerante. È, inoltre, possibile controllare da remoto il funzionamento dell'intero impianto.

La Cabina REMI è un impianto di "REgolazione e MIsuratura", alloggiato in una cabina prefabbricata o in un container metallico appositamente predisposto, che svolge diversi processi, attraverso determinate strumentazioni. Le attività svolte nella cabina RE.MI. sono le seguenti:

- Filtraggio: la separazione di eventuali particelle, liquide o solide, presenti nel biometano al suo arrivo;
- Preriscaldamento e mantenimento della temperatura del gas ad un valore di circa 5°C;
- Regolazione della pressione: controllo e stabilizzazione della pressione del biometano al livello prestabilito dal gestore della rete;
- Misurazione del gas: contabilizzazione e regolazione del biometano, attraverso appositi device di tipo venturimetrico o volumetrico;
- Odorizzazione: aggiunta al gas di sostanze odoranti, necessarie perché l'utente possa accorgersi della presenza del gas in caso di fughe o perdite.

La gestione della cabina RE.MI. avverrà attraverso un sistema telematico utilizzato per monitorare il corretto funzionamento dell'impianto, ottimizzandone la conduzione e rilevando in tempo reale eventuali anomalie o guasti.

6.5.7. Impianto di liquefazione biometano

Il biometano è liquefatto tramite un processo frigorifero a riciclo di azoto comprendente un compressore di riciclo e un gruppo turbina/booster. Il processo richiede una fase di purificazione a monte del gas da liquefare (sistema TSA) per rimuovere i componenti che possono solidificare alle temperature criogeniche e intasare lo scambiatore del liquefattore (la CO₂ deve essere ridotta fino a max 50 ppm e l'acqua fino a max. 1 ppm).

E' richiesto azoto gassoso da usare per le tenute delle macchine, per il flussaggio del cold box e della candela fredda e come gas strumentale all'avviamento, se non è disponibile aria strumenti. Le caratteristiche di processo utilizzate sono riportate di seguito:

- Portata netta stoccata nel tank 359 kg/h – 500 Nm³/h;
- Pressione minima di stoccaggio del LNG: 3,0 bar(g);
- Composizione molare:
 - o metano 99,54 %
 - o anidride carbonica 0,00 %
 - o azoto 0,18 %
 - o ossigeno 0,28 %
 - o Peso molecolare 16,11 kg/kmole
- Consumo continuo di azoto liquido 128 kg/h (±3%), per processo, tenute macchine, flussaggi vari;
- Tensione 400 V;
- Frequenza 50 Hz;
- Consumo totale Liquefattore 325 kWh/h (±10%);

L'energia elettrica è riferita ai morsetti di tutti i motori e di tutte le utenze elettriche e include, quindi, le efficienze dei motori. I consumi riportati si riferiscono al solo Liquefattore.

Altri consumi di energia elettrica sono:

- Pompa di caricamento cisterna LNG - 0,3 kWh/h (equivalente a 20 kW per 0,4 ore/giorno);
- Pompa di caricamento tank LIN da cisterna - 0,1 kWh/h (equivalente a 20 kW per 0,1 ore/giorno);
- Sistema di raffreddamento con air cooler – 10 kWh/h.

Il sistema di stoccaggio LNG è costituito da due contenitori per l'LNG prodotto; si tratta di tank di stoccaggio LNG di tipo criogenico, isolato, sottovuoto con pressione di progetto di 10 barg. La capacità viene definita sulla base della frequenza di svuotamento per la carica delle autocisterne.

I tank hanno un volume geometrico di 50 m³ ciascuno, adatto per contenere la produzione continua di circa quattro giorni alla capacità massima di produzione dell'impianto.

Il tank di stoccaggio LNG è collegato al cold box di produzione LNG attraverso un tubo isolato sottovuoto per ridurre al minimo le rientranze di calore durante il trasferimento del prodotto.

Il sistema di riempimento della cisterna LNG prevede:

- una pompa centrifuga con capacità di 30.000 l/h;
- un set di linee e valvole premontati su skid.

Un analizzatore di processo è installato per fornire informazioni riguardo la qualità dell'anidride carbonica all'uscita dell'unità di purificazione (ppm CO₂).

Il funzionamento dell'impianto è interamente gestito da un PLC che controlla automaticamente il funzionamento delle macchine e del processo raccogliendo tutti i segnali delle schede I/O presenti sull'impianto (motori, sensori, elettrovalvole, ...).

Gli operatori monitorano e controllano l'impianto mediante il pannello installato sul quadro.

6.6. Aree di lavoro e manovra mezzi

Per consentire l'accesso alle nuove aree impiantistiche è prevista la realizzazione di una nuova strada asfaltata che, partendo dal piazzale presente tra l'edificio uffici e l'officina, oltrepassa il canale San Zeno consentendo di raggiungere l'area destinata ad ospitare gli impianti di digestione anaerobica e di upgrading del biogas, situata nel mappale n. 12 – Foglio 1 del C.C. di Paese. Il canale San Zeno verrà poi nuovamente valicato per accedere all'area degli impianti di compressione e di liquefazione del biometano, situati all'interno del mappale n. 13 – Foglio 1 del C.C. di Paese.

I passaggi sul canale San Zeno richiedono la realizzazione di due ponti con elementi scatolari prefabbricati a sezione netta 220x170 cm, con giunto a maschio e femmina, completati con spallette laterali in cls e parapetti in acciaio. Si osserva che le caratteristiche dei due ponti sono le medesime che erano state previste dal progetto già autorizzato dalla Provincia di Treviso per oltrepassare i canali irrigui ed accedere alle aree due aree di parcheggio originariamente previste sui due lotti di intervento, che poi non sono state più realizzate.

In adiacenza al canale San Zeno nella zona di attraversamento del primo ponte, sul confine nord-ovest dell'area di intervento, corre una canaletta fuori terra in cls appartenente alla rete irrigua a scorrimento gestita dal Consorzio di Bonifica "Destra Piave" di Treviso. La conseguente interferenza deve essere risolta mediante la realizzazione di un collegamento a sifone in sostituzione del tratto di canaletta interessato, con predisposizione di due pozzetti collegati tra loro mediante una tubazione interrata posata al di sotto della nuova strada.

Va infine segnalato che il layout degli impianti di digestione anaerobica e di upgrading del biogas è stato studiato in modo da prevedere un doppio accesso all'area, presidiato da due cancelli scorrevoli, prevedendo la nuova strada nella fascia di terreno compresa tra il sedime d'impianto e il canale

San Zeno. Dalla medesima strada sarà anche eventualmente possibile, in futuro, raggiungere la porzione non utilizzata del mappale n. 13, qualora essa dovesse essere sfruttata per ulteriori ampliamenti da parte di Contarina SpA.

6.7. Rete di raccolta acque meteoriche e acque di processo

Il nuovo impianto di digestione anaerobica sarà posizionato su una platea in calcestruzzo. Le aree della platea in testa e in coda ai digestori saranno delimitate con cordoli esterni e conformate con opportune pendenze in maniera da intercettare gli eventuali sversamenti accidentali dai sistemi di caricamento del rifiuto o dalle pompe di rilancio del digestato, le acque industriali utilizzate per le operazioni di lavaggio effettuate nelle medesime aree e le acque meteoriche ivi ricadenti. Tali flussi verranno quindi convogliati al pozzetto V14 da 1,5 m³, tramite una rete di pozzetti e tubazioni interrati, da dove la pompa sommergibile PM604 li rilancerà alla rete esistente di raccolta percolati e acque di lavaggio presso l'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.

Alla rete di raccolta delle acque reflue afferiscono anche i pozzetti situati al piede delle torrette di sostegno e accesso ai nastri trasportatori che convogliano la miscela FORSU/verde all'impianto di digestione anaerobica, cui affluiscono eventuali percolati derivanti dai sistemi raschiatori per la pulizia dei nastri trasportatori stessi. I percolati raccolti presso le torrette situate nell'area dello stabilimento di compostaggio esistente afferiscono invece alla rete di raccolta percolati ivi esistente.

Infine, alla medesima rete di raccolta delle acque reflue vengono fatte confluire, sempre mediante tubazioni a gravità, anche le condense separate dal circuito del biogas e dall'impianto di upgrading del biogas a biometano.

Si rimanda alla Relazione descrittiva delle reti di raccolta acque (DOC_2.6) per maggiori dettagli in merito alla configurazione del sistema previsto.

Le acque meteoriche sono raccolte e gestite presso i nuovi impianti con il medesimo approccio già in atto nell'area dello stabilimento di compostaggio, che mira a massimizzarne il recupero e il riutilizzo come acqua tecnica per usi interni. Vengono a questo scopo sfruttate le volumetrie delle vasche di accumulo già presenti. In particolare, è prevista la realizzazione di una nuova rete interrata di raccolta delle acque meteoriche a servizio dell'area degli impianti di digestione anaerobica e up-grading del biogas e dell'area degli impianti di compressione e di liquefazione del biometano.

L'aliquota di acque di prima pioggia verrà trattata nell'impianto compatto monoblocco V11 per la rimozione di fanghi e oli, caratterizzato da un volume utile di stoccaggio di 40 m³.

Il flusso trattato dall'impianto monoblocco verrà scaricato al pozzetto V12 da 1,5 m³, dal quale verrà sollevato mediante la pompa sommergibile PM602 alla vasca V5 esistente di accumulo acque di prima pioggia pre-trattate presso lo stabilimento di compostaggio, da cui 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.

Una volta esaurito il volume di accumulo delle acque di prima pioggia del nuovo impianto compatto di trattamento V11, le acque di seconda pioggia verranno derivate direttamente alla vasca V13 da 24 m³, da cui le n. 2 pompe sommergibili PM603-A/B le rilanciano 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 i caso di flussi eccedenti).

Si rimanda alla Relazione descrittiva delle reti di raccolta acque (DOC_2.6) per maggiori dettagli in merito alla configurazione del sistema previsto.

7. RETE ANTINCENDIO E SISTEMI DI SICUREZZA

A servizio della nuova area di impianto sarà realizzato un anello antincendio alimentato dal gruppo pompe con riserva idrica già esistente. L'area dell'impianto sarà servita da una rete di idranti idonei all'attività in progetto. Ulteriori presidi quali estintori, pulsanti di sgancio e cartellonistica completeranno l'insieme degli elementi necessari a mantenere un elevato grado di sicurezza agli incendi.

7.1. Attività soggette D.P.R 151/11

Le attività svolte nel sito in oggetto, ai sensi del D.P.R. 151/2011, sono le seguenti:

- Attività 49.1.A: Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva da 25 a 350 kW;
- Attività 1.1.C: Stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano gas infiammabili e/o comburenti con quantità globali in ciclo superiori a 25 Nm³/h;
- Attività 2.2.C: Impianti di compressione o di decompressione dei gas infiammabili e/o comburenti con potenzialità > 50 Nmc/h;
- Attività 6.1.A: Installazione di nuova tubazione interrata di collegamento tra la cabina di compressione del gas e punto di ricezione SNAM con pressione di esercizio pari a 55 bar. Installazione di nuova tubazione interrata di collegamento tra il sistema di upgrading e la cabina di compressione e con l'impianto di liquefazione;
- Attività 13.3.C: Distributori fissi carburanti liquidi infiammabili e combustibili per autotrazione, di tipo commerciale o privato.

Nei paragrafi seguenti si riportano le norme tecniche che sono state considerate nello sviluppo del presente studio di fattibilità tecnico ed economia e che verranno utilizzate nella successiva fase di progettazione definitiva, secondo quanto disposto dalla normativa vigente in materia di prevenzione incendi.

7.1.1. ACCUMULATORE PRESSOSTATICO DI BIOGAS (attività 1. 1.C)

A seguire si dimostra l'osservanza della norma che regola i depositi di gas.

DISPOSIZIONI GENERALI

Tali norme si applicano ai depositi di superficie nei quali il gas viene accumulato in serbatoi fissi o in bombole ed altri recipienti mobili.

L'impianto di biogas è costituito da vari elementi tra cui due digestori con volume totale pari a circa 945 x 2 = 1.890 Nm³ di gas costituiti da serbatoi fissi.

*DEPOSITI IN SERBATOI FISSI*Elementi costitutivi

Un deposito per l'accumulo di gas in serbatoi fissi è composto da:

- serbatoi di accumulo (accumulatore pressostatico con membrana);
- condotte di alimentazione e di scarico;
- eventuali stazioni di compressione e cabine di decompressione del gas; presente solo una "soffiante" di aspirazione del biogas ed invio alla caldaia;
- apparecchiature di controllo, esercizio e sicurezza;
- Guardia idraulica di sicurezza per sovrappressioni e depressioni, sensore di pressione del biogas, torcia di emergenza per la combustione del biogas nel caso di fermata della caldaia;
- locali destinati a impianti accessori. Locale cogeneratore, locale quadri elettrici e up-grading.

Pressioni d'esercizio ammesse

Le pressioni relative a cui sono eserciti i depositi, possono raggiungere al massimo i seguenti valori:

- per i digestori: 0,05 bar (0,005 MPa);
- nel caso specifico di serbatoi fissi; fino a 0,04 bar.

Sono dunque definiti **depositi in bassa pressione**.

Capacità di accumulo

La capacità di accumulo, misurata in m³, è data da:

$$C = V \times P/P_o$$

dove:

- V = volume geometrico dei serbatoi o tubi-serbatoi, espresso in m³;
- P = pressione assoluta massima, espressa in bar;
- P_o = pressione assoluta barometrica, espressa in bar e assunta convenzionalmente uguale ad 1 bar.

Per i gasometri ed accumulatori pressostatici, si assume come volume geometrico quello geometrico massimo.

Per pressione assoluta massima si intende quella massima di esercizio così come dichiarata dall'esercente.

Nonostante il livello di riempimento raggiunto dal liquido (materiali in fermentazione) determini uno spazio di testa libero per il biogas di volume pari a circa 945 m³, si considera cautelativamente il totale volume del digestore.

Il calcolo della capacità di accumulo è quindi pari a:

$$C = 1.890 \times 1,04/1 = 1.966 \text{ m}^3$$

Si considera cautelativamente anche tutto il volume di fermentazione, ed il calcolo porta ad un volume massimo di 6.804 m³.

Classificazione dei depositi

In funzione della capacità globale di accumulo, intesa come somma delle singole capacità di accumulo, i depositi si suddividono nelle seguenti categorie:

- 1ª categoria: oltre 120.000 m³;
- 2ª categoria: oltre 20.000 e fino a 120.000 m³;
- 3ª categoria: oltre 1.000 m³ e fino a 20.000 m³;
- 4ª categoria: fino a 1.000 m³.

Ubicazione

I depositi devono essere installati in aree compatibili con lo strumento urbanistico.

Recinzione

L'area di pertinenza del deposito sarà delimitata da apposita recinzione, di altezza pari ad almeno 1,80 m posta ad una distanza dagli elementi pericolosi, di cui al punto successivo, non inferiore a quella di protezione fissata per gli elementi stessi.

La recinzione sarà continua, robusta, realizzata con materiali incombustibili e idonea ad impedire l'avvicinamento agli elementi pericolosi del deposito.

Fatto salvo il rispetto della vigente normativa in materia di esodo delle persone, nella recinzione devono essere previsti almeno due varchi, di larghezza minima di 2,50 m, ragionevolmente distanziati, idonei ad assicurare, in caso di necessità, l'accesso dei mezzi di soccorso e l'esodo delle persone presenti.

Per i depositi di 4ª categoria interrati la recinzione potrà prevedere un unico varco, anche solo pedonale, di larghezza non inferiore a 0,80 m, purché sufficiente per l'effettuazione delle operazioni di manutenzione e controllo e per l'esodo delle persone.

Nel caso in cui il deposito sia parte integrante di un complesso avente una recinzione con le caratteristiche sopra descritte, la recinzione specifica del deposito può essere omessa, purché siano previsti idonei accorgimenti che impediscano, nell'area del deposito, il transito dei veicoli, integrati da segnaletica indicante i divieti, gli avvertimenti e le limitazioni di esercizio.

Elementi pericolosi

Sono considerati elementi pericolosi del deposito il digestore e le stazioni di compressione e le cabine di decompressione, il cogeneratore, ogni altro elemento che presenti pericolo di esplosione o di incendio nelle normali condizioni di funzionamento, inclusi il punto di travaso, i componenti e le tubazioni fisse con pressione di esercizio superiore a 5,0 bar (0,5 MPa).

Per tutti gli elementi di cui ai punti b) e c), con pressioni di esercizio inferiori a 5,0 bar (0,5 MPa), devono essere rispettate le norme di cui al DM 16 aprile 2008 recante "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

Distanze di sicurezza

L'area occupata dai serbatoi e quella circostante, definita dall'applicazione delle distanze di protezione, di cui al successivo punto, non deve essere attraversata da:

- linee elettriche aeree;
- le linee elettriche con tensione superiore a 30 kV devono distare in pianta almeno 50 m e quelle con tensione superiore a 1 kV e fino a 30 kV almeno 20 m dal perimetro della proiezione in pianta del serbatoio più vicino.

Riassumendo le distanze di sicurezza (D.M. 03/02/2016 – Sezione 2– p.to 2.9.c) rispettate sono le seguenti:

- a) distanza di protezione intorno al digestore: 6,00 m;
- b) distanza delle apparecchiature: (sicurezza interna) > 8 m;
- c) distanza di sicurezza esterna: 25 m;
- d) distanza da linee elettriche con tensione tra 1 kV e 20 kV: 20 m;
- e) distanza da linee elettriche con tensione superiore a 30 kV: 50 m.

Caratteristiche degli elementi costitutivi

Depositi costituiti da gasometri, accumulatori pressostatici e digestore:

I gasometri, gli accumulatori ed i digestori devono essere progettati, costruiti in conformità a regola d'arte e protetti dalla corrosione.

Il Digestore è realizzato in metallo, verrà coibentato con lana di roccia e finito esternamente con una lamiera grecata in alluminio quale protezione per gli agenti atmosferici.

Ogni digestore può essere isolato dal resto dell'impianto: i dispositivi di intercettazione devono perciò essere facilmente accessibili in ogni momento, visivamente ben individuabili e devono essere di alta affidabilità per garantire il loro sicuro funzionamento. Viene installata idonea valvola adatta al combustibile nella condotta di prelievo del biogas. Questa valvola verrà inoltre segnalata con idonea cartellonistica.

In ogni condotta di collegamento deve inoltre essere inserita, nell'immediata vicinanza del gasometro, una chiusura per garantire all'occorrenza l'esclusione del gasometro dal resto dell'impianto. Sarà presente una sola condotta di prelievo e verrà dotata di valvola di intercettazione. Ogni gasometro deve essere dotato di: dispositivi appropriati per controllare il volume contenuto e la pressione interna.

Sono presenti:

- Il sensore di pressione di tipo "Atex" installato sulla copertura rileva la pressione del biogas all'interno del digestore;
- il sensore di livello del digestore alla base del digestore che determina il riempimento del digestore stesso.

In normale attività, dovendo il digestore lavorare a livello costante, determina uno spazio di testa a disposizione del gas, costante. L'unica variazione di volume è dovuta all'eventuale innalzamento o abbassamento del livello in caso di eventi programmati e non ordinari.

Le tubazioni di collegamento del digestore al resto dell'impianto devono rispettare le norme previste per gli impianti di gas naturale a pressione minore di 5 bar di cui alla Sezione 1ª del DM 16 aprile 2008.

Gli accumulatori pressostatici e i relativi digestori, di capacità di accumulo superiore a 500 m³, devono essere dotati dei seguenti due impianti di sicurezza automatici ed indipendenti:

- uno per la rilevazione di fughe di gas;
- uno per la rilevazione della perdita di tenuta della copertura pressostatica.

Viene installato un sensore di presenza biogas nello sfiato della valvola di sicurezza dotata di guardia idraulica non avendo l'accumulatore pressostatico il presente impianto ne è privo di sensore di "tenuta".

Gli stessi devono essere, inoltre, dotati di un impianto di svuotamento rapido azionabile da zona protetta per la combustione in torcia.

Mezzi ed impianti di estinzione degli incendi

I depositi ed i locali destinati agli elementi pericolosi dell'impianto devono essere dotati di estintori portatili, di tipo omologato, conformi alla normativa vigente. Il numero e la capacità estinguente degli estintori portatili devono essere stabiliti in relazione alla valutazione del rischio di incendio, in conformità ai criteri applicabili previsti dalla normativa vigente.

La capacità estinguente non potrà essere inferiore a 34A 144B C.

La piazzola di sosta del veicolo che effettua il carico o scarico del gas deve essere corredata di n. 2 estintori con capacità estinguente non inferiore a 34A 144B C oltre a n. 1 estintore carrellato con capacità estinguente A-B1-C.

Nel caso di operazioni di scarico presso i depositi fissi di 4ª categoria, gli estintori carrellati possono essere omessi qualora la piazzola di sosta sia protetta con le caratteristiche di cui al punto 6.5.2.

I depositi fissi, esclusi i tubi serbatoio ed i serbatoi fissi interrati, e le relative aree di sosta dei veicoli adibiti al carico/scarico, devono essere protetti da apposita rete idrica antincendio progettata, installata, collaudata e gestita secondo la regola d'arte, ed in conformità alle direttive di cui al decreto del ministero dell'interno 20 dicembre 2012, in modo da consentire l'intervento su ogni elemento pericoloso del deposito, anche con getto frazionato.

Ai fini dell'applicazione della norma UNI 10779, devono essere garantite le caratteristiche prestazionali e di alimentazione di seguito riportate:

- livello di pericolosità 2 per i depositi fissi di categoria 3^a e per i serbatoi fuori terra di 4^a categoria di capacità geometrica superiore a 100 m³, ed alimentazione almeno di tipo singola;

Mezzi ed impianti di estinzione degli incendi (D.M. 03/02/2016 – Sezione 2 – p.to 6.5):

La rete antincendio sarà costituita da n° 7 idranti UNI 70 in grado di erogare ad una pressione di 1 bar una portata al bocchello di 120 l/min per sessanta minuti consecutivi.

L'area dell'impianto sarà protetta da apposita rete idrica antincendio progettata, installata, collaudata e gestita secondo la regola d'arte, ed in conformità alle direttive di cui al decreto del ministero dell'interno 20 dicembre 2012, in modo da consentire l'intervento su ogni elemento pericoloso del deposito, anche con getto frazionato.

Cogeneratore

L'impianto di produzione energia prevede l'installazione di un container dove sarà installato un gruppo elettrogeno per la produzione di energia elettrica. Il combustibile utilizzato risulta biogas con densità < 0,8 (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez. 1 – 1.1), saranno rispettate le indicazioni riportate nel Decreto del Ministero dell'Interno 16/04/2008 e del D.M. 03/02/2016.

Il luogo di Installazione del gruppo risulta essere un locale esterno alle altre attività (D.M. 13/07/2011 Titolo II Capo I Sez. 1.1).

Le strutture risultano realizzate con classe di reazione al fuoco A1, A1 FL (prodotti installati a pavimento), A1 L (prodotti destinati all'isolamento termico di condutture) ai sensi del Decreto del Ministero dell'Interno 15/03/2005, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 30/03/2005 n. 73.

L'altezza dei locali del cogenitore (D.M. 13/07/2011 Titolo II Capo IV Comma 1 lett.c) di installazione risulta pari a 2,5 m (>2,5m); l'accesso avviene direttamente dall'esterno attraverso n. 2 porte incombustibili apribili verso l'esterno e munita di congegno di auto chiusura, di altezza non inferiore a 2 m e di larghezza non inferiore 0.6 m (D.M. 13/07/2011 Titolo II Capo IV Comma 1 lett.d).

Le superfici libere minime (D.M. 13/07/2011 Titolo II Capo IV Comma 1 lett.f) hanno dimensioni non inferiori a $S=1/30 \times S_{15,07}=0,5 \text{mq} > 0,1 \text{mq}$ e comunque non inferiore a $1,25 \text{mq}=12,5 \times 100 \text{ kW}$. Essendo la ventilazione forzata, tale limite è portato a 0,625 mq. Il Gruppo elettrogeno è ventilato a mezzo di sistema forzato con funzionamento continuo.

Il posizionamento dei vari componenti degli impianti è tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas e comunque la fornitura verrà accompagnata da valutazione e classificazione delle aree ATEX di possibile e pericolo di formazione di atmosfere esplosive (D.M. 13/07/2011 Titolo II Capo IV Comma 1 lett.f) .

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali ed orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso, permettono l'accessibilità agli

organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché manutenzione ordinaria (D.M. 13/07/2011 Titolo II Capo IV Comma 1 lett.c) .

L'alimentazione del biogas deriva direttamente dal digestore tramite ventilatore (D.M. 13/07/2011 Titolo III Capo II Sez. I comma 1.1).

Dispositivi esterni di intercettazione:

Secondo quanto indicato nelle norme di riferimento, il dispositivo sarà manuale, in posizione facilmente e sicuramente raggiungibile ed adeguatamente segnalata, all'esterno del locale (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez.I 2.1).

L'impianto interno di alimentazione sarà realizzato in acciaio e posizionato a vista. Nell'attraversamento della parete sarà posta una guaina sigillata verso la parete interna del locale. Non debbono essere presenti prese libere (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez.I 3.2).

Prove di tenuta: verrà verificata accuratamente la tenuta con aria o gas inerte ad una pressione pari ad almeno il doppio della normale pressione di esercizio e comunque non inferiore a 100KPa ed in conformità alla vigente normativa. Tale prova verrà effettuata sia sulle tubazioni rigide, sia su quelle flessibili (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez.I 3.3).

Tubazioni flessibili: il collegamento tra il gruppo elettrogeno il terminale dell'impianto di alimentazione sarà realizzato con una tubazione flessibile, con caratteristiche adeguate alla pressione di esercizio (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez.I 3.4).

I sistemi di adduzione ed utilizzo del gas saranno realizzati a regola d'arte secondo quanto previsto dal DM 22/01/2008 n° 37 (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez.I 4.1).

Le valvole di sicurezza e/o valvole di sfiato a corredo della rampe gas e dei regolatori di pressione saranno dotati di un tubo di sfogo con l'estremità posta all'esterno del locale o dell'edificio a non meno di 1,50 m da qualsiasi apertura o presa d'aria (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez. I 4.2).

Dispositivi di sicurezza (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo II Sez. I 4.3):

- a) un dispositivo di automatico di arresto del gruppo e/o unità per minima pressione di alimentazione del combustibile;
- b) nel caso di alimentazione a pressione superiore a 50 kPa, anche un dispositivo automatico di blocco del gruppo e/o unità di massima pressione di alimentazione del combustibile;
- c) all'interno del locale un rilevatore di presenza gas che deve comandare automaticamente l'intercettazione del combustibile all'esterno del locale;
- d) un dispositivo di intercettazione del combustibile a gruppo e/o unità spenti, nel caso in cui il gruppo e/o la unità vengano arrestati diversamente dalla chiusura della adduzione del combustibile.

Le tubazioni di gas di scarico dei motori (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III 1.1) saranno in acciaio, di sufficiente robustezza ed a perfetta tenuta. Le tubazioni dei gas combusti (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III 1.2) sono sistemate in modo da scaricare direttamente all'esterno; l'estremità del tubo di scarico è posta ad almeno 1,5 m da finestre, porte o aperture praticabili o prese d'aria di ventilazione e a quota non inferiore a 3 m sul piano praticabile,

Le tubazioni all'interno del locale saranno protette (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III comma 1.2) nella maniera seguente:

- a) le tubazioni all'interno del locale devono essere protette con materiali coibenti;
- b) le tubazioni devono essere adeguatamente protette o schermate per la protezione delle persone da contatti accidentali;
- c) i materiali destinati all'isolamento termico delle tubazioni devono essere di classe A1L di reazione al fuoco.

I materiali per la coibentazione e la protezione (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III comma 1.2) sono incombustibili o combustibili di classe prima di reazione al fuoco.

Gli impianti e dispositivi elettrici (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III comma 2.1 e 2.2) posti a servizio sia dell'impianto che dei locali relativi, sono eseguiti a regola d'arte secondo la normativa vigente. Il pulsante di arresto di emergenza sarà duplicato all'esterno, in prossimità dell'installazione, in posizione facilmente raggiungibile ed adeguatamente segnalato. Tale pulsante attiverà, oltre all'arresto dell'unità di cogenerazione, anche il dispositivo di sezionamento dei circuiti elettrici interni al locale alimentati non a bassa tensione di sicurezza.

Viene previsto un impianto di illuminazione di sicurezza (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III comma 4.1) che garantisca un illuminamento dei locali di installazione dei gruppi e/o unità di cogenerazione, anche in assenza di alimentazione da rete, di almeno 25 lux ad 1 m dal piano di calpestio per un tempo compatibile con la classe di resistenza al fuoco minima prescritta per il locale.

E' prevista l'installazione di n°1 estintore portatile a polvere non inferiore a 6 kg di tipo 34A, 233BC con contenuto di agente estinguente non inferiore a 6 kg (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III comma 5.1 e 5.2) e n° 1 estintore a CO2 di tipo 113 B pari a 5 Kg nel vano quadri.

La segnaletica di sicurezza sarà conforme al Titolo V e Allegati da XXIV a XXXII del D.Lgs. 9 Aprile 2008, n° 81. I gruppi che garantiscono il funzionamento di dispositivi, impianti e sistemi preposti alla protezione antincendio, a servizi di emergenza o soccorso o a servizi essenziali che necessitano della continuità di esercizio, devono essere chiaramente segnalati (D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo III comma 7.1).

L'installazione sarà posta ad almeno 3 metri da qualsiasi deposito di sostanza combustibile.

(D.M. 13/07/2011 Titolo II Capo II comma 1).

Il gruppo sarà dotato di "marcatrice CE" e di dichiarazione di conformità CE ai sensi del DPR 24 luglio 1996, n° 459 e i dispositivi e i materiali accessori certificati secondo le normative vigenti.

(D.M. 13/07/2011 Titolo I Capo I comma 2.1).

Tubazioni interrate e sistemi di compressione e liquefazione

A servizio del sistema di compressione, del sistema di upgrading e di liquefazione verranno installati n. 5 estintori a polvere con carica nominale pari a 6 kg.

L'area dedicata alla liquefazione sarà perimetrata da un muretto continuo di altezza 30 cm per contenere eventuali perdite di combustibile.

Nell'area insistono n.2 idranti UNI70.

L'impianto di liquefazione verrà realizzato nel rispetto della Lettera Circolare DCPREV prot. n. 5870 del 18-05-2015 – Guida tecnica ed atti di indirizzo per la redazione dei progetti di prevenzione incendi relativi ad impianti di alimentazione di gas naturale liquefatto (gnl) con serbatoio criogenico fisso a servizio di impianti di utilizzazione diversi dall'autotrazione. – Guida tecnica ed atti di indirizzo per la redazione dei progetti di prevenzione incendi relativi ad impianti di distribuzione di tipo I-gnl, I-gnc e I-gnc/gnl per autotrazione.

Impiego prodotti

I prodotti impiegati sono regolamentati dalle disposizioni comunitarie applicabili e risultano a queste conformi.

Gli estintori portatili, gli estintori carrellati, i liquidi schiumogeni, i prodotti per i quali è richiesto il requisito di reazione al fuoco diversi da quelli di cui al comma precedente, gli elementi di chiusura per i quali è richiesto il requisito di resistenza al fuoco, disciplinati in Italia da apposite disposizioni nazionali, già sottoposte con esito positivo alla procedura di informazione di cui alla direttiva 98/34/CE, come modificata dalla direttiva 98/48/CE, che prevedono apposita omologazione per la commercializzazione sul territorio italiano e, a tale fine, il mutuo riconoscimento, saranno conformi alle suddette disposizioni.

Le tipologie di prodotti non contemplati dai punti precedenti saranno utilizzati purché legalmente fabbricati o commercializzati in uno degli Stati membri dell'Unione europea o in Turchia, in virtù di specifici accordi internazionali stipulati con l'Unione europea, ovvero legalmente fabbricati in uno degli Stati firmatari dell'Associazione europea di libero scambio (EFTA), parte contraente dell'accordo sullo spazio economico europeo (SEE), per l'impiego nelle stesse condizioni che permettono di garantire un livello di protezione, ai fini della sicurezza antincendio, equivalente a quello prescritto dalla presente guida tecnica.

Tra gli elementi pericolosi dell'impianto di cui al Titolo II punto 2, devono essere osservate, come minimo, le distanze riportate nella seguente tabella.

Tabella I						
Elementi Pericolosi dell'impianto	A	B	C	D	E	F
A - Punto di riempimento	-	-	8	(3)	8 ⁽⁴⁾	(3)
B - serbatoi, barrel, pompe,	-	(2)	8	(3)	8 ⁽⁵⁾	(3)
C - Apparecchi di distribuzione GNC	8	8	(1)	(1)	8	(7)
D - Locale recipienti di accumulo	(3)	(3)	(1)	-	(6)	-
E -Apparecchio distribuzione GNL	8 ⁽⁴⁾	8 ⁽⁵⁾	8	(6)	8	(7)
F - Locale sistema recupero vapori boil-off	(3)	(3)	(7)	-	(7)	-

Tabella 10. Distanze degli elementi pericolosi dall'impianto

Distanze di sicurezza esterne

Dagli elementi pericolosi dell'impianto di cui al Titolo II punto 2, sono state osservate le seguenti distanze di sicurezza rispetto al punto più vicino del perimetro di fabbricati esterni all'impianto:

- a. per depositi di capacità complessiva fino a 30 m³:
 - dal punto di riempimento: 30 m;
 - da serbatoi, barrel, pompe: 20 m;
- b. per depositi di capacità complessiva maggiore di 30 m³:
 - dal punto di riempimento: 30 m;
 - da serbatoi, barrel, pompe: 30 m;

tra gli elementi pericolosi dell'impianto e le linee elettriche aeree, con valori di tensione maggiore di 400 volt efficaci per corrente alternata e 600 volt per corrente continua, è stata osservata una distanza, misurata in proiezione, di 15 m, salvo diverse distanze dall'ente di gestione dell'elettrodotto; tale distanza è da applicarsi anche per cabine di trasformazione di energia elettrica; Rispetto agli elementi pericolosi dell'impianto sono state osservate le seguenti distanze di protezione:

- a) dal punto di riempimento: 5 m;
- b) da serbatoi, pompe, vaporizzatori: 5 m;
- c) dall'area di sosta dell'autocisterna: 5 m.

8. RETE GAS, BIOGAS E BIOMETANO

I principali componenti dell'impianto sono i seguenti:

- N° 2 Digestore anaerobici orizzontali;
- N° 1 Impianto di Upgrading da biogas a biometano;
- N° 1 Impianto di cogenerazione alimentato a metano da rete;
- N° 1 Sistema di immissione in rete: sistema di misura – compressione – consegna SNAM;
- N° 1 Impianto di liquefazione GNL;
- N° 1 Torcia di emergenza.

8.1. Dati tecnici generali

La tubazione sarà idonea al trasporto di biogas proveniente da digestore anaerobico, al biometano trasformato dal biogas nell'impianto di up-grading e al metano prelevato dalla rete per l'alimentazione di un gruppo di cogenerazione.

Il biogas presenta una composizione indicativa variabile entro i limiti riportati di seguito:

- Percentuale CH₄ variabile da 50 a 60 % in volume;
- Percentuale CO₂ variabile da 25 a 35% in volume;
- Percentuale O₂ variabile da 0 a 2% in volume;
- Percentuale N variabile da 3 a 10 % in volume Altri < 1 %.

8.2. Descrizione sommaria della linea

La linea si svilupperà in tre tratti aventi differenti caratteristiche.

Tratto 1 – da captazione biogas digestore all'impianto di Up-grading

Per ciascun digestore, nella parte superiore si realizzerà una tubazione in acciaio inox DN250; tali tubazioni si uniranno in un'unica tubazione DN250 per proseguire sopra al digestore a sud, la tubazione calerà fino all'interro, cambiando il materiale da acciaio inox DN250 a PEAD DN250, fino ad arrivare a un raccordo a T:

1. Da raccordo a T a torcia di emergenza: tubazione interrata PEAD DN250, quindi una alzata e cambio materiale da PEAD DN250 a acciaio inox DN250;
2. Da raccordo a T a sistema di Upgrading: tubazione interrata PEAD DN250, quindi una alzata e cambio materiale da PEAD DN250 a acciaio inox DN250, fino ad entrare nel container del sistema di up-grading.

Tratto 2 – dall'impianto di Up-grading a sistema di immissione in rete e impianto di liquefazione GNL

All'uscita del container dell'impianto di up-grading, dove avrà una pressione di esercizio di circa 13

bar, si realizzerà una tubazione interrata in acciaio di trasporto biometano DN100 rivestita in polietilene, fino alla diramazione posto oltre il ponte:

1. Da diramazione a sistema di immissione in rete: tubazione interrata in acciaio di trasporto biometano DN100 fino al sistema di immissione in rete composto da un sistema di misura, da una sezione di compressione fino a pressione di 50 bar per poi immettere il biometano in rete;
2. Da diramazione a impianto di liquefazione GNL: tubazione interrata in acciaio di trasporto biometano DN100 fino all'impianto di liquefazione GNL.

Tratto 3 – dal punto di consegna di metano dalla rete al container dell'impianto di cogenerazione

Dal punto di consegna si realizzerà una tubazione fuori terra in acciaio DN80 per l'alimentazione dell'impianto di cogenerazione alimentato a metano dalla rete.

8.3. Dimensionamento della linea

Il dimensionamento delle linee inteso come la determinazione delle sezioni delle condotte, necessarie e sufficienti ad assicurare una pressione di alimentazione del biogas alla rampa di alimentazione dell'impianto di Upgrading, è stato effettuato in conformità a quanto previsto dalla UNI 9860:2006 per il tratto 1 e 3 e dalla UNI EN 12007-1:2012 per il tratto 2 e comunque tenendo conto:

- della lunghezza della condotta di impianto, risultante dalla definizione del tracciato evidenziata nelle tavole allegate;
- delle portate massime di biogas e di biometano che interessano ogni singolo tratto. Considerato che l'impianto di produzione di biometano avrà un fabbisogno massimo di 864 Sm³/h di biogas per la produzione di 500 Sm³/h di biometano;
- delle portate massime di biogas che interessano ogni singolo tratto. Considerato che l'impianto di produzione di energia elettrica è costituito da n° 1 gruppo di cogenerazione in grado di erogare una potenza elettrica in rete pari a 309 kW, che corrisponde una potenza chimica in ingresso consumata dai motori pari a circa 834 kW, il consumo orario di metano è pari a 86 Sm³/h;
- delle portate massime di metano di rete che interessano il tratto di alimentazione dell'impianto di cogenerazione;
- delle perdite di carico dei singoli componenti installati;
- delle caratteristiche chimico fisiche del biogas e del biometano (circa 98-99%% di metano). A tal riguardo sono state calcolate le densità e la viscosità cinematica della miscela gassosa assumendo le composizioni medie del biogas.

		Caratteristiche rilevate alla p atm e T= 15°C	
Descrizione Componente	Quantità (%)	Densità (kg/mc)	Viscosità (cP)
Metano	55	0,67093	0,010861
Anidride Carbonica	41	1,8472	0,014445
Azoto	3	1,1696	0,017347
Ossigeno	1	1,3366	0,019903
Biogas		1,1748	0,012615

Tabella 11. Caratteristiche miscela gassosa

- della velocità del biogas nelle condotte che deve essere tale da limitare trascinamenti di eventuali impurità. Le velocità massime sono minori di 5 m/s nelle tubazioni di 7° specie. In ogni caso si devono rispettare le indicazioni della norma UNI 9165:2004;
- della velocità del biometano nelle condotte che deve essere tale da limitare trascinamenti di eventuali impurità. Le velocità massime sono minori di 25 m/s, avendo una pressione di esercizio $P > 3,5$ bar nelle tubazioni di 2° specie;
- della velocità del metano nelle condotte che deve essere tale da limitare trascinamenti di eventuali impurità. Le velocità massime sono minori di 15 m/s, avendo una pressione di esercizio $P < 0,5$ bar nelle tubazioni di 6° specie. In ogni caso si devono rispettare le indicazioni della norma UNI 9165:2004;
- spessore minimo delle tubazioni deve rispettare le norme in seguito indicate a seconda del materiale.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Schema a blocchi sezione digestione anerobica e valorizzazione biogas	7
Figura 2.	Esempio di copertura dei nastri trasportatori	12
Figura 3.	Alimentazione digestori.....	13
Figura 4.	Schema semplificato di digestore orizzontale completamente miscelato	14
Figura 5.	Esempio di miscelatore ad asse orizzontale	15
Figura 6.	Esempio di guardia idraulica.....	16
Figura 7.	Schema funzionamento disco di rottura	17
Figura 8.	Esempio di oblò di ispezione.....	18
Figura 9.	Schema tipo di impianto a membrane a 3 stadi	27

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.	Dati progettuali	10
Tabella 2.	Caratteristiche miscela in ingresso ai digestori.....	11
Tabella 3.	Dimensioni caratteristiche	13
Tabella 4.	Attivazione sistemi di sicurezza.....	17
Tabella 5.	Caratteristiche impianto di desolforazione	19
Tabella 6.	Stima di calcolo dell'energia termica necessaria al processo di digestione anaerobica	20
Tabella 7.	Prospetto preliminare delle potenze elettriche delle attrezzature presenti e consumi elettrici annui.....	22
Tabella 8.	Caratteristiche fisiche dei gas di scarico del cogeneratore	23
Tabella 9.	Prestazioni attese sezione up-grading	26
Tabella 10.	Distanze degli elementi pericolosi dall'impianto.....	43
Tabella 11.	Caratteristiche miscela gassosa	46