


IL RESPONSABILE:

MWH S.p.A.
Un Direttore tecnico
(dott. ing. Roberto Keffer)



AMGA Legnano S.p.A.

**CENTRO INTEGRATO PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI DI LEGNANO
VIA NOVARA, 250**

**Integrazioni richieste nel Rapporto di
Completezza Documentale di QSC**

allegato:	titolo:	commessa:	scala:	data:
ES1-11	CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE R1	45502843	-	DICEMBRE 2016



MWH

now
part of



Stantec

IN COLLABORAZIONE CON:

B. & Partner
Safety Environment Consultancy
BP SEC S.r.l.

20090 Segrate Milano
Centro Direzionale Milano 2 - Palazzo Canova
tel. +39 0294757240 - fax 02-26924275
e-mail: mwh.italia@it.mwhglobal.com

20020 Magnago (MI)
via Carroccio n. 9
Tel. 0331- 658922- fax 0331- 659239
e-mail: contatti@bpsec.it

AMGA Legnano S.p.A.

***LAVORI RELATIVI ALL'ESECUZIONE DI UN CENTRO
INTEGRATO PER LA RACCOLTA ED IL
TRATTAMENTO DEI RIFIUTI NEL COMUNE DI
LEGNANO***

Capitolato Speciale d'Appalto Descrittivo e
prestazionale

Dicembre 2016 -R1

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DEFINIZIONE TECNICA	6
ART. 1 -	OGGETTO DELL'APPALTO	6
2.1	COMPOSIZIONE DEL CENTRO INTEGRATO	7
ART. 2 -	PRESCRIZIONI AUTORIZZATIVE	9
ART.3	CARATTERIZZAZIONE DELLA FORSU E DEGLI SCARTI VERDI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO	11
ART.4	BILANCI DI MASSA E SCHEMI DI PROCESSO	13
ART.5	CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO	13
ART.6	NORME DI SICUREZZA	14
	PARTE SECONDA	15
	SPECIFICHE OPERE CIVILI	15
ART.7	PALAZZINA UFFICIE E SERVIZI	15
ART.8	EDIFICI ALLOGGIAMENTO LINEE DI TRATTAMENTO	16
ART.9	VIABILITA' INTERNA E PIAZZALI, RECINZIONE E ACCESSI	20
ART.10	IMPIANTI DI SERVIZIO E RETI	1
10.1	PESA A PONTE	1
10.2	IMPIANTO LAVAGGIO MEZZI	1
ART.11.	QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI	3
ART.12	FONDAZIONI E OPERE IN CEMENTO ARMATO IN GENERE	3
ART.13	TRAMOGGE DI RICEZIONE FORSU	5
ART.14	UNITA' DI TRITURAZIONE DELLA FORSU	6
ART.15	BACINI DI RICEZIONE DELLA FORSU TRITURATA	7
ART.16	SOLLEVAMENTO ALL'IDROCICLONE E AI BACINI DI MISCELAZIONE/OMOGENEIZZAZIONE	8
ART.17	UNITA' DI SEPARAZIONE SABBIE E PLASTICHE PESANTI CON IDROCICLONE	9
ART.18	BACINI DI MISCELAZIONE/ACCUMULO E IDROLISI DELLA FORSU	10
ART.19	SOLLEVAMENTO ALLA DIGESTIONE ANAEROBICA	11
ART. 20	UNITA' DI DIGESTIONE ANAEROBICA	12

ART.21 SISTEMA DI MISCELAZIONE INTERNA DELLA BIOMASSA IN DIGESTIONE	12
ART.22 ATTREZZATURE INSTALLATE SULLA CUPOLA DEI DIGESTORI	13
ART.23 SCAMBIATORI DI CALORE PER IL PROCESSO DI DIGESTIONE	14
ART.24 CENTRALE PER AVVIAMENTO RISCALDAMENTO DIGESTIONE E PER INTEGRAZIONE TERMICA DEL PROCESSO DI ESSICCAMENTO	15
ART.25 DEUMIDIFICAZIONE E PURIFICAZIONE PRELIMINARE DEL BIOGAS	16
ART. 26 UNITA' DI STOCCAGGIO BIOGAS (GASOMETRO)	18
ART. 27 DESOLFORAZIONE DEL BIOGAS	19
ART. 28 MISURA DI PORTATA DEL BIOGAS ALL'UTILIZZO	23
ART. 29 UNITA' DI COGENERAZIONE	24
ART. 30 CARATTERISTICHE DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE	25
ART. 31 SISTEMA IDRAULICO DI RECUPERO TERMICO/DISSIPAZIONE CALORE ACQUA MOTORE	26
ART. 32 TORCIA DI EMERGENZA PER SMALTIMENTO BIOGAS	29
ART. 33 CABINA DI FORNITURA ENERGIA ELETTRICA	32
ART. 34 POST-ISPESSITORE/ACCUMULO DEL DIGESTATO	34
ART. 35 DISIDRATAZIONE MECCANICA DEL DIGESTATO E DEI FANGHI	34
ART 36 ESSICCATORE TERMICO	36
ART. 37 MISCELATORE DIGESTATO E VERDE AL COMPOSTAGGIO	40
ART. 38 TRATTAMENTO DI COMPOSTAGGIO	41
ART. 39 SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI PROCESSO	43
ART.40 SISTEMA DI ASPIRAZIONE ARIA DI PROCESSO	44
ART 41 SISTEMA DI SCARICO GAS, POST COMBUSTORE RIGENERATIVO E SISTEMA DI SCAMBIO CALORE FUMI/OLIO DIATERMICO	45
ART 42 IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE	47
42.1 TRATTAMENTI PRELIMINARI	49
42.2 VASCHE DI ACCUMULO AERATE	49
42.3 TRATTAMENTO CHIMICO (CORREZIONE DEL PH)	50
42.4 STRIPPAGGIO DELL'AMMONIACA	50
42.5 TRATTAMENTO CHIMICO (COAGULAZIONE/FLOCCULAZIONE)	51
42.6 TRATTAMENTO CHIMICO FISICO (FLOCCULAZIONE/SEDIMENTAZIONE)	51
42.7 TRATTAMENTO DI FILTRAZIONE/ADSORBIMENTO	52
42.8 TRATTAMENTO DI OZONIZZAZIONE	52
42.9 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ACQUE REFLUE AL TRATTAMENTO FORSU	53

1 PREMESSA

Il presente Capitolato Speciale che forma parte integrante e sostanziale del contratto, regola e disciplina l'appalto relativo alla realizzazione e gestione dell'opera meglio individuata nel seguente art. 1.

L'esecuzione del presente appalto è affidata da AMGA Legnao S.p.A. (che per brevità viene in seguito denominata "Ente Appaltante") all'Impresa aggiudicataria dell'appalto (che per brevità viene in seguito chiamata "Appaltatore").

Si conviene, inoltre, che le seguenti dizioni, menzionate nel presente Capitolato, stanno a indicare rispettivamente:

- "Codice": è il "Codice dei Contratti e degli Appalti" ex D.Lgs. 18 Aprile 2016, n. 50.
- "Regolamento" è il Regolamento emanato con DPR 5.10.2010, n. 207 e s.m.i. per le parti non abrogate o non ancora abrogate ai sensi della lettera "u" dell'art. 217 del "Codice".

2 DEFINIZIONE TECNICA

ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO

Oggetto del presente appalto è la realizzazione e la gestione del Centro Integrato per la raccolta ed il trattamento dei rifiuti ubicato in Via Novara 250, Legnano (MI).

Si precisa che l'appalto posto in affidamento ha ad oggetto la progettazione definitiva ed esecutiva, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione, l'esecuzione dei lavori di realizzazione e di esercizio iniziale "avviamento-commissioning", nonché la gestione e l'esercizio per 20 anni (240 mesi), del Centro Integrato per la raccolta ed il trattamento della frazione organica da raccolta differenziata dei rifiuti nonché delle frazione verde da sfalci con linee di digestione anaerobica e compostaggio dei rifiuti, nonché di produzione di energia elettrica da biogas, sito in Legnano (MI), Via Novara 250, il tutto sulla base del progetto preliminare elaborato e approvato da AMGA Legnano S.p.A.

Il progetto ha ottenuto Autorizzazione Integrata Ambientale da parte della Città metropolitana di Milano con Prot. N° 304929/2015 in data 03/12/2015 per l'attività di cui al punto 5.3 lettera b) dell'Allegato VIII alla parte seconda del D.Lgs.152/2006 s.m. e costruzione ed esercizio di un impianto per la produzione di energia elettrica alimentato da fonti rinnovabili (Biogas da FORSU) ai sensi del D.Lgs. 387/03.

Le opere comprese nell'appalto risultano individuate negli elaborati del progetto preliminare predisposto da AMGA Legnano S.p.A.

Al fine di permettere la valutazione della consistenza delle opere da realizzare e quindi la formulazione dell'offerta, il citato progetto verrà messo a disposizione dei concorrenti con le modalità precisate nel bando e disciplinare di gara.

Ciascun concorrente dovrà comunque svolgere tutti i computi e le stime che riterrà necessari alla formulazione della propria offerta, tenendo conto degli oneri per la realizzazione delle opere e di tutti gli altri oneri indicati nel presente Capitolato e nello Schema di contratto.

Le opere da eseguire sono illustrate nella Relazione Tecnica, nelle Tavole grafiche e negli altri allegati al Progetto preliminare posto a base dell'Appalto.

L'Appaltatore dovrà verificare i dati, le prescrizioni, i calcoli ed i disegni del Progetto preliminare e si assumerà l'intera ed incondizionata responsabilità della corretta realizzazione dell'opera eseguita.

2.1 COMPOSIZIONE DEL CENTRO INTEGRATO

Il Centro Integrato per la gestione dei rifiuti sarà dotato di una linea di valorizzazione della FORSU, di potenzialità max pari a 40.000 t/a con digestione anaerobica della frazione organica e recupero energetico e di calore dal biogas prodotto e di una linea di trattamento integrato delle frazione verde per 5.000 t/a con il digestato essiccato per la produzione di Ammendante Compostato Misto (A.CM). Da tale filiera è attesa pertanto la produzione di biogas dal digestato e di ammendante compostato dal digestato essiccato e dalla frazione verde..

L'impianto risulta articolato in una serie di sottosezioni di seguito elencate:

- Ricezione FORSU
- Pretrattamenti FORSU
- Miscelazione ed alimentazione della FORSU ai digestori anaerobici
- Digestione anaerobica
- Sezione di recupero energetico del biogas prodotto con cogenerazione di energia elettrica e termica
- Sezione di ispessimento del digestato
- Sezione di disidratazione della massa ispessita
- Sezione di essiccamento della massa disidratata
- Sezione di ricezione e triturazione frazione verde
- Sezione di miscelazione della massa disidratata con la frazione verde pretriturata
- Sezione di compostaggio della massa miscelata
- Sezione di raccolta e trasferimento vetro, lattine, terre di spazzamento e RSU da cestini
- Impianto di lavaggio automezzi AMGA
- Impianto di aspirazione e trattamento arie odorigene
- Impianto di depurazione acque reflue prima del recapito alla pubblica fognatura
- Palazzina Uffici e Servizi

Per quanto concerne il trattamento delle acque di risulta dai processi , esso verrà effettuato presso uno specifico depuratore ubicato all'interno dell'area della piattaforma del presente progetto; il liquame in uscita sarà scaricato alla rete fognaria del Comune di Legnano

Completano le suddette sezioni una serie di componenti accessorie puntualmente illustrate nella presente relazione:

- Sistema di supervisione e controllo
- Impianto di illuminazione esterna
- Rete di drenaggio acque di processo e servizio
- Rete di drenaggio acque meteoriche strade e piazzali
- Rete di drenaggio acque meteoriche delle coperture
- Rete acqua potabile
- Pozzo per uso industriale e antincendio
- Rete acqua antincendio

- Rete acqua industriale
- Impianto aspirazione e deodorizzazione arie esauste
- Viabilità interna, accessi, piazzali
- Impianto lavaggio automezzi
- Sistemazione a verde

Le attività oggetto di appalto sono costituite essenzialmente da:

- Gestione di tutte le attività oggetto del contratto;
- Demolizione delle opere esistenti nell'area e smaltimento/recupero dei materiali di demolizione;
- Approvvigionamento dei materiali e dei componenti;
- Realizzazione delle opere civili e delle opere/forniture elettromeccaniche;
- Conservazione dei materiali e dei loro componenti prima del trasporto in cantiere;
- Spedizione e trasporto dei materiali e dei componenti al cantiere;
- Scarico, stoccaggio e montaggio dei componenti , inclusi tutti i controlli in situ, i collaudi in situ e le relative certificazioni;
- Smaltimento in siti a norma di legge degli scarti delle demolizioni e degli scavi che non dovessero trovare riutilizzo nell'ambito del sito;
- Avviamento dell'impianto-commissioning;
- Gestione per 20 anni dell'impianto;
- La formazione degli elaborati grafici e tecnici delle opere "as built";
- Gli oneri per la attuazione dei piani e delle misure di sicurezza sia in fase di costruzione che di gestione

L'Appaltatore dovrà sempre operare secondo le regole dell'arte.

ART. 2 - PRESCRIZIONI AUTORIZZATIVE

Sulla base della Autorizzazione Integrata Ambientale da parte della Città metropolitana di Milano con Prot. N° 304929/2015 in data 03/12/2015 risultano le seguenti prescrizioni principali.

Il progetto deve essere realizzato conformemente a quello approvato.

L'esercizio dell'attività di gestione rifiuti è subordinata alla comunicazione di fine lavori dell'impianto alla quale deve essere allegata perizia giurata, redatta da tecnico abilitato, attestante la corretta esecuzione delle opere e la conformità al progetto approvato.

Prima dell'avvio delle operazioni di recupero dei rifiuti, l'Impresa dovrà presentare, contestualmente alla comunicazione di fine lavori di cui sopra, alla Città Metropolitana di Milano, una garanzia finanziaria per un importo pari ad € 125.721,74.

L'esercizio delle operazioni di gestione dei rifiuti non potrà in ogni caso essere attivato prima della formale accettazione, da parte della Città Metropolitana di Milano, della garanzia finanziaria.

Le operazioni di recupero dei rifiuti dovranno avvenire entro 6 mesi dalla data di accettazione degli stessi presso l'insediamento.

Ai sensi dell'art.29-octies, comma 3, lett. a), del d.lgs. 152/06, il riesame con valenza, anche in termini tariffari, di rinnovo dell'autorizzazione è disposto sull'installazione nel suo complesso entro quattro anni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea delle decisioni relative alle conclusioni sulle BAT riferite all'attività principale dell'installazione e, come disposto dal successivo comma 7, su istanza di riesame presentata dal Gestore della stessa;

- ai sensi dell'art. 29-octies, comma 3, lett. b), del d.lgs. 152/06, il riesame con valenza, anche in termini tariffari, di rinnovo dell'autorizzazione è disposto sull'installazione nel suo complesso trascorsi 10 anni dal rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale o dall'ultimo riesame effettuato sull'intera installazione;
- che, ai sensi dell'art. 29-nonies, comma 2, del d.lgs. 152/06, sono sottoposte a preventiva autorizzazione le modifiche ritenute sostanziali ai sensi dell'art. 5, comma 1, lett. 1-bis), del medesimo decreto legislativo;
- ai sensi dell'art. 29-decies, comma 2, del d.lgs. 152/06, il gestore dell'installazione IPPC è tenuto a compilare l'applicativo, implementato da A.R.P.A Lombardia e denominato "A.I.D.A.", con tutti i dati relativi agli autocontrolli effettuati a partire dalla data di adeguamento; successivamente, tutti i dati relativi agli autocontrolli effettuati durante un anno solare dovranno essere inseriti entro il 30 aprile dell'anno successivo;
- in caso di inosservanza delle prescrizioni autorizzatorie o di esercizio in assenza di autorizzazione, l'Autorità competente procede secondo le gravità delle infrazioni ai sensi dell'art. 29-decies, comma 9, del d.lgs. 152/06;
- l'autorizzazione stessa sia soggetta a norme regolamentari più restrittive (sia statali che regionali) che dovessero intervenire nello specifico;
- ai sensi dell'art. 29-decies del d.lgs. 152/06, l'esercizio delle attività di controllo, per la verifica del rispetto delle disposizioni e prescrizioni contenute nel presente provvedimento e relativo Allegato Tecnico saranno effettuate dall'Arpa della Lombardia;
- la Società è soggetta alle disposizioni in campo ambientale, anche di livello regionale, che hanno tra le finalità quella di assicurare la tracciabilità dei rifiuti e la loro corretta gestione, assicurando il regolare rispetto dei seguenti obblighi.
- Tenuta della documentazione amministrativa costituita dai registri di carico e scarico di

cui all'art. 190 del d.lgs. 152/06 e dei formulari di identificazione rifiuto di cui al successivo articolo 193, nel rispetto di quanto previsto dai relativi regolamenti e circolari ministeriali. Qualora la Società sia soggetta, ovvero voglia adempiere, in forma volontaria, alla gestione amministrativa dei rifiuti (alternativa ai registri di carico e scarico e ai formulari) mediante il sistema di controllo della tracciabilità (SISTRI) di cui agli artt. 188-bis e 188-ter del d.lgs. 152/06 e del D.M. 52/11, entro la data di completa operatività dello stesso, dovrà iscriversi ed attuare gli adempimenti e le procedure previste da detta norma e dai regolamenti attuativi;

- Iscrizione all'applicativo O.R:SO. (Osservatorio Rifiuti Sovraregionale di cui all'art.18, comma 3 della l.r. 26/03) attraverso la richiesta di credenziali da inoltrare all'Osservatorio Provinciale sui Rifiuti e compilazione della scheda impianti secondo le modalità e tempistiche stabilite dalla d.g.r.n. 2513/11;
- RegISTRAZIONI dei dati degli autoveicoli effettuati, previsti dal Piano di Monitoraggio, con inserimento annuale dei dati nell'applicativo regionale AIDA in accordo con quanto previsto dal d.d.s. 03.12.2008 n. 14236 e conservazione di copie da tenere a disposizione degli Enti di controllo;
- qualora l'attività rientri tra quelle elencate nella Tabella A1 al d.p.R. 11 luglio 2011, n. 157 "Regolamento di esecuzione del Regolamento (CE) n. 166/2006 relativo all'istituzione di un registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti e che modifica le direttive 91/689/CEE e 96/61/CE", il Gestore dovrà presentare al registro nazionale delle emissioni e dei trasferimenti di inquinanti (PRTR), secondo le modalità, procedure e tempistiche stabilite da detto decreto del Presidente della Repubblica, dichiarazione annuale con la quale verranno comunicate le informazioni dell'art. 5 del Regolamento (CE) n. 166/2006;
- Qualora l'attività rientri nel campo di applicazione del D.M. n. 272/2014 del 13.11.2014, il Gestore dovrà presentare la relazione di riferimento di cui all'art 5, comma 1, lettera vbis) del d.lgs. 152/2006;
- L'esercizio delle operazioni autorizzate con il presente provvedimento è subordinato al possesso della ricevuta di avvenuta regolare presentazione della segnalazione certificate di inizio attività prevista dall'art. 4, comma 1, del suddetto decreto legislativo, rilasciata dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Milano, o di Certificato di Prevenzione Incendi, in corso di validità.

Le suddette prescrizioni A.I.A dovranno essere rispettate in fase di progettazione definitiva ed esecutiva, nonché in fase di esecuzione, avviamento e gestione dell'impianto.

ART.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA FORSU E DEGLI SCARTI VERDI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO

I rifiuti per i quali l'impianto è stato progettato sono:

codici CER	Descrizione
20.01.08	Rifiuti biodegradabili di cucine e mense
20.02.01	Rifiuti biodegradabili- Scarti vegetali (VERDE)
15.01.07	Imballaggi in vetro
20.03.03	Residui della pulizia stradale
20.03.01	Rifiuti indifferenziati (frazione secca da pulizia dei cestini)

I Rifiuti in uscita derivanti dal processo di trattamento sono:

codice CER	Descrizione	Operazione successiva svolta presso terzi
19.12.12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19.12.11	Recupero/ smaltimento
19.08.01	Grigliati da depurazione liquami	Smaltimento
19.02.06	Fanghi da depurazione liquami	Smaltimento

In uscita dal trattamento di compostaggio sarà quindi Ammendante Compostato Misto oltre a Solfato di Ammonio derivante dal processo di trattamento liquami, composti entrambi riutilizzabili in agricoltura.

La caratterizzazione della frazione organica proveniente da raccolta differenziata è stata stimata sulla base di dati disponibili relativi ai rifiuti provenienti da raccolta differenziata.

La composizione indicata per la FORSU è stata utilizzata per redigere il bilancio di massa dei materiali all'interno dell'impianto e per la conseguente definizione delle potenzialità delle singole apparecchiature e sezioni di impianto, con l'avvertenza che detti bilanci devono essere intesi come esemplificativi di una condizione funzionale "attesa"

Poichè risulta particolarmente difficile prevedere il grado di purezza della sostanza organica proveniente dai diversi circuiti di raccolta differenziata è stato previsto l'inserimento di una fase di trattamento iniziale della corrente in ingresso del rifiuto, che permetta di ottenere una frazione organica compatibile con i successivi trattamenti.

In base ai dati dei gestori dei servizi di raccolta rifiuti sono attendibili i seguenti valori della composizione e delle caratteristiche tipiche dei rifiuti organici da raccolta differenziata.

A) Composizione media rifiuti provenienti dai Comuni (% in peso umido)

• Metalli	1,00
• Vetro	1,00
• Plastica leggera	1,00
• Plastica dura	1,00
• Tessili	1,00
• Poliaccoppiati	1,00
• Carta e cartone	3,00
• Organico	88,00
• Inerti	1,00
• Ligneo-cellulosico	2,00

B) Caratteristiche tipiche attese rifiuti provenienti dai Comuni (%)

- Umidità %: 72,6-79,6, assunta pari al 75,0 %
- Sostanza Solida Totale (TS) %: 21,4-27,4 assunta pari al 25,0 %
- Sostanza Solida Totale Volatile % TS: 85,0-98,0 - assunta pari al 95,0 %
- Sostanza Organica (TCOD), gCOD/gTS: 1,1-1,3, assunta pari a 1,2
- Azoto (TKN), % TS: 1,5-3,0, assunta pari al 2,5 %
- Fosforo Totale, % TS: 0,13-0,40, assunta pari a 0,2 %.

Nel presente progetto la percentuale di Sostanza Secca Volatile della FORSU a valle dei pretrattamenti e da inviare a digestione è stata assunta pari al 95%.

Gli scarti verdi (CER 200201), originati dalla manutenzione di parchi e giardini, saranno raccolti dalla stazione appaltante principalmente nelle isole ecologiche comunali attive nei Comuni serviti. Gli scarti verdi sono raccolti, trasportati e consegnati sfusi, senza contenitori (sacchetti in plastica) e privi di impurezze (plastiche, metalli e vetri) e per quanto possibile di inerti (terra, sassi, etc.) presenti nelle radici. Gli scarti verdi raccolti come detto contengono in media (su base annua) circa il 50% di materiale legnoso (tronchi, rami, etc.) utile per garantire le caratteristiche fisiche del triturato necessarie al processo di compostaggio.

Oltre alla FORSU e agli scarti verdi, l'impianto prevede di poter accogliere e stoccare temporaneamente (centro di trasferimento) 8.000 t/anno di imballaggi di vetro e lattine, 2.200 t/anno di rifiuti indifferenziati di residui della pulizia stradale (terre da spazzamento) e 3.100 t/anno di rifiuti indifferenziati raccolti da cestini gettacarta.

ART.4 BILANCI DI MASSA E SCHEMI DI PROCESSO

Nelle tavole PR3 4.1, Pr3 4.2, PR3 4.4, PR3 4.5, PR3 4.6, PR3 4.7, Pr3 4.8 allegate alla documentazione di gara sono riportati gli schemi di processo ed i bilanci, posti a base del progetto preliminare:

- PR3 4.1 - Schema di processo a blocchi e bilancio di massa
- PR3 4.2 - Schema compostaggio e trattamento arie odorigene
- PR3 4.4 - Bilancio di energia
- PR3 4.5 - Schema di funzionamento digestione anaerobica
- PR3 4.6 - Schema funzionale ricezione e pretrattamenti FORSU
- PR3 4.7 - Schema di processo impianto di trattamento liquami
- PR3 4.8 - Bilancio acque di processo

Ogni modifica ai agli schemi e dimensionamenti sopra esposti, in sede di progetto definitivo/esecutivo, dovrà essere adeguatamente giustificata

ART.5 CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO

E' implicito nell'assunzione dell'appalto oggetto del presente capitolato che l'Appaltatore è a conoscenza di tutte le norme generali che lo regolano e di tutte le condizioni locali che si riferiscono alle opere, la natura del terreno, le possibilità di accesso e di spazio per l'esecuzione dei lavori; la distanza o la qualità delle cave e dei materiali necessari, la presenza e la disponibilità delle acque sia agli effetti del loro allontanamento che a quelli della utilizzazione dei lavori, l'esistenza di zone di scarica e comunque tutte le circostanze che possano avere influito sulla determinazione dell'offerta.

Quindi l'Appaltatore da nessuna di tali condizioni locali potrà trarre motivo per chiedere modifiche alle norme di contratto.

Prima della formulazione dell'offerta, il Concorrente ha l'obbligo di controllare le quantità di lavoro previste in progetto; a tale fine dovrà prendere visione degli elaborati progettuali, posti in visione ed acquisibili..

In esito a tale verifica il Concorrente è tenuto ad effettuare una autonoma valutazione delle quantità giudicate carenti od eccessive e a stimare le voci e le relative quantità che ritiene mancanti.

L'offerta formulata, pertanto tiene esplicitamente conto di tale verifica e valutazione autonoma; a tal fine, il concorrente produrrà, a pena di inammissibilità, una dichiarazione di presa d'atto di aver verificato la qualità, le quantità e le performances delle unità previste in progetto.

ART.6 NORME DI SICUREZZA

Norme di sicurezza generali

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.

L'Appaltatore è altresì obbligato a osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.

L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.

L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Piano di sicurezza e coordinamento

L'appaltatore è obbligato a osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto in occasione della progettazione definitiva/esecutiva dal coordinatore per la sicurezza ai sensi del d.lg. n. 81/2008. Il coordinatore per la sicurezza dovrà essere un Tecnico abilitato ai sensi di legge.

Piano operativo di sicurezza

Congiuntamente alla redazione del piano di sicurezza e coordinamento, l'appaltatore predispone uno specifico piano operativo di sicurezza per quanto attiene a particolari scelte tecniche e operative e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori ai sensi del d.lg.s n. 81/2008 con riferimento allo specifico cantiere.

Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento.

Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

L'appaltatore è obbligato a osservare le misure generali di tutela di cui al d.lgs. n. 81/2008.

L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Il piano di sicurezza e di coordinamento e il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto d'appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

PARTE SECONDA

SPECIFICHE OPERE CIVILI

ART.7 PALAZZINA UFFICI E SERVIZI

L'edificio uffici sarà ad un piano con spazi interni a diversa altezza ma con la copertura posta comunque alla medesima quota.

Un corridoio con accesso dal portico esterno distribuisce:

- gli spogliatoi a servizio dell'intero impianto;
- servizio igienico per disabili;
- gli uffici,
- una sala riunioni;
- il locale per addetto pesa;
- locale tecnico per il sistema di riscaldamento.

L'edificio contiene inoltre:

- officina;
- magazzino /archivio;
- vasca accumulo acque industriali;
- locale pressurizzazione rete idrica interna.

L'edificio sarà realizzato parte con struttura portante in muratura, parte con struttura portante in travi e pilastri di cemento armato. L'intero edificio è esternamente rivestito con doghe di alluminio verticali preverniciate colore grigio antracite. I serramenti sono in alluminio verniciato del medesimo colore.

Tutti i trattamenti sono contenuti in edifici, l'esterno è rivestito in doghe metalliche colore grigio chiaro ed i serramenti sono in colore grigio antracite.

La viabilità interna sviluppa un anello che distribuisce gli edifici ed i manufatti, la pavimentazione sarà in asfalto, i marciapiedi ed i parcheggi saranno in blocchi di calcestruzzo tipo autobloccante 10 x 10 cm colore testa di moro.

L'area è già recintata con pannelli di tipo prefabbricato in cemento, in corrispondenza dell'ingresso sarà realizzato un cancello in ferro a disegno semplice. Le aiuole saranno sistemate a prato e verranno messe a dimora le specie arboree individuate nell'elaborato di progetto: "PR 3.1 Progetto: planimetria di dettaglio e sistemazioni esterne".

Il pavimento dei locali di lavoro è isolato dal terreno allo scopo di evitare la presenza di umidità, il piano di calpestio è più alto rispetto al piano di campagna circostante ogni ingresso. Sotto il pavimento è realizzato idoneo vespaio, regolarmente aerato, di altezza non inferiore a cm. 50.

Il pavimento dei locali di lavoro è realizzato in materiale resistente, di facile pulizia e tale da evitare in ogni caso polverosità.

I locali sono regolarmente aeroilluminati..

Gli uffici, gli spogliatoi e l'officina sono dotati di impianto centralizzato di riscaldamento con centrale termica in locale dedicato. Si prevede l'installazione di termoconvettori (fancoil) nella zona uffici e spogliatoi e di termoventilatori a soffitto nella zona officina. I termostati ambiente saranno installati in ogni unità funzionale. La centrale termica installata garantirà anche la produzione di acqua calda sanitaria. Nella zona magazzino non si prevede l'installazione di impianto di riscaldamento poiché non vi è la permanenza continuativa di personale.

Gli uffici saranno raffrescati con un sistema di condizionamento centralizzato. Si prevede la presenza massima di 8 lavoratori contemporanei. Si realizza un'area servizi con le seguenti dotazioni:

- n. 1 blocco servizi uomini collegato ad uno spogliatoio di 14,44 m² dotato di due vani latrina, di due docce e di due lavabi;
- n. 1 blocco servizi donne collegato ad uno spogliatoio di m² 8,00 dotato di un vano latrina, una doccia ed un lavabo.

Allo spogliatoio donne si accede da disimpegno che distribuisce un servizio igienico adatto all'uso di persone con ridotte od impedito capacità motorie. Il vano latrina ha superficie minima di m².1,0; l'antibagno è usato come spogliatoio ed ha superficie superiore a m² 3,00.

Gli spogliatoi hanno superficie complessiva pari a mq 22,44 (8 mq spogliatoi donne e 14,44 m² spogliatoi uomini) a fronte della presenza di un numero contemporaneo di lavoratori massimo pari a 8.

Avranno pareti rivestite di materiale impermeabile e facilmente lavabile fino ad un'altezza di m. 2 dal pavimento; avranno regolamentare aero-illuminazione naturale. Nei locali spogliatoi, che sono adeguatamente e regolarmente termoregolati, sono previsti lavatoi e punti per l'erogazione di acqua potabile, docce e spazio adeguato per armadietti.

I sistemi di illuminazione interna dei locali saranno definiti e dimensionati in fase di progettazione in base alle destinazioni di uso degli stessi ed alle relative caratteristiche dimensionali e strutturali.

ART.8 E D I F I C I A L L O G G I A M E N T O L I N E E D I T R A T T A M E N T O

L'edificio produttivo sarà composto da 2 campate con struttura prefabbricata, una con luce di circa 40,00 m e una con luce di circa 20,00 m, cui si affiancherà una terza campata di luce circa 10,00 m con struttura in cemento armato realizzata in opera e destinata alle vasche per i materiali durante le diverse fasi di lavorazione.

I fabbricati presentano altezze differenti in base alla destinazione delle aree di lavoro.

Gli edifici avranno le seguenti caratteristiche (dati da verificarsi in fase di progetto definitivo):

A) Edificio ricezione e pretrattamenti FORSU:

Superficie utile coperta: 1.240 m²

Altezza utile interna: 7,50 m

B) Edificio essiccazione digestato:

Superficie utile coperta: 304 m²

Altezza utile interna: 7,50 m

C) Edificio miscelazione verde e digestato, vagliatura compost:

Superficie utile coperta: 1.360 m²

Altezza utile interna: 7,50 m

D) Edificio Compostaggio:

Superficie utile coperta: 1.460 m²

Altezza utile interna: 6,00 m

E) Edificio ricezione verde:

Superficie utile coperta: 620 m²

Altezza utile interna: 6,00 m

F) Edificio ricezione vetro, terre spazzamento e RSU:

Superficie utile coperta: 880 m²

Altezza utile interna: 6,00 m

G) Impianto depurazione liquami:

Superficie utile coperta: 1.040 m²

Altezza utile interna: 6,00 m

H) Edificio tecnologico gruppo cogenerazione, scambiatori di calore ecc:

Superficie utile coperta: 2.127 m²

Altezza utile interna: 4,50 m.

Le strutture dovranno essere progettate con i seguenti criteri minimi

-Sovraccarico: sulla copertura

- carico neve al suolo qsk kN/m² 1,50
- permanente + altri variabili kN/m² 0,40/0,80
- Riferimenti normativi D.M. 14/01/2008
- Tipo costruzione 2
- Classe d'uso costruzione II
- Categoria topografica T1
- Categoria del sottosuolo B
- Zona sismica 4
- Resistenza al fuoco R 60'

Gli elementi strutturali delle coperture sono stati indicativamente previsti del tipo, ma potranno variare in funzione delle scelte progettuali

- Pilastri in c.a.v., o in c.a. gettato in opera
- Tegoli a doppia pendenza in c.a.p. di copertura, con sezione a omega e con larghezza di m 2,50, costituiti da due conci monofalda prefabbricati in stabilimento e assemblati a piè d'opera mediante post-tensione.
- Tegoli piani di copertura in c.a.p. con sezione a "TT", posti a completamento tra i tegoli e altezza cm 30
- Elementi di conversa in c.a.p.
- Il manto di copertura dovrà essere composto da:
 - Coibentazione con un materassino in lana di vetro, spessore di mm 60
 - Impermeabilizzazione costituita da lastre grecate in "ALUZINK", colore naturale, spessore 6/10, fissate alla struttura mediante listelli d'abete da cm 5 x 4, compresi colmi e pezzi speciali
- Lucernari fissi costituiti da lastra superiore ondulata in vetroresina con protezione antinvecchiamento e da una lastra inferiore in vetroresina onda lamiera, comprensivi di reteanticaduta.
- Canali di conversa in lamiera zincata preverniciata, colore bianco-grigio, spessore 8/10, di sviluppo adeguato alle strutture prefabbricate
- Scossaline di testata in lamiera zincata preverniciata, colore bianco-grigio, spessore 8/10, di sviluppo adeguato alle strutture prefabbricate
- Rivestimento interno delle pareti sporgenti oltre la copertura costituito da lastre ondulate in vetroresina.

- Cappelotti in lamiera zincata preverniciata, colore bianco-grigio, spessore 8/10, a sormonto dei pannelli di tamponamento.

I muri perimetrali e quelli divisorii interni dell'impianto di compostaggio saranno realizzati in cemento armato in opera fino a un'altezza di 3,00 m sopra il pavimento finito (5,00 m per la zona maturazione A.C.T.), e dovranno essere atti a resistere all'urto accidentale di una pala meccanica a un'altezza di 3,00 m. sopra questa zoccolatura in cemento armato realizzato in opera, saranno posati pannelli prefabbricati sorretti da idonei pilastri reggi pannello in c.a.v. ove necessario.

Particolare attenzione in questo reparto dovrà essere prestata a evitare la formazione di zone dove sia difficile la raccolta e la pulizia con le pale meccaniche.

I pannelli di tamponamento verticali/orizzontali avranno spessore cm 20, con superficie esterna in cemento grigio liscio da fondo cassero e interna rifinita a staggia, con interposto strato di polistirolo espanso, compresa sigillatura esterna dei giunti con mastice a base siliconica. I pannelli di tamponamento di compartimentazione interna avranno spessore cm 25, con superficie esterna in cemento grigio liscio da fondo cassero e interna rifinita a staggia, con interposto strato di polistirolo espanso, compresa sigillatura esterna dei giunti con mastice a base siliconica.

Tutte le strutture dovranno garantire adeguate caratteristiche di durabilità, con particolare riferimento al fatto che l'ambiente all'interno dell'edificio avrà atmosfera umida e acida con la presenza prevalente di acidi deboli.

All'interno dei fabbricati non è previsto alcun impianto di riscaldamento e climatizzazione e dunque le strutture che compongono l'involucro edilizio dovranno unicamente garantire una trasmittanza termica pari a $0,8 \text{ w/m}^2\text{K}$.

Sono previste anche alcune murature divisorie interne da realizzare con blocchi di cls a vista

Tutte le strutture dovranno garantire adeguate caratteristiche di durabilità, con particolare riferimento al fatto che l'ambiente all'interno dell'edificio avrà atmosfera umida e acida con la presenza prevalente di acidi deboli.

All'interno dei fabbricati non è previsto alcun impianto di riscaldamento e climatizzazione e dunque le strutture che compongono l'involucro edilizio dovranno unicamente garantire una trasmittanza termica pari a $0,8 \text{ w/m}^2\text{K}$.

Sono previste anche alcune murature divisorie interne da realizzare con blocchi di cls a vista .

.
Il pavimento degli edifici produttivi dovrà essere del tipo in cemento lisciato, realizzato con gli opportuni giunti di dilatazione. Tra un ambiente e l'altro, e quando le superfici siano notevoli, i giunti dovranno essere del tipo in ferro con trasmissione delle sollecitazioni tra un lembo e l'altro, tagliando completamente la pavimentazione. Il terreno sottostante la pavimentazione dovrà essere adeguatamente preparato e costipato, anche mediante il riporto di materiale idoneo. Al di sotto della pavimentazione in cls dovrà essere predisposta idonea barriera al vapore. La pavimentazione dovrà essere armata, e dotata di pendenza adeguata alla raccolta delle acque di dilavamento dei piazzali da convogliare nelle apposite griglie da prevedere; in particolare il pavimento dell'edificio arrivo e scarico FORSU dovrà avere pendenze adeguate. La pavimentazione dovrà presentare particolari caratteristiche di resistenza all'usura, soprattutto con riguardo all'utilizzo dei mezzi d'opera gommati.

L'edificio tecnologico di alloggiamento del gruppo di cogenerazione, nonché degli scambiatori di calore e delle centrali termiche sarà realizzato con strutture portanti REI 120, mentre le porte e le pareti non portanti saranno Ei 120.

I sistemi di illuminazione interna dei locali saranno definiti e dimensionati in fase di progettazione in base alle destinazioni di uso degli stessi ed alle relative caratteristiche dimensionali e strutturali.

ART.9 VIABILITA' INTERNA E PIAZZALI, RECINZIONE E ACCESSI

La viabilità interna sviluppa un anello che distribuisce gli edifici ed i manufatti, la pavimentazione sarà in asfalto, i marciapiedi ed i parcheggi saranno in blocchi di calcestruzzo tipo autobloccante 10 x 10 cm colore testa di moro.

La superficie totale asfaltata è stimata pari a 6.300 m²

L'area è già recintata con pannelli di tipo prefabbricato in cemento, in corrispondenza dell'ingresso sarà realizzato un cancello in ferro a disegno semplice. Le aiuole saranno sistemate a prato e verranno messe a dimora le specie arboree individuate nell'elaborato di progetto: "PR 3.1 Progetto: planimetria di dettaglio e sistemazioni esterne".

ART.10 IMPIANTI DI SERVIZIO E RETI

10.1 PESA A PONTE

La pesa sarà del tipo senza fossa, realizzata sopra una pavimentazione in cemento armato progettata per le portate previste dal meccanismo di pesa. La pesa a ponte in bilico in esecuzione sopraelevata delle dimensioni di 3.00x18.00 mt., portata 60 t, divisione 20 kg., altezza 45 cm a servizio dell'impianto dovrà avere le seguenti componenti e caratteristiche:

- Struttura portante in acciaio;
- Copertura: getto di calcestruzzo di spessore adeguato alla portata con cassero a getto complementare preconstituito e collegato alla struttura portante per formare un tutt'uno come in un solaio composto;
- Rilevamento del peso completamente elettronico previsto con adozione di celle di carico a compressione di idoneo numero e portata cadauna ed errore massimo cumulativo 0,03% sul fondo scala;
- Gruppo di applicazione celle di carico comprendente le basi di appoggio delle celle di carico, gruppi elettromeccanici in gomma vulcanizzata atti a garantire un perfetto livellamento degli appoggi e un assorbimento contro gli urti accidentali verticali sulla piattaforma, dispositivi antifolgo contropiastre di ancoraggio alla fondazione con diti forzate e filettate per bloccaggio della componentistica sopra citata;
- Gruppo di auto centratura;
- Convertitore elettronico con terminale a microprocessore costituito da Convertitore di peso omologato con uscita per collegamento a unità periferiche o con ulteriori sistemi a Microprocessore. Terminale elettronico per elaborazione dei dati di peso da convertitore e in input da tastiera;
- n. 1 sbarra semi-automatiche, per regolare l'ingresso/uscita degli automezzi su consenso dell'operatore mediante anche segnale visivo (semaforo).
- Lavori edili per la formazione della platea di appoggio della pesa e rampe di accesso.

10.2 IMPIANTO LAVAGGIO MEZZI

Nell'area dell'impianto è prevista la realizzazione di una superficie per il lavaggio mezzi, dedicata esclusivamente ai mezzi che la stazione appaltante impiega per la raccolta rifiuti nelle città servite e per la pulizia delle spazzatrici meccaniche, e le operazioni di lavaggio saranno effettuate manualmente.

Il lavaggio mezzi sarà effettuato su una apposita platea in c.a. battuto dotata di canale grigliato centrale per la raccolta delle acque di lavaggio. Il sistema di lavaggio sarà di tipo manuale con lancia a pressione (idroplutrice) azionata direttamente dall'operatore addetto al lavaggio del mezzo. Il lavaggio mezzi sarà dotato di autonomo sistema di depurazione delle acque di tipo

chimico-fisico atto a garantire le caratteristiche delle acque in uscita idonee allo scarico in fognatura.

Il carico di reflui da trattare sarà indicativamente
il seguente: Portata oraria media: $0,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Portata annua: $1.500 \text{ m}^3/\text{a}$

Portata oraria massima: $0,4$

m^3/h

L'impianto è formato quindi delle
seguenti componenti:

Platea in cls. dotata di idonee pendenze e sistema di canaline per la
raccolta delle acque di lavaggio

ART.11. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e dalle norme UNI. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

ART.12 FONDAZIONI E OPERE IN CEMENTO ARMATO IN GENERE

L'Impresa provvederà ad eseguire le fondazioni e tutte le opere strutturali da realizzarsi in cemento armato secondo quanto prescritto negli elaborati esecutivi.

Per tutti i getti sarà impiegato calcestruzzo con resistenza caratteristica siccome prescritta negli elaborati esecutivi, e ferro d'armatura tipo B 450 C controllato in stabilimento.

Impasti di conglomerato cementizio e controlli

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nell'allegato 1 del D.M. attuativo dell'art. 21 della L. 1086/1971.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Le classi dei calcestruzzi sono definite dalle rispettive resistenze.

L'appaltatore deve per suo conto determinare ed impiegare la quantità di cemento Portland necessaria per raggiungere la resistenza minima richiesta, che sarà valutata secondo le indicazioni del D.M. vigente in merito alle «Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche».

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo, che dovrà essere rispondente alle Norme e dovrà preventivamente essere sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori, è studiata in modo tale da ottenere la resistenza di cui alla seguente tabella.

CLASSE	Resistenza caratteristica cubica 28 giorni	Dosaggio cemento (kg/m ³)	Diametro max inerte grosso mm	Rapporto A/C
	Rck (MPa)			
C12/15	15	150	30	<0,50
C16/20	20	300	30	<0,50
C20/25	25	330	20	<0,50
C25/30	30	350	20	<0,50

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori. Di regola il rapporto acqua-cemento dovrà essere inferiore a 0,50 adottando fluidificanti e superfluidificanti per accrescere la lavorabilità.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Il calcestruzzo per la fondazione e le pareti laterali della stazione di sollevamento dovrà risultare di buona lavorabilità (a tal proposito si prescrive una classe di consistenza variabile S3-S4) così da ottenere getti compatti e privi di porosità macroscopica.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 7163; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. attuativo dell'art. 21 della L. 1086/1971.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto nel D.M attuativo della L. 1086/1971

Norme di esecuzione per il cemento armato normale

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche del D.M. attuativo. In particolare:

- a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.
Il getto deve essere convenientemente costipato e vibrato; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.
Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele.
- b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate. Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante: saldature; manicotto filettato; sovrapposizione.
- c) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

ART.13 TRAMOGGE DI RICEZIONE FORSU

La FORSU in arrivo all'impianto verrà scaricata in due bacini affiancati alloggiati all'interno di un manufatto interrato realizzato in cemento armato, ubicato all'interno dell'edificio/capannone.

I due bacini, realizzati in lamiera saldata in acciaio INOX AISI 304 con spessore di 4 mm, saranno irrigiditi da appositi fazzoletti di rinforzo e sostenuti da elementi costituiti da profili strutturali ad H (IPB) 100 x 100 x 6 x 10, sempre in acciaio INOX AISI 304.

Sul fondo di ogni bacino saranno installate tre tramogge di raccolta ed invito che conterranno sul fondo altrettante coclee orizzontali di trasporto senza albero, con diametro utile di 320 mm, poste longitudinalmente.

Le tre coclee, con funzione di trasporto e rompisacchi, invieranno la FORSU sversata fino ad una quarta coclea, trasversale ed orizzontale, sempre senza albero, posta al di sotto delle coclee iniziali, con diametro utile di 460 mm.

Le due coclee trasversali sverseranno a loro volta in due coclee inclinate De 460 mm che alimenteranno le coclee finali di sollevamento della FORSU, sempre del tipo senza albero, De 460 mm, inclinate sull'orizzontale; queste ultime alimenteranno la sezione di triturazione della FORSU costituita da due mulini a martelli.

Le coclee inclinate saranno alloggiate in contenitori chiusi da coperchi superiori imbullonati.

ART.14 UNITA' DI TRITURAZIONE DELLA FORSU

La FORSU sollevata dalle due coclee De 460 mm sarà immessa all'interno delle unità di triturazione.

In uscita da questo trattamento la frazione organica è ridotta ad una purea pompabile con un contenuto in SS di circa il 15%.

La FORSU triturata, in assenza di addizione di fase liquida, raggiunge una densità di circa 600 kg/m^3 (assunta prudenzialmente pari a 700 kg/m^3), rispetto ai 450 kg/m^3 del valore iniziale.

Tale massa viene automaticamente integrata con frazione liquida costituita da liquame che, oltre a consentire l'idrolisi della sostanza secca e la riduzione della percentuale di SS attorno al 8-9%, costituisce inoculo di batteri al fine di accelerare il processo di degradazione biologica anaerobica.

Questa unità è costituita da un mulino a martelli (n° due unità) che funge da tritratore e separatore della FORSU; la macchina è basicamente costituita da:

- Motore elettrico con trasmissione a cinghia certificato CE.
- Corpo macchina realizzato con lamiere di acciaio di grosso spessore sabbiato e verniciato colore BLU RAL 5010
- Telaio di sostegno realizzato in profilati di acciaio sabbiato e verniciato colore BLU RAL 5010.
- Trituratori a martelli con denti rimovibili in lega di metallo (acciaio) resistente all'usura;
- Setaccio fine in acciaio ad alta resistenza all'abrasione, spessore 15 mm, con fori circolari diametro 12 mm.
- Sistema di lavaggio del setaccio interno, costituito da elettrovalvole e raccorderia necessaria al corretto funzionamento dello stesso.
- Sistema idraulico per l'apertura e l'accesso alla macchina per pulizia e manutenzione.
- Sistema di diluizione automatica della FORSU immessa con frazione liquida ; nel caso specifico si utilizzerà liquame proveniente dall'impianto di depurazione, derivato a valle delle unità di trattamento.
- Coclea spremitrice con motore 2,2 kW, 50 Hz, 400 V.
- Coclea trasporto con motore 1,5 kW, 50 Hz, 400 V.
- Motore principale potenza 75 kW, 50 Hz, 400 V.

Questa unità può trattare 20/25 t/h di FORSU con un peso specifico medio di 500 kg/m^3 .

Alimentando ogni unità con 64,5 t/giorno di FORSU, il tempo di lavoro risulta di 3,2 ore/ giorno.

La frazione sopravaglio 12 mm in uscita dal trattamento di triturazione verrà scaricata in un cassone posto in fregio alla macchina e smaltito come rifiuto.

Il quantitativo di FORSU umidificata con il liquame in uscita dal trattamento di triturazione, verrà quindi scaricata in due bacini contenitori in acciaio INOX AISI 304, posti nella fossa di ricezione FORSU e da questi pompato ai successivi trattamenti di separazione delle residue frazioni plastiche/ metalliche (con idrociclone) e quindi ai bacini di miscelazione e idrolisi.

ART.15 BACINI DI RICEZIONE DELLA FORSU TRITURATA

La FORSU in uscita dal trattamento di trituirazione/umidificazione verrà scaricata in due bacini di contenimento ubicati nella fossa in c.a contenente le tramogge iniziali di ricezione della FORSU.

Questi bacini, in acciaio INOX AISI 304, di forma circolare e con capienza di 4,0 m³, hanno la funzione di accogliere la materia scaricata dai mulini a martelli e di alimentare le pompe di sollevamento ai trattamenti successivi

Le dimensioni di ogni bacino sono:

-diametro 2,00 m

-altezza: 1,50 m.

Sul fondo del bacino è ubicata la condotta di scarico DN 150 che alimenta il sistema di sollevamento.

ART.16 SOLLEVAMENTO ALL'IDROCICLONE E AI BACINI DI MISCELAZIONE/OMOGENEIZZAZIONE

La miscela FORSU + acqua di diluizione in uscita dal trattamento di triturazione nel mulino a martelli pervenuta per caduta al serbatoio in acciaio inox sarà sollevata al successivo trattamento di dissabbiatura/eliminazione della frazione pesante e quindi verrà stoccata in quattro serbatoi cilindrici verticali con funzione di accumulo e idrolisi della materia organica.

Il sollevamento verrà effettuato tramite pompe del tipo monovite, specificamente adatte al pompaggio di sospensioni dense di sostanza solida.

Prima dell'immissione nelle pompe di sollevamento, la miscela sarà immessa in un maceratore, avente la funzione di tritare e sminuzzare la componente solida per omogeneizzare ulteriormente la biomassa.

Il sistema di sollevamento dovrà garantire il sollevamento dell'intero quantitativo di miscela FORSU + liquame di idrolisi prodotto in una giornata lavorativa, cioè 220 t/g.

Assumendosi un volume di 220 m³/g e volendosi sollevare il suddetto quantitativo in un arco temporale di tre ore, il sistema di sollevamento dovrà essere in grado di pompare $220,00 : 3 = 73,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

La potenzialità per linea sarà quindi di 36,7 m³/h.

Saranno installati due gruppi di sollevamento, ognuno costituita da:

- due unità (1 + 1R) con le seguenti caratteristiche unitarie.
- Portata 15 ÷ 50 m³/h
- Prevalenza 2 bar
- Velocità 230 - 230 r.p.m.
- Potenza installata 9,2 kW
- Potenza assorbita 6,90 kW
- Bocca di aspirazione: DN 150
- Bocca di mandata: DN 125
- Grado di protezione: IP 55

In testa ad ogni gruppo sarà installato un maceratore a coltelli.

Il maceratore, dotato di testa tritratrice a coltelli, avrà le seguenti caratteristiche.

- Portata 50-100 m³/h
- Velocità 300 - 400 r.p.m.
- Potenza installata 3,0 kW
- Potenza assorbita 2,8 kW
- Bocca di aspirazione: DN 150
- Bocca di mandata: DN 150
- Grado di protezione: IP 55

ART.17 UNITA' DI SEPARAZIONE SABBIE E PLASTICHE PESANTI CON IDROCICLONE

L'idrociclone è una unità concepita specificamente per separare in modo continuo sabbia fine, scaglie metalliche e plastiche pesanti da una corrente liquida.

La miscela liquida viene immessa in una camera cilindrica dove è soggetta ad una azione a vortice dovuta all'ingresso tangenziale.

Si produce quindi un moto a spirale nel quale le forze centrifughe spingono i materiali più pesanti verso le pareti del cilindro.

Le particelle più pesanti percorrono un percorso a spirale verso il vertice del tronco di cono e sono quindi scaricate attraverso un orifizio tangenziale nel sottostante bacino di raccolta.

L'idrociclone non è una macchina in quanto non ha componenti in movimento.

La miscela FORSU + acqua di diluizione sollevata sarà pertanto inviata a due idrocycloni aventi la funzione di separare le sabbie e le residue frazioni pesanti (metalli, plastiche) dalla FORSU da inviare alla digestione.

Sarà installato un idrociclone per linea (n° 2 unità)

Ogni unità avrà una capacità di trattamento di 25-50 m³/h (420-830 l/min), forma conica.

La frazione leggera in uscita perverrà ai successivi bacini di accumulo, miscelazione e idrolisi.

La frazione pesante separata viene scaricata dal fondo del troncocono dell'idrociclone e convogliata in un classificatore sabbie in cui si separa la frazione solida da quella liquida che viene scaricata alla linea liquami dell'impianto.

Si prevede che circa il 5% della miscela fluida in ingresso all'idrociclone si separi come materia grossolana sul fondo, pertanto circa 1,25-2,5 m³/h .

Sullo scarico di fondo di ogni idrociclone verrà installato un classificatore costituito da una tramoggia tronco conica di base e coclea ad albero cavo di estrazione del materiale pesante con diametro di 240 mm.

Il cassificatore ha una potenzialità di trattamento di 36 m³/h, una potenza installata di 0,37 kW ed è in grado di estrarre fino a 0,8 m³/h di materiale pesante.

La frazione pesante in uscita dal classificatore verrà scaricata in un cassone posto in fregio alla macchina e smaltita come rifiuto.

ART.18 BACINI DI MISCELAZIONE/ACCUMULO E IDROLISI DELLA FORSU

La miscela FORSU + acqua di diluizione verrà stoccata in quattro serbatoi cilindrici verticali con funzione di accumulo e idrolisi della materia organica.

I serbatoi sono dotati di miscelatori verticali a doppia elica, che hanno la funzione di favorire la miscelazione acqua/FORSU e di ridurre il fenomeno di deposizione della frazione grossolana sul fondo.

Al trattamento di miscelazione/idrolisi verranno inviati ogni giorno 220 t di FORSU; nei bacini saranno inoltre conferiti 60 m³/giorno di acque di percolato e condense.

In totale quindi ai bacini perverranno 280 t/giorno di FORSU e acque.

Viene previsto di installare un volume totale pari a circa due giorni di produzione di FORSU inumidita per un totale di 560 m³ di capacità.

I bacini saranno suddivisi su due linee, dotate ciascuna di 2 bacini (4 bacini in totale).

Saranno installati quattro serbatoi verticali in acciaio INOX aventi ciascuno diametro utile di 5,50 m e altezza utile di 6,00m, per un volume unitario di 140,00 m³ e totale di 560,00 m³.

Ogni bacino sarà chiuso in sommità e l'aria sarà inviata al sistema di aspirazione dell'interno del capannone.

Su ogni serbatoio sarà installato un agitatore verticale con potenza di 1,5 kW, concepito per il funzionamento in continuo S1, con due eliche DN 2.000

L'agitatore sarà costituito da un gruppo motoriduttore ad ingranaggi con lanterna e cuscinetti albero installato all'esterno

L'albero dell'agitatore e quello del motoriduttore saranno collegati mediante flangia.

L'albero sarà dotato di tenuta a baderna.

Le eliche immerse nel digestore avranno profilo tipo SABRE o SCABA.

Albero ed eliche saranno realizzati in acciaio INOX AISI 304

ART.19 SOLLEVAMENTO ALLA DIGESTIONE ANAEROBICA

La miscela FORSU + acqua di diluizione in uscita dal trattamento di omogeneizzazione e idrolisi sarà sollevata al successivo trattamento di digestione anaerobica costituito da due unità parallele.

Il sollevamento verrà effettuato tramite tre (2 + 1R) pompe del tipo monovite, specificamente adatte al pompaggio di sospensioni dense di sostanza solida.

Prima dell'immissione nelle pompe di sollevamento, la miscela sarà immessa in un maceratore, avente la funzione di tritare e sminuzzare la componente solida per omogeneizzare ulteriormente la biomassa.

Il sistema di sollevamento dovrà garantire il sollevamento dell'intero quantitativo di miscela FORSU + liquame prodotta in una giornata lavorativa, cioè 280 m³/g.

Dovendosi sollevare il suddetto quantitativo in un arco temporale di dodici ore, il sistema di sollevamento dovrà essere in grado di pompare $280,00 : 12 = 23,4$ m³/h.

Questa portata verrà suddivisa su due linee di digestione e quindi ad ogni linea dovranno essere conferiti 11,7 m³/h per 12 h/giorno.

Nel dimensionamento del sistema si tiene conto che in caso di manutenzione di un digestore, l'intero volume dovrà essere conferito ad un unico digestore; ciò si otterrà aumentando il tempo di sollevamento oltre le 12 ore.

Verranno installate tre unità (2 + 1R) con le seguenti caratteristiche unitarie.

- Portata 4 ÷ 20 m³/h
- Prevalenza 2 bar
- Velocità 73 - 268 r.p.m.
- Potenza installata 3,0 kW
- Potenza assorbita 2,68 kW
- Bocca di aspirazione: DN 80
- Bocca di mandata: DN 100
- Grado di protezione: IP 55

In testa alle pompe sarà installato un maceratore a coltelli.

Il maceratore, dotato di testa tritratrice a coltelli, avrà le seguenti caratteristiche.

- Portata 20-50 m³/h
- Velocità 500 - 1.000 r.p.m.
- Potenza installata 2,2 kW
- Potenza assorbita 1,8 kW
- Bocca di aspirazione: DN 100
- Bocca di mandata: DN 100
- Grado di protezione: IP 55

ART. 20 UNITA' DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Viene previsto di effettuare un trattamento di digestione FORSU mediante trasformazione mesofila a 35°C, realizzando due digestori da 8.170 m³ di capacità utile totale (4.085 m³/cad.).

I due digestori saranno costituiti da una parte centrale cilindrica con diametro utile interno di 20,00 m , altezza utile di 14,00 m e volume utile di 4.085 m³.

Il digestore appoggia su una piattaforma circolare in c.a ed è costituito da un corpo cilindrico in lamiera di acciaio vetrificato coibentato esternamente con pannelli in polistirene dello spessore di 80 mm, rivestiti con lamierino di alluminio in modo da limitare le dispersioni termiche in condizioni medie invernali (- 5°C) a valori inferiori a 0,5 kW/m³ di digestore per giorno.

Anche la parte superiore sarà coibentata e terminerà in una cupola con diametro di 450 cm, su cui saranno alloggiati la campana di presa biogas, il gruppo motoriduttore di miscelazione, il passo d'uomo DN 600, l' arrestatore di fiamma con soprastante valvola di sicurezza antipressione/depressione.

ART.21 SISTEMA DI MISCELAZIONE INTERNA DELLA BIOMASSA IN DIGESTIONE

La miscelazione della biomassa nei digestori richiede potenze abbastanza elevate, a causa dell'elevata viscosità dovuta alla concentrazione di secco nel fluido, che nel caso in oggetto oscillerà tra l'8 ed il 9%

Una miscela di questo tipo può avere una viscosità superiore di anche 5 volte rispetto all'acqua.

Nel caso della digestione di biomassa da FORSU, le dimensioni dei corpi solidi sono variabili e possono arrivare fino a 10-12 mm; in questa situazione occorre garantire una miscelazione ottimale, per evitare che si verifichi una eccessiva stratificazione della massa fluida, con perdita di efficienza del processo.

La miglior tecnica di agitazione in sospensioni ad alto tenore di solidi e caratterizzate da elevata viscosità è costituita dalla agitazione meccanica, effettuata con pale di grande diametro, capaci di rimescolare la massa viscosa anche a basso numero di giri, con potenza installata non eccessiva, ma con necessità di applicare una notevole coppia di spunto, proporzionale alla resistenza viscosa della massa sulle pale.

La massa spostata da questi sistemi deve essere notevole, con tempi di ricircolo dell'ordine di 1-2 minuti.

Nel presente progetto si prevede di installare in ogni digestore un sistema costituito da:

A) un agitatore lento con albero verticale, montato sulla cupola, dotato di tre giranti:

- una più piccola, con diametro di 2,00 m, posta in superficie, con il compito di rompere la crosta di fango e di facilitare la fuoriuscita di biogas dalla massa in digestione;

- due con diametro maggiore (4,00 m) poste una a mezza altezza ed una in corrispondenza dell'attacco del tronco di cono inferiore del digestore.

In questo modo si consentirà di mantenere in movimento la biomassa evitando eccessivi depositi, mantenendo in sospensione anche le particelle con diametro di 10 mm e riducendo i gradienti termici interni alla massa in digestione.

L'agitatore verticale avrà potenza di 11,5 kW, concepito per il funzionamento con inverter S9.

L'agitatore sarà costituito da un gruppo motoriduttore ad ingranaggi con lanterna e cuscinetti albero installato all'esterno.

Il motore sarà in esecuzione adatta all'installazione:

- conforme alla Direttiva 94/9 CE (ATEX)
- certificato Ex adatto per lavorare in zona II, per gas "G".

L'albero dell'agitatore e quello del motoriduttore saranno collegati mediante flangia.

L'albero sarà dotato di tenuta a baderna.

Le eliche immerse nel digestore avranno profilo tipo idrodinamico

Albero ed eliche saranno realizzati in acciaio INOX AISI 304.

B) Quattro miscelatori sommergibili ad elica, con motore posto all'esterno del digestore, fissi, in grado di garantire comunque una certa energia di miscelazione in caso di fuori servizio dei miscelatori interni.

Connessione flangiata.

Tenuta meccanica sostituibile dall'esterno anche con serbatoio pieno

Potenza installata: 5,0 kW/cad, 400 v, 50 Hz.

Giri minuto: 300.

Grado di protezione: IP 55.

Elica ad alto flusso, a due pale, autopulente.

La potenza totale installata ammonterà a 31,5 kW per digestore.

Il sistema complessivo di miscelazione sarà in grado di fornire una densità energetica pari a $7,8 \text{ W/m}^3$.

I motori di comando del sistema di miscelazione saranno alimentati e gestiti tramite inverter, consentendo in questo modo di regolare l'immissione energetica e il processo.

ART.22 ATTREZZATURE INSTALLATE SULLA CUPOLA DEI DIGESTORI

Oltre ai miscelatori verticali della biomassa nei digestori, sulle due cupole saranno installati i seguenti sistemi:

- passo d'uomo DN 600
- duomo (campana) estrazione biogas
- arrestatore di fiamma con soprastante valvola di sicurezza anti pressione /depressione.

La campana serve per raccogliere il gas prodotto nel comparto.

Caratteristiche costruttive

Campana di raccolta gas DN 500 mm eseguita in acciaio inox con cielo bombato e con flangia di raccordo DN 80 per collegamento della tubazione di prelievo del biogas

- | | |
|-------------------------|---------------|
| ● DN | 500 mm |
| ● altezza | 1.500 mm |
| ● Materiale costruttivo | INOX AISI 304 |

L'arrestatore di fiamma viene installato sulla cupola a protezione comparto raccolta gas da fenomeni di propagazione di fiamme; viene posizionato a monte della valvola di sicurezza anti pressione/depressione.

Caratteristiche costruttive

Valvola per arresto di fiamma con taglierini interni.

- DN 80
- taglierini tagliafiamma alluminio
- materiali parte interna ed esterna: alluminio
- tiranti e bulloni: acciaio zincato

La valvola antipressione/depressione ha la funzione di protezione del comparto raccolta gas da fenomeni di eccesso di pressione o depressione

Caratteristiche costruttive

Valvola a membrana per sovrappressione e antidepressione, antiesplorazione, in esecuzione antigelo.

- DN 80
- pressione 300 mm H₂O
- depressione 25÷30 mm H₂O
- materiali parte interna ed esterna: alluminio
- diaframma: neoprene

ART.23 SCAMBIATORI DI CALORE PER IL PROCESSO DI DIGESTIONE

La massima quantità di calore da somministrare per mantenere la biomassa all'interno dei digestori ad una temperatura di 35 gradi centigradi, nel giorno annuale più freddo, è stimata in 5.197 kWh/g per digestore.

Il sistema di riscaldamento della biomassa deve pertanto essere in grado di fornire ad ogni digestore una quantità di calore pari a $5.197 : 24 = 216,5$ kWh/h. Considerando le perdite nel rendimento di scambio del calore e le perdite nei circuiti, viene prevista l'installazione di due scambiatori di calore (uno per digestore) della capacità unitaria di 270 kW.

Ogni unità avrà le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	270 kW
temperatura acqua in entrata	78 °C
temperatura acqua in uscita	73 °C
temperatura digestato in entrata	30,0 °C
temperatura digestato in uscita	35,0 °C

Il fabbisogno termico per il riscaldamento del digestato sarà fornito dal sistema di scambio calore del gruppo di cogenerazione (acqua calda) costituito dallo scambiatore a piastre ubicato nel vano del cogeneratore.

Esso sarà prelevato tramite il "circuito secondario" del gruppo di cogenerazione che si origina dallo scambiatore di calore a piastre "acqua-acqua" da 650 kW ubicato nel vano del cogeneratore.

Nelle situazione di avviamento dell'impianto (o di ripartenza dopo manutenzione) il calore necessario per il ciclo di digestione anaerobica sarà fornito da un gruppo bruciatore/caldaia alimentato a biogas/metano della potenza utile di 505 kW.

Ogni scambiatore sarà attrezzato con pompe centrifughe ad asse orizzontale per il ricircolo del digestato tra lo scambiatore di calore ed il digestore anaerobico.

Le pompe (n. 3 di cui 1 in stand-by), sono dimensionate per garantire un completo riscaldamento del fango stoccato nel digestore ogni 3,5 giorni (84 ore). Con un volume stoccato di 4.100 m³ per digestore, la portata necessaria è di 48,8 m³/h. Vengono installate n. 3 unità (2 +1R) aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

centrifuga ad asse orizzontale

girante a vortice arretrata

portata 25,0 m³/h

prevalenza 9,00 m

potenza installata 3,00 kW

potenza assorbita: 2,4 kW

velocità 1.450 r.p.m.

Per la alimentazione del circuito acqua calda tra lo scambiatore a piastre del gruppo di cogenerazione e gli scambiatori a tubi concentrici del riscaldamento digestato saranno installate 3 pompe (2 + 1R) aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

centrifuga ad asse orizzontale

portata 30,0 m³/h

prevalenza 6,5 m

potenza installata 2,0 kW

potenza assorbita 0,7 kW

velocità 1.450 r.p.m.

potenza installata 3,00 kW

potenza assorbita: 2,4 kW

velocità 1.450 r.p.m.

ART.24 CENTRALE PER AVVIAMENTO RISCALDAMENTO DIGESTIONE E PER INTEGRAZIONE TERMICA DEL PROCESSO DI ESSICCAMENTO

Per il riscaldamento dell'acqua necessaria in avviamento del processo di digestione per lo scambio termico con il digestato verrà installata una caldaia pressurizzata automatica, avente le seguenti caratteristiche:

▪ Portata termica 530 kW

▪ Potenza termica utile 505 kW

▪ Pressione massima esercizio 5 bar

▪ Rendimento utile a Pn 80/60°C 95,5 %

▪ Bruciatore pressurizzato con potenza termica di 464/1390-4060 kW.

Funzionamento: modulante pressurizzato con ventilatore ad alta prevalenza, testa di combustione con regolazione ad alto rendimento.

Alimentazione: metano/biogas

Rampa bistadio gas con regolazione valvola di sicurezza, pressostato di minima pressione gas,, filtrostabilizzatore di pressione.

▪ Consumo metano per produzione 505 kW: 54.20 Nm³/h

- Consumo biogas per produzione 505 kW: 84.00 Nm³/h
- Potenza elettrica nominale 11,00 kW
- Motore ventilatore 9,20 kW.

La caldaia, alimentata da acqua industriale, sarà dotata di un impianto automatico di addolcimento.

Saranno inoltre installate n. 3 pompe (2 + 1R) per il ricircolo dell'acqua calda tra la caldaia e gli scambiatori di calore, aventi ciascuna le seguenti caratteristiche: centrifuga ad asse orizzontale

portata	25 m ³ /h
prevalenza	6,5 m
potenza installata	1,1 kW
potenza assorbita	0,5 kW
velocità	1.450 r.p.m.
bocca aspirazione:	DN65
bocca mandata:	DN50

La caldaia sarà in grado di avviare separatamente ed in successione i due digestori anaerobici.

La caldaia fornirà anche energia termica per integrare il fabbisogno energetico del processo di essiccamento termico del digestato , in quanto il recupero di calore dai gas di combustione del cogeneratore non è sufficiente per alimentare completamente detto ciclo termico.

ART.25 DEUMIDIFICAZIONE E PURIFICAZIONE PRELIMINARE DEL BIOGAS

Il biogas prodotto nella fase di digestione è un prodotto naturale dovuto alla fermentazione di massa organica; esso pertanto contiene una notevole quantità di impurità, quali solidi trascinati col gas, condensa, H₂O, idrogeno solforato. In particolare quest'ultimo, in combinazione con l'umidità presente, può dar luogo alla produzione di acido solforico, sostanza estremamente aggressiva nei confronti delle tubazioni, della campana gasometrica, della torcia e dei motori di cogenerazione.

Il processo di digestione anaerobica è previsto che produca, a regime, 13.123 m³/g di biogas, pari a medi 546,80 m³/h e a 273,4 m³/h per digestore.

Occorre considerare che la produzione di biogas presenta usualmente forti variazioni stagionali/giornaliere, anche del 50%, per cui è buona norma dimensionare con notevole franco di sicurezza i sistemi di deumidificazione e purificazione del biogas grezzo prodotto.

Nel caso specifico si installeranno apparecchiature in grado di trattare fino a 400 m³/h per linea.

Per eliminare tali sostanze indesiderate, il biogas in uscita dai due digestori sarà sottoposto inizialmente a due fasi di trattamento successive:

- a) passaggio in filtro a graniglia che serve per la disidratazione del gas biologico e come sicurezza contro i ritorni di fiamma. Il materiale filtrante è costituito da due comparti riempiti con graniglia di quarzo con granulometria di 30-50 mm e poi di 15-30 mm.

Il filtro è costituito da un contenitore con coperchio flangiato e da un fondo sostenuto da una base centrale.

L'ingresso e l'uscita del biogas avviene tramite tronchetti flangiati.

Alla base del filtro esiste un tronchetto di scarico per la graniglia.

La base del filtro è formata da una trappola per l'acqua con sifone , in modo da poter scaricare l'acqua di condensazione del biogas.

Il filtro è dotato di due manometri in ingresso/uscita per verificare la caduta di pressione e decidere la sostituzione/lavaggio della graniglia.

Materiale di costruzione AISI 316

Portata massima gas: 400 m³/h

Superficie di filtrazione: 0,55 m²

Pressione di progetto: 50 mbar

Granulometria graniglia 1° comparto: 30-50 mm

Granulometria graniglia 2° comparto: 15-30 mm

Scarico condensa: per troppo pieno

Scarico graniglia: DN 125

Attacchi gas flangiati: DN 125

Perdita di carico a filtro pulito: 1 mbar

- b) passaggio in un filtro a candele ceramiche che serve per la filtrazione fine del gas biologico e per la separazione dell'umidità residua sfruttando la condensazione superficiale; questa apparecchiatura viene installata a valle del filtro a graniglia.

La filtrazione avviene attraverso candele ceramiche filtranti.

Dette candele sono di tipo poroso e realizzate in materiale ceramico inorganico.

Le candele sono composte da una miscela di silicati, resistente al caldo e al freddo e ai gas neutri ed acidi di ogni tipo.

Il biogas attraversa le sottili pareti porose delle candele fino all'interno delle stesse rilasciando il materiale sospeso leggero e l'umidità residua; la luce di filtrazione è di 20 microns.

Costruttivamente, i filtri ceramici sono formati da un contenitore in fasciame e da un coperchio.

Il filtro è costituito da un contenitore con coperchio flangiato e da un fondo sostenuto da una base centrale.

L'ingresso e l'uscita del biogas avvengono tramite tronchetti flangiati.

La base del filtro è formata da una trappola per l'acqua con sifone , in modo da poter scaricare l'acqua di condensazione del biogas.

Il filtro è dotato di due manometri in ingresso/uscita per verificare la caduta di pressione e decidere la sostituzione/lavaggio della graniglia.

Materiale di costruzione AISI 316

Portata massima gas: 400 m³/h

Luce di filtrazione: 20 microns

Pressione di progetto: 50 mbar

N° candele filtranti: 14

Scarico condensa: per troppo pieno

Attacchi gas flangiati: DN 120

Perdita di carico a filtro pulito: 3 mbar.

Il biogas in uscita dai trattamenti di deumidificazione/purificazione sarà inviato al gasometro e, previa desolfurazione, alla cogenerazione.

ART. 26 UNITA' DI STOCCAGGIO BIOGAS (GASOMETRO)

La produzione stimata di biogas a regime sarà pari a 13.123,00 Nm³/giorno.

Il biogas prodotto sarà stoccato in apposito gasometro da cui sarà prelevato per la produzione combinata di energia elettrica/calore (cogenerazione); in caso di eccesso di produzione rispetto all'utilizzo, il biogas sarà smaltito tramite apposita torcia ad accensione automatica.

Considerato l'utilizzo costante previsto del biogas, il volume di stoccaggio viene previsto pari a circa il 5% della produzione giornaliera, cioè pari a 800 m³.

Lo stoccaggio verrà effettuato in un accumulatore pressostatico avente le seguenti caratteristiche:

- gasometro a doppia membrana
- volume utile: 800 m³
- pressione di servizio: 20 mbar + 10%
- diametro all'equatore: 12,60 m
- altezza dell'accumulatore sul basamento: c.a 10,00 m
- diametro dell'accumulatore all'ancoraggio: 10,30 m
- temperatura massima del gas: 55 °C
- carico massimo neve: 120 kg/m²
- velocità massima del vento: 160 km/h.

La doppia membrana sarà realizzata mediante un complesso in poliestere rivestito in PVC.

Il gasometro sarà dotato di un sistema di pressurizzazione del comparto compreso tra le due membrane, tarato per una pressione di 20 mbar.

Il sistema sarà costituito da due ventilatori (1 + 1R) da 1,5 kW /cad.adatti all'installazione in zona II.

Il gasometro sarà inoltre dotato di:

- sonda ad ultrasuoni per la misura del gonfiaggio della membrana e la determinazione del volume di gas stoccato; la sonda sarà in esecuzione ATEX adatta per lavorare in zona II.
- guardia idraulica per la protezione da sovrappressione accidentale;
- valvola di registro per regolare e tarare l'uscita dell'aria nell'intercapedine tra le due membrane;
- quadro di comando per la gestione del segnale di gonfiaggio e la regolazione del gasometro su cinque soglie regolabili.

Il biogas proveniente dai due digestori anaerobici sarà immesso sul fondo del gasometro tramite una condotta in acciaio inox AISI 304 DN 150.

Il biogas che sarà inviato al gruppo di cogenerazione verrà preventivamente desolfato.

L'eventuale biogas in eccesso sarà inviato ad una torcia di emergenza ad alta combustione di tipo automatico.

ART. 27 DESOLFORAZIONE DEL BIOGAS

La previsione progettuale prevede di utilizzare il biogas prodotto nel gruppo di cogenerazione.

Il biogas prodotto contiene quantità notevoli di idrogeno solforato (H_2S), altamente corrosivo per l'impianto di produzione energia.

A causa delle sue caratteristiche, pertanto, il biogas, già soggetto ai trattamenti preliminari di deumidificazione/purificazione, prima di essere inviato al motore di cogenerazione, sarà soggetto ad un trattamento di desolfurazione.

Il biogas in uscita dai digestori è atteso presentare una concentrazione di H_2S compresa tra 1.400 e 2.500 ppm.

La concentrazione di H_2S accettabile per il motore del gruppo di cogenerazione è di 300 ppm.

Considerato che la densità in condizione normale dell' H_2S è pari $1,52 \text{ kg/Nm}^3$, la concentrazione accettabile dell' H_2S in alimentazione del motore risulta pari a $300 \times 1,52 = 456 \text{ mg/Nm}^3$.

Viene previsto di installare due unità di desolfurazione operanti in parallelo della capacità di trattamento ciascuno di $350 \text{ Nm}^3/\text{h}$ e di punta di $400 \text{ Nm}^3/\text{h}$, in grado di trattare complessivamente $700 \text{ Nm}^3/\text{h}$ e in punta $800 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

L'unità di desolfurazione è costituita essenzialmente da uno stadio venturi e da uno stadio di lavaggio con soluzione basica ($NaOH$). Nello stadio venturi il biogas viene inviato in una gola venturi dove, per effetto della forte turbolenza dovuta all'alta velocità di attraversamento, viene intimamente a contatto con la soluzione di lavaggio basica, sovrassaturando il gas da desolfurare e realizzando nel contempo un pre-abbattimento sia dell' H_2S che di eventuali composti solidi presenti.

Il biogas in uscita dalla sezione venturi viene inviato alla base di una colonna di lavaggio dove viene lavato in controcorrente, a bassa velocità, su un'ampia superficie di corpi di riempimento alveolari che massimizzano il contatto tra biogas e soluzione di lavaggio basica facilitando la rimozione dell' H_2S .

Il biogas in uscita dalla parte alta della colonna di lavaggio basica viene inviato ad un demister costituito da pacchi alveolari in grado di eliminare il trascinamento della soluzione di lavaggio. La colonna di lavaggio è ubicata sopra la vasca di raccolta della soluzione di ricircolo.

Il reagente di abbattimento dell'idrogeno solforato è contenuto nella vasca di base ed è tenuto sotto controllo qualitativo e quantitativo dal dispositivo automatico di reintegro del reagente (acqua e reagente).

L'acqua si consuma per evaporazione in quanto l'aria entra nello scrubber normalmente non satura e dopo il trattamento di lavaggio esce satura di vapore.

La quantità d'acqua consumata dipende dalla umidità relativa dell'aria entrante nello scrubber: maggiore è l'umidità relativa, minore è il consumo d'acqua a temperatura costante.

L'acqua, evaporando, determina l'abbassamento del livello della soluzione acqua/reagente in vasca.

Un dispositivo di controllo del livello liquido apre l'elettrovalvola collegata alla rete idrica industriale dell'impianto e immette acqua nella vasca per ripristinare il livello.

Il dispositivo di controllo oltre al livello di lavoro gestisce anche i livelli di allarme (max livello, min livello).

Il reagente (NaOH), abbattendo gli inquinanti, si neutralizza salificandosi, con formazione principalmente di solfato di sodio e pertanto deve periodicamente essere reintegrato.

Il dispositivo per il reintegro automatico del reagente contenuto nella vasca è costituito da un pH-metro, dalla relativa pompa di reintegro e dalla sonda pH.

La sonda pH è installata in collegamento con la vasca scrubber.

Il pH-metro rileva l'acidità della soluzione acqua/reagente e mediante il set point impostato controlla la pompa di reintegro reagente.

La pompa di reintegro aspira la soluzione dal recipiente di stoccaggio del reagente concentrato e lo dosa in vasca scrubber.

I Sali risultanti dal ciclo di trattamento si accumulano in vasca disciolti nella soluzione di lavaggio e, quando la concentrazione raggiunge la saturazione, inizia la cristallizzazione.

Occorre pertanto rinnovare periodicamente il liquido in vasca.

Sulla base dell'esperienza gestionale che sarà maturata, il personale dell'impianto terrà un giornale di esercizio nel quale definirà il periodo temporale di sostituzione della soluzione.

Caratteristiche del desolforatore

Il sistema di lavaggio del biogas per la riduzione dell' H_2S è composto dalle seguenti unità:

- colonna venturi a flusso discendente con flangia ingresso biogas/ingresso soluzione di lavaggio.
- Vasca inferiore di raccolta a fondo piatto del fluido di ricircolo realizzata in AISI 316L, sulla quale è saldata la torre e l'elettropompa.
- Torre di abbattimento in AISI 316L, saldata sulla vasca di ricircolo, con tratto finale provvisto di cono di uscita flangiato per il collegamento alla tubazione uscita scrubber
- 1 Pompa in AISI 316L a norme ATEX per il ricircolo del reagente di abbattimento al venturi e alla colonna di abbattimento
- Rampa di lavaggio torre completa di ugelli spruzzatori
- Tubazioni di collegamento pompe-ugelli
- Corpi di riempimento della torre di abbattimento ad elevata superficie specifica in materiale plastico
- Demister ad alta efficienza in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare
- Sistema di lavaggio circuito di alimentazione e scarico delle sonde a circolazione, con frequenza impostabile in funzione della concentrazione di sali nella vasca di desolforazione
- Dispositivo per il reintegro automatico dell'acqua costituito da un controllo di livello che comanda una elettrovalvola collegata alla rete idrica (con allarmi di alto e basso livello)
- Dispositivo per il reintegro automatico del reagente alcalino completo di pHmetro e pompa dosatrice PD-4 automatica di reagente
- N°1 serbatoio di stoccaggio soda
- N° 1 portina antiscoppio certificata ATEX in AISI 304

Il quadro elettrico di potenza, comando e controllo, a norme ATEX, è costruito a norme CEI ed è installato a bordo scrubber.

L'impianto elettrico dell'unità di desolforazione è costituito dal Quadro Elettrico che alimenta la pompe, gli strumenti e tutti i dispositivi di controllo dello scrubber. Il quadro è del tipo da esterni con porta trasparente e controporta interna e piastra di fondo. Su tale piastra è alloggiata la componentistica di controllo e comando necessaria (interruttore generale, teleruttori, interruttori magnetotermici di protezione, relè, timer, termostati, morsettiere, ecc.). Sulla controporta interna sono alloggiati la maniglia di azionamento dell'interruttore generale, gli interruttori, i pulsanti, ecc.

La colonna di desolforazione sarà ubicata su uno skid avente le seguenti dimensioni:

- Lunghezza: 1.600 mm
- Larghezza: 1.300 mm
- Altezza: 4.500 mm

Vengono di seguito riportate le caratteristiche del sistema di desolforazione:

- N° unità: 2
- Portata massima di biogas: 400 Nm³/h
- Portata di esercizio: 350 Nm³/h
- Temperatura di esercizio: ambiente
- Temperatura di funzionamento: 5÷50 °C
- Perdita di carico: 150 mmH₂O
- Pressione di esercizio: 200 mmH₂O
- Pressione massima: 500 mmH₂O
- Umidità: saturo
- Potenza elettrica installata: 9 KW
- Tensione di alimentazione: 400 V – 50 Hz – 3F
- Concentrazione max H₂S ingresso: 4000 mg/Nm³
- Concentrazione H₂S in uscita: ≤ 450 mg/Nm³
- % di metano nel biogas: 55-70 % vol.
- Efficienza di abbattimento H₂S: > 90%
- Altri inquinanti presenti: mercaptani/solfuri, NH₃, organici clorurati
- Concentrazioni di inquinanti: tracce
- DN torre lavaggio: 800
- Altezza pacchi di scambio: 160 cm
- Diametro gola venturi: 150 mm

Il sistema di controllo del desolforatore prevede un sistema di regolazione del pH costituito da un pHmetro e da una pompa di iniezione del reagente alcalino, costituito da soda. La sonda è posta all'interno di una apposita cella porta sonda di tipo autopulente che è installata a bordo dello scrubber. Il pHmetro che rileva l'acidità della soluzione di ricircolo provvede, attraverso l'azionamento di una pompa dosatrice, al mantenimento della soluzione di set-point prefissata.

Il sistema di controllo comprende inoltre il dispositivo per il reintegro automatico dell'acqua nello scrubber attraverso un controllo di livello che provvede all'apertura e chiusura dell'elettrovalvola di ingresso acqua.

Le condizioni previste all'uscita per il biogas assicurano un ottimale funzionamento per il motore di cogenerazione che ne viene alimentato, nonché per le condotte e per i relativi sistemi di scarico gas.

Come condizioni operative si è assunto:

- velocità di attraversamento del gas nella torre: 20 cm/s
- tempo di contatto gas/massa: ~8 sec

ART. 28 MISURA DI PORTATA DEL BIOGAS ALL'UTILIZZO

Si prevede di installare sulla linea che dai desolforatori conduce all'utilizzo, prima della derivazione per il gruppo di cogenerazione un misuratore di portata specificamente adatto alla misura di questo gas; un secondo misuratore di portata sarà installato sulla linea che andrà ad alimentare la centrale termica a metano/biogas di integrazione termica dell'unità di essiccamento termico.

Sarà un misuratore di portata di tipo massico che utilizza la collaudata tecnologia della dispersione termica per rilevare direttamente la misura della portata di massa.

In particolare lo strumento deve operare su portate variabili di biogas, sia nelle fasi di avviamento che dei cambiamenti stagionali quando le temperature fredde diminuiscono la produzione di biogas e quelle calde la aumentano.

Lo strumento non ha parti in movimento che si possono intasare ed è facilmente estraibile dal tubo di installazione per la pulizia occasionale.

Lo strumento è dotato di circuito di compensazione della temperatura per la calibrazione della misura di portata.

Nella condotta DN 150 che alimenta il gruppo di cogenerazione si attendono velocità del gas comprese tra 1,00 m/s e 11,00 m/s.

Caratteristiche del misuratore di portata

- campo di misura della velocità: da 0,08 m/s a 122 m/s
- esecuzione ATEX /IECE x
- misuratore di velocità: ad inserzione
- principio di misura: dispersione termica
- materiale di costruzione: acciaio INOX AISI 316 L con sensori in Hastelloy -C22
- grado di protezione: ATEX II 2GID Eexd II C T6 (IP 67)
- segnali uscita analogica: doppia uscita analogica 4-20 mA (portata e temperatura), una ad impulsi per il flusso totale;
- display digitale: LCD a due righe da 16 caratteri; il display visualizza il valore misurato e le unità ingegneristiche
- porta di comunicazione: RS-232C.

ART. 29 UNITA' DI COGENERAZIONE

Si prevede di installare una unità di cogenerazione costituita da un motore funzionante specificamente a biogas, dotato di generatore di corrente per produrre corrente alternata a 400 V.

Secondo quanto previsto dall'Art. 293 del D. Lgs. 152/2006, il biogas proveniente dalla fermentazione anaerobica metanogenica di sostanze organiche rientra tra i combustibili consentiti individuati nell'Allegato X, Parte I, Sezione 1, lettera r.

Le caratteristiche del biogas che alimenterà il motore cogenerativo rispetteranno quelle previste dall'Allegato X- Parte II - Sez. 6, ossia la prevalenza di metano(CH₄) e biossido di carbonio (CO₂) e contenuto massimo di composti solforati (H₂S) inferiore allo 0,1 %.

L'energia elettrica così prodotta sarà avviata al vettoramento sulla rete del GSE.

Il controllo di funzionamento del gruppo di cogenerazione e delle sue apparecchiature ausiliarie sarà attuato a mezzo dei pannelli di controllo e comando installati in prossimità del gruppo.

La messa in marcia e l'arresto del gruppo potrà avvenire tramite comando manuale o automaticamente tramite segnale elettrico.

Il sistema di raffreddamento del motore durante i periodi di marcia sarà regolato automaticamente e sarà realizzato con circolazione forzata di acqua in un doppio circuito chiuso.

Gli aero-dissipatori del calore residuo saranno installati all'esterno, sul tetto dell'edificio di alloggiamento del gruppo elettrogeno.

La parte elettrica del sistema sarà costituita da:

- l' alternatore;
- l'eccitazione e la regolazione di tensione dell' alternatore;
- il controllo/comando del gruppo elettrogeno, comprendente i pannelli di potenza;
- il relativo cablaggio elettrico.

Il biogas viene alimentato al gruppo di cogenerazione da una soffiante biogas alloggiata all'interno del locale di cogenerazione.

Caratteristiche della soffiante biogas

La soffiante biogas è installata a valle dell'unità di desolforazione a lavaggio chimico ed ha il compito di comprimere il biogas da inviare al gruppo di cogenerazione.

La soffiante è del tipo a canale laterale con corpo monostadio ad asse verticale, con statore, girante e collettori in lega di alluminio e con esecuzione con anello di tenuta a doppia membrana.

La soffiante è dotata di circuito di by-pass completo di valvola di sovrappressione per riciclare in aspirazione il gas in eccesso non utilizzato al fine di consentire un campo di regolazione 0-100%.

La soffiante è dotata di un motore elettrico in esecuzione antideflagrante direttamente accoppiato al corpo macchina. Il ciclo di verniciatura della soffiante è standard. Sono di seguito riportate le principali caratteristiche della soffiante biogas:

• Fluido trattato:	Biogas da digestione
• Pressione di aspirazione:	atmosferica-20 mbar
• Pressione di mandata:	100 mbar rel.
• Portata Biogas:	500 Nm ³ /h
• H ₂ S nel Biogas:	<500 mg/Nm ³
• Potenza assorbita:	5,2 KW
• Potenza installata:	7,5 KW

ART. 30 CARATTERISTICHE DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE

E' previsto di installare un gruppo di cogenerazione costituito da un motore endotermico a ciclo OTTO, alimentato a biogas, conforme alle norme ISO 3046/1, turbocompresso, con generatore per la produzione di energia elettrica del tipo sincrono trifase, della potenza elettrica di 1.710 kVA.

Il generatore ruota a 1.500 giri/min e genera corrente a 400 V, 50 Hz

Potenza meccanica: 1.026 kW

Potenza elettrica: 999 kW

Potenza termica massima circuito olio motore: 169 kW

Potenza termica massima 1° stadio intercooler: 212 kW

Potenza termica massima raffreddamento motore: 229 kW

Potenza termica massima in acqua calda: 610 kW

Potenza termica massima dai gas di scarico: 628 kW

Potenza termica dai gas di scarico raffreddati a 180 °C: 375 kW

Potenza termica dai gas di scarico raffreddati a 100 °C: 506 kW

Rendimento elettrico a pieno carico: 42,0 %

Nel progetto si prevede inoltre di riutilizzare la potenza termica dei gas di scarico raffreddati a 180 °C per fornire energia termica al gruppo di essiccamento termico del digestato.

Ciò avverrà tramite uno scambiatore di calore acqua/olio (si prevede di utilizzare olio diatermico come fluido riscaldante nell'essiccatore) sui fumi esausti ed il trasferimento di olio alla temperatura di 280°C (i gas di scarico hanno una temperatura di circa 400 °C) alla sezione di essiccamento termico.

La regolazione della potenza termica ed elettrica erogata dal gruppo di cogenerazione avviene con il sistema a potenza modulante, cioè tramite un controllo elettronico che modula la potenza del motore in funzione della disponibilità di biogas prodotto dall'impianto di digestione.

Il gruppo di cogenerazione viene previsto con funzionamento completamente automatico, quindi senza interventi operativi del personale di servizio.

Il motore sarà del tipo a 4 tempi, ciclo otto, a combustione interna sovralimentato tramite turbocompressore.

Per il riscaldamento della biomassa in digestione anaerobica verrà recuperata la potenza termica del primo stadio intercooler (circuito acqua raffreddamento ad alta temperatura), dell'olio (circuito acqua raffreddamento motore) e dell'acqua

raffreddamento motore, mentre dovrà essere dissipata la potenza termica del secondo stadio intercooler (circuito a bassa temperatura), per una potenza termica di 47 kW.

Poiché tale potenza termica è esuberante rispetto a quella necessaria per il riscaldamento della biomassa in ogni periodo dell'anno, l'energia termica in esubero alimenterà uno scambiatore di calore da 300 kW per teleriscaldamento della Città di Legnano.

L'energia termica recuperata dai gas di scarico alimenterà il fabbisogno termico del gruppo di essiccamento termico, ma non sarà sufficiente; pertanto l'energia sarà integrata da una centrale termica a biogas/metano alimentata dal biogas in eccesso non utilizzato nel gruppo di cogenerazione

Generatore

Il generatore utilizzato per la produzione di energia elettrica sarà del tipo sincrono trifase, della potenza elettrica omologata di 1.710 kVA.

Il generatore ruota a 1.500 giri/min e genera corrente a 400 V, 50 Hz.

Una scheda elettronica a bordo del generatore regola automaticamente la tensione e l'eccitazione in funzione del cos phi desiderato.

Apposite sonde di temperatura installate negli avvolgimenti dello statore inviano al quadro di controllo un segnale di allarme nel caso vengano superate le temperature limite di esercizio.

Forma costruttiva: IMB 24

Grado di protezione: IP 23

Classe di isolamento: H

Giri : 1.500/min

Velocità di fuga: 2.250 giri/min

Potenza meccanica introdotta: 1.026 kW

Potenza attiva a cos phi 1,0 : 999 kW

Potenza attiva a cos phi 0,8 : 991 kW

Potenza apparente a cos phi 0,8: 1.239 kVA

ART. 31 SISTEMA IDRAULICO DI RECUPERO TERMICO/DISSIPAZIONE CALORE ACQUA MOTORE

L'impianto di cogenerazione opererà in continuo e necessita di un sistema idraulico per il raffreddamento del circuito primario, dell'olio motore e dell'intercooler.

Il sistema dei circolatori, scambiatori a piastre, valvole di intercetto, valvole di taratura, termometri, termostati, manometri e valvole termostatiche funzionerà in automatico e regolerà il riutilizzo termico o la eventuale dissipazione in funzione delle condizioni operative dell'impianto.

Il circuito primario ad alta temperatura (85°C, max 90 °C) è costituito da una pompa che farà circolare l'acqua fresca addizionata con glicole al 37 % (70 °C) in serie nel circuito olio motore, quindi (75,5 °C) nel primo stadio intercooler e quindi al circuito acqua motore.

La potenza termica di questo circuito è pari a massimi 610 kWh

Apposite valvole di regolazione e taratura consentono di regolare le portate ai valori di progetto nel circuito.

L'acqua in uscita dal motore a 85°C (max 90 °C), attraverserà una valvola a tre vie modulante che consente di ricircolare l'acqua direttamente al motore (se è sufficientemente fredda) o allo scambiatore a piastre per il recupero termico.

La valvola a tre vie sarà dotata di attuatore elettrico a 24 V.

All'uscita dello scambiatore l'acqua tornerà direttamente al motore se compatibile con la temperatura massima di 74 °C.

Se la temperatura sarà superiore a tale valore, un termostato digitale tarato sul set di massima temperatura attiverà la partenza di un ulteriore circolatore comandato ad inverter che invierà l'acqua al raffreddamento di emergenza su un elettroradiatore ubicato sul tetto del vano di alloggiamento del gruppo di cogenerazione.

L'attivazione dei ventilatori dell'elettroradiatore dissipativo sarà comandata dallo stesso termostato che attiva il circuito di raffreddamento di emergenza.

Per quanto concerne il circuito di secondo stadio intercooler a bassa temperatura (ingresso 55 °C, uscita 57,3 °C), un'ulteriore elettropompa invierà l'acqua (sempre con concentrazione di glicole al 37%) ad un secondo elettroradiatore dissipativo, ubicato a sua volta sul tetto, a fianco di quello di emergenza del circuito primario; la potenza termica massima di questo circuito è pari a 47 kWh.

Una valvola a tre vie termostatica modulante permetterà di by-passare parzialmente l'elettroradiatore dissipativo in funzione della temperatura; in tal modo si riducono i tempi di transitorio durante i quali l'intercooler funzionerebbe con temperature dell'acqua troppo basse con problemi sulla carburazione del motore.

Dallo scambiatore a piastre, ubicato nel locale del gruppo di cogenerazione, si origina il circuito "secondario" che consente sia il recupero termico con il riscaldamento del digestato negli appositi scambiatori di calore a tubi concentrici, che il recupero di calore ad utenti "terzi" (teleriscaldamento per il Comune di Legnano) tramite un "terzo circuito" alimentato da un ulteriore scambiatore di calore a piastre.

Scambiatore di calore a piastre circuito primario

Il calore di cogenerazione sarà ceduto al circuito di scambio termico per il riscaldamento del digestato nonché per cessione di calore a terzi tramite uno scambiatore di calore a piastre ubicato nel vano dell'edificio cogenerazione.

Il lato "caldo" per la cessione di calore sarà alimentato dall'acqua di raffreddamento del motore, oltre olio e circuito caldo intercooler (acqua oltre 37 % glicole).

Il lato "freddo" sarà alimentato dal circuito acqua di scambio termico per il riscaldamento digestato e per la cessione di calore a terzi.

Lo scambiatore di calore sarà del tipo a piastre e potrà essere potenziato qualora in futuro si ritenesse di incrementare la potenzialità del sistema.

Lo scambiatore a piastre è infatti costituito da una sequenza di piastre corrugate dello spessore di pochi mm, separate una dall'altra ad una distanza di 2-5 mm attraverso una guarnizione di gomma o altro materiale che garantisce la tenuta idraulica verso l'esterno e intorno ai fori di passaggio.

Ciascuna coppia di piastre delimita una camera di passaggio per il fluido caldo o per il fluido freddo, a seconda della posizione delle piastre; infatti ciascuna piastra è a contatto da un lato con il fluido caldo e dall'altro lato con il fluido freddo, in maniera alternata.

E' possibile, pertanto, aumentare la potenzialità di scambio termico installando ulteriori coppie di piastre.

Il fluido proveniente dal motore sarà costituito da una miscela di acqua e glicole al 37%; il fluido di alimentazione del circuito secondario sarà acqua tecnologica.

La potenza termica massima del circuito primario è pari a 610 kW.

L'unità avrà le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	650 kW
Scambio	acqua/acqua
<u>Portata acqua da scaldare</u>	<u>50,00 m³/h</u>
Portata acqua di riscaldamento dal motore	29,40 m ³ /h
Temperatura acqua circuito motore in entrata	85,0 °C
Temperatura acqua circuito motore in uscita	70,0 °C
Temperatura acqua al riscaldamento digestato in uscita	78,0 °C
Temperatura acqua dal riscaldamento digest. in entrata	73,0 °C
Esecuzione: acciaio INOX AISI 304	

Scambiatore di calore di emergenza circuito primario

Nel caso che il calore prodotto dal modulo di cogenerazione nel circuito primario non possa essere totalmente dissipato dalle utenze termiche, un circuito idraulico provvederà a inviare in toto o in parte il fluido di raffreddamento ad un elettroradiatore posto sul tetto dell'edificio di alloggiamento del gruppo di cogenerazione, avente le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	650 kW
Scambio	acqua/aria
Tipo:	elettroradiatore a tavola
Spaziatura minima alettature:	3 mm
Portata acqua da raffreddare	29,40 m ³ /h
Temperatura acqua circuito motore in entrata (max)	90,0 °C
Temperatura acqua circuito motore in uscita	74,0 °C
Temperatura aria di riferimento:	38,0 °C
Massima perdita di carico:	0,3 bar
Rumorosità:	≤ 65 dB(A) a 10 m

Scambiatore di calore di secondo stadio intercooler

Un apposito circuito idraulico provvederà a inviare il fluido di raffreddamento del circuito a bassa temperatura dell'intercooler ad un secondo elettroradiatore posto sul tetto dell'edificio di alloggiamento del gruppo di cogenerazione, avente le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	50 kW
Scambio	acqua/aria
Tipo:	elettroradiatore a tavola
Spaziatura minima alettature:	3 mm
Portata acqua da raffreddare	20,00 m ³ /h
Temperatura acqua circuito intercooler in entrata (max)	58,0°C
Temperatura acqua circuito motore in uscita	55,0°C
Temperatura aria di riferimento:	38,0°C
Massima perdita di carico:	0,3 bar
Rumorosità:	≤ 61 dB(A) a 10 m

Il circuito idraulico sarà costituito da una pompa di ricircolo con valvola termostatica a tre vie.

ART. 32 TORCIA DI EMERGENZA PER SMALTIMENTO BIOGAS

Si prevede di installare una torcia di tipo chiuso, che racchiude la fiamma all'interno di una camera di combustione con una temperatura di 900-1.200 °C; in questo modo si ossidano tutte le sostanze inquinanti.

Questo tipo di torcia, rispetto ai tipi aperti o semiaperti, presenta inoltre il vantaggio di non rendere visiva la fiamma e di non far praticamente rumore durante la combustione.

In prossimità della torcia, in corrispondenza del punto di arrivo della condotta di alimentazione, verrà installata una valvola a solenoide di intercettazione generale.

A valle di tale dispositivo saranno realizzati due collegamenti del biogas.

Il primo con diametro 1/2", servirà per alimentare la fiamma pilota, mentre il secondo, con diametro di 3", servirà per alimentare il bruciatore principale.

Il sistema automatico prevede che la valvola solenoide installata sulla linea di accensione del gas si apra quando la pressione del gas nel gasometro supera il limite dimensionale dello stesso.

Contemporaneamente viene attivato l'emettitore di scintilla all'interno dell'accenditore pilota montato sul bruciatore (doppio elettrodo ad alta tensione).

Quando si accende la fiamma dell'accenditore pilota, una termocoppia vicino alla fiamma pilota servirà da consenso alla apertura della valvola principale del gas e il gas brucia nel braciere principale.

Nel caso di mancata accensione della fiamma pilota (rilevabile dalla termocoppia), la logica di funzionamento provvederà a chiudere il flusso di biogas e a rieseguire una sequenza di accensione; al terzo tentativo fallito verrà visualizzato un apposito allarme.

La fiamma pilota è controllata da una guardia automatica.

Quando la pressione del gas nel gasometro scende al livello minimo preimpostato, si chiude automaticamente l'alimentazione del gas al bruciatore.

La torcia ad alta temperatura, o combustore ad alta temperatura, ha quindi il compito di bruciare il biogas prodotto dal processo di digestione che non è possibile utilizzare e/o stoccare nell'impianto. Il biogas che deve essere bruciato giunge alla torcia attraverso un condotto provvisto di una rete ad ugelli.

L'aria comburente primaria è aspirata attraverso un diffusore provvisto di sistema automatico di regolazione della quantità di aria aspirata (elettroserranda).

La camera di combustione è rivestita con materiale refrattario, il bruciatore garantisce l'alta efficienza di combustione, consentendo un valore di ossigeno residuo superiore al 6%. Un'apposita termocoppia, collegata al relativo visualizzatore, rileva il valore della temperatura di fiamma.

Il camino di combustione è realizzato con lamiera in acciaio inossidabile ed è provvisto di isolamento con fibroceramica refrattaria e con dimensioni tali da consentire un tempo di ritenzione della fiamma superiore a 0,3 secondi.

La torcia ad alta temperatura è progettata con lo scopo di ottenere una efficienza di combustione elevata e di conseguenza valori di emissione di CO e NOx molto contenuti, al di sotto dei limiti richiesti da tutte le normative Europee vigenti.

La temperatura di combustione, normalmente superiore a 1.000°C (può arrivare fino a 1.200°C), è regolabile in modo automatico nell'intorno del set-point prefissato.

Il controllo delle emissioni è garantito da un costante monitoraggio e regolazione della temperatura che consente in ogni condizione di marcia il funzionamento ottimale del bruciatore.

Il campo di regolazione della portata è di 5 a 1 ma è possibile operare anche con portate più basse anche se a scapito dell'efficienza di combustione.

I sistemi di sicurezza previsti comprendono un arrestatore di fiamma omologato ATEX ed installato a monte del bruciatore ed una valvola di blocco per alta temperatura e/o per mancanza di fiamma.

Il combustore, che ha una struttura di sostegno autoportante a quattro piedi in acciaio INOX che sarà ubicata su soletta dedicata realizzata in cemento armato, sarà gestito automaticamente da un quadro elettrico di comando dedicato dotato di tutti i controlli necessari ad un corretto funzionamento dell'unità. Il quadro di comando controllo potrà inoltre ricevere un segnale di blocco proveniente dal sistema di controllo centralizzato di impianto per poter intercettare la valvola on-off di alimentazione al bruciatore.

Il sistema di controllo potrà inoltre ricevere segnali (esterni alla torcia) per il consenso di inizio ciclo di accensione e per lo spegnimento della torcia. Il quadro elettrico di comando e controllo sarà realizzato in esecuzione IP-55 da esterno Atex EExd e la logica di funzionamento sarà gestita da PLC. Il quadro consentirà la visualizzazione della temperatura di combustione e sarà dotato di predisposizione per remotizzare i principali allarmi e stati di torcia.

Il quadro elettrico disporrà inoltre di un relè di controllo presenza fiamma, di un interruttore generale, di un pulsante per lo sgancio in emergenza e di un selettore per il funzionamento automatico o manuale.

Vengono di seguito riportate le principali caratteristiche della torcia ad alta temperatura:

- | | | |
|--|--------------------------|-------------------------|
| • Temperatura di combustione : | 900 ÷ 1.200 °C | |
| • Bruciatore principale: | multi ugello | |
| • Bruciatore pilota: | mono ugello | |
| • Regolazione aria combustione: | con elettroserranda | |
| • Potenza bruciatore : | 5.000 | kW |
| • Portata di biogas di progetto:
60% di CH ₄) | 700 | Nm ³ /h (con |
| • Portata di biogas con 50% di CH ₄ : | 160÷700 | Nm ³ /h |
| • Campo di funzionamento: | 20%<CH ₄ <80% | |
| • Tempo di permanenza fumi:
combustione) | > 0,5 secondi | (camera |
| • Ossigeno residuo nei fumi: | > 6% | volume |

- Pressione di alimentazione : 2-100 mbar
- Tensione di alimentazione: 230 V - 50 Hz
- Potenza elettrica assorbita: max 1500 VA
- Camino interno: in acciaio al carbonio
- Camino esterno: in AISI 304
- Coibentazione interna: in fibrocementa
- Tronchetto campionamento fumi: 3"
- Altezza camera combustione: 4.500 mm
- Diametro interno: 1.600 mm
- Diametro esterno : 2.000 mm
- Altezza totale torcia: 6.500 mm
- Valvola principale: DN-150 con attuatore elettrico
- Apertura e chiusura valvola: apertura lenta – veloce
- Rompifiamma: DN-150
(certificato ATEX)
- Linea pilota: 1/2" con elettrovalvola
- Accenditore: ad elettrodo ceramico
- Controllo fiamma: con visualizzatore di fiamma
UVS-6 (fotocellula)
- Controllo di temperatura: con termocoppia di Tipo K

Il biogas proveniente dal processo di fermentazione anaerobica che sarà alimentato alla torcia ad alta temperatura avrà indicativamente le seguenti caratteristiche:

- Potere calorifico inferiore: 4.5÷6.0 KWh/Nm³
- Temperatura: 20÷40 °C
- Metano: 55÷70 % vol.
- CO₂: 30÷35 % vol.
- O₂+N₂: 2÷5 % vol.
- COV medi nel biogas: < 80 mg/Nm³
- H₂S nel Biogas: < 5000 mg/Nm³
- Umidità: gas saturo

La torcia ad alta temperatura potrà garantire i seguenti parametri:

- Ossidazione dei CVO: >99 % vol.
- Ossidazione H₂S: < 99,99 % vol.
- COV residui nei fumi: < 1 mg/Nm³
- H₂S residuo nei fumi: < 1 mg/Nm³

ART. 33 CABINA DI FORNITURA ENERGIA ELETTRICA

Per la fornitura/cessione di energia elettrica sarà presentata domanda al Gestore della rete (ENEL)

Esso presenterà preventivo per la connessione, redatto dal Gestore secondo la Soluzione Tecnica Minima Generale per la Connessione (STMG) in base alle disposizioni delle delibere AEEG ARG/elt 99/07, ARG/elt 187/11 e s.m.i.

La cabina di arrivo ENEL sarà realizzata lungo la viabilità di accesso all'impianto, prima del cancello di ingresso, in modo che sia raggiungibile dal personale ENEL senza dover entrare nello stesso.

La nuova cabina sarà costituita da una cabina prefabbricata che conterrà sia il locale arrivo ENEL che il locale misure e il locale di interconnessione (locale utente).

La cabina sarà costituita da un manufatto prefabbricato in cemento armato vibrato monoblocco autoportante.

La cabina di ricezione sarà costituita da tre vani:

- locale di consegna;
- locale di misura
- locale utente.

Il locale di consegna di energia ed il locale di misura saranno costruiti dall'utente secondo le prescrizioni del Gestore della rete.

Ai locali "consegna" e "misure" hanno accesso gli operatori del Gestore direttamente dall'esterno, tramite porte unificate ENEL, fornite ed installate dall'utente con serratura fornita dal Gestore.

Il locale di consegna dell'energia è di uso esclusivo del Gestore che vi installerà le proprie apparecchiature di manovra e sezionamento.

Esso sarà costituito da un locale con dimensioni interne di 3,70 x 3,70 m e altezza interna di 2,50 m.

L'accesso avverrà tramite porta a due battenti in vetroresina con luce netta di 120 x 215 conforme alla specifica ENEL DS 919, con serrature unificate ENEL DS 988.

Il locale sarà dotato di aeratore in vetroresina basso con dimensioni di 122 x 50, conforme alla specifica ENEL DS 927.

Il locale di misura dell'energia accoglie il gruppo di misura; è previsto che vi sia installato un contatore bidirezionale (M1) collegato ai TV e TA di misura posti nel locale utente; a questo locale ha accesso anche l'utente tramite una propria entrata di servizio.

Esso sarà costituito da un locale con dimensioni interne di 1,20 x 3,70 m e altezza utile interna di 2,50 m.

L'accesso avverrà dal lato strada tramite porta ad un battente in vetroresina con luce netta di 60 x 215 conforme alla specifica ENEL DS 919, con serrature unificate ENEL DS 988.

Dal lato interno dell'impianto l'accesso avverrà con porta di identiche dimensioni, in lamiera di acciaio zincata e preverniciata, dotata di serratura.

Il locale utente sarà completamente allestito dall'utente, compreso il cavo di collegamento tra il dispositivo di protezione generale (che deve avere

caratteristiche conformi alle richieste del Gestore) e il punto di consegna dell'energia posto nel locale di consegna.

Esso sarà costituito da un locale con dimensioni interne di 2,40 x 3,70 m e altezza interna di 2,50 m.

L'accesso avverrà tramite porta a due battenti in acciaio zincato e preverniciato con luce netta di 120 x 215, dotata di serratura.

Il locale sarà dotato di aeratore in vetroresina basso con dimensioni di 122 x 50, conforme alla specifica ENEL DS 927.

Nel locale utente sarà installata la cella MT generale, dotata di sezionatore manovrabile e di interruttore generale di protezione.

Dalla cella MT generale si alimenta il comparto trasformazione MT/BT, alloggiato nel capannone, in un apposito locale.

Il collegamento tra il punto di consegna e la cella MT nella nuova cabina sarà realizzato mediante tre cavi unipolari, sezione $3 \times 1 \times 95 \text{ mm}^2$, tipo RG7H1R (tensione nominale 20 kV, conduttore in rame stagnato, isolamento in gomma G7, guaina in PVC di colore rosso, schermo concentrico in fili di rame), con giunzioni in resina iniettata.

Si prevede che l'alimentazione elettrica dell'impianto venga fornita dal Gestore in media tensione con le seguenti caratteristiche:

- Tensione: 20 kV
- Corrente di corto circuito nel punto di consegna: 20 kA
- Corrente massima di terra: 250 A
- Tempo di intervento delle protezioni: 0,6 s

La fornitura avverrà a cura del Gestore, in cavo nel locale di consegna proveniente dalla vicina cabina "alta" già esistente.

In apposito edificio posto a fianco del capannone di ricezione del verde sarà realizzata la cabina di trasformazione alloggiante sia il trasformatore da 1.600 kVA del generatore che il trasformatore da 1.000 kVA per le utenze BT dell'impianto.

L'impianto MT di competenza dell'utente, è costituito da:

- cavo di collegamento tra il punto di consegna e la cella di arrivo MT
- scomparto di arrivo MT
- scomparto di protezione generale
- cavi di collegamento protezione generale-trasformatore MT
- trasformatore MT/BT e box di protezione
- scomparto di protezione lato BT

ART. 34 POST-ISPESSITORE/ACCUMULO DEL DIGESTATO

Al fine di creare un volume di accumulo e di migliorare il successivo trattamento di disidratazione meccanica, viene prevista la realizzazione di una unità di accumulo e postispessimento meccanizzato avente lo scopo di portare la concentrazione in SS della biomassa al 4,5%

Viene previsto un comparto di post-ispezzimento ed accumulo avente le seguenti caratteristiche unitarie:

- Diametro 18,00 m
- Altezza utile 3,50 m
- Superficie 254,50 m²
- Volume utile 890,6 m³

ART. 35 DISIDRATAZIONE MECCANICA DEL DIGESTATO E DEI FANGHI

Per l'impianto viene prevista l'installazione di n° 2 decanter (centrifuga) ad alte prestazioni, ciascuna avente le seguenti caratteristiche:

- Portata alimentazione: 15,0 m³/h
- concentrazione SS in alimentazione: 4,5 %
- concentrazione in SS del disidratato

La quantità di digestato disidratato al 28% di SS in uscita dal trattamento sarà pari a 32,10 m³/giorno per 6 giorni/settimana.

L'alimentazione del digestato alla decanter viene effettuata mediante pompe volumetriche a vite elicoidale con motore elettrico, riduttore e variatore di giri. Vengono installate n. 2 unità (una in S.B.) aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

- portata: 5-25 m³/h
- prevalenza: 2 bar
- potenza installata: 5,5 kW
- potenza assorbita: 3,6 kW

Il digestato prima di essere disidratato viene condizionato con l'aggiunta di polielettrolita cationico che favorisce la separazione dell'acqua di impregnazione e che viene dosato a monte della alimentazione della decanter.

Il dosaggio del polielettrolita verrà stabilito esattamente solo in fase di esercizio in funzione delle caratteristiche di disidratabilità del fango; in linea indicativa sono necessari 0,360-0,450 kg polielettrolita/m³ da trattare (10-12,5 kg poli/tSS in ingresso).

Si ottiene una previsione di consumo pari a 70,2-87,75 kg/g di polielettrolita per 6 giorni/settimana (10,8-13,5 kg/h) e quindi a 421-526,5 kg/settimana.

Per preparare e dosare il polielettrolita viene prevista l'installazione di due centraline automatiche in grado di preparare in modo automatico soluzioni a titolo noto e costante di polielettrolita cationico e dosare a portata variabile, controllata da un PLC.

Il polielettrolita verrà preparato in situ, a partire dal prodotto in polvere, in quanto il polielettrolita viene dosato a bassissima concentrazione (max 1,0 %).

Normalmente viene dosata una soluzione molto diluita (tipicamente 0,1-0,5 %) in quanto già a queste concentrazioni è molto viscosa e presenta problemi di dosaggio alle normali pompe dosatrici (per questo motivo si usano pompe volumetriche).

Il prodotto in polvere si trasporta facilmente e, se ben immagazzinato, si conserva molto più a lungo delle normali soluzioni anche se stabilizzate.

Il costo relativamente elevato del prodotto richiede di limitare al minimo gli eventuali sprechi per dissoluzione e miscelazione non ottimale e la necessità di produrre in continuo una soluzione a concentrazione costante e di dotare l'apparecchio di un sistema di dosaggio polvere/acqua preciso ed automatico.

La necessità di dosare piccole ma precise quantità di sostanza attiva richiede infine che il dosaggio sia effettuato da piccole ma precise pompe del tipo "monovite" che uniscono alla precisione di dosaggio continuo anche la mancanza di organi di ritegno ed un'elevata prevalenza, necessaria per la viscosità della soluzione.

Si prevede di dosare una soluzione di polielettrolita allo 0,3% di diluizione, cioè una portata compresa tra 3.333 l/h e 4.167 l/h.

Viene prevista l'installazione di n. 2 unità di stoccaggio e dosaggio di polielettrolita cationico aventi ciascuna un volume utile di 2.500 l ed una tramoggia di carico del polielettrolita in polvere della capacità di 0,130 m³.

Per la alimentazione del polielettrolita in ingresso alla decanter vengono installate due pompe monovite (1 + 1R) aventi le seguenti caratteristiche:

- portata: 5,0 m³/h
- prevalenza: 2 bar
- potenza: 2,2 kW

Caratteristiche della decanter ad alte prestazioni:

portata idraulica	15 m ³ /h
concentrazione SS in ingresso:	2 – 6 %
potenza installata motore tamburo:	11,0 kW
potenza installata motore azionamento coclea	4,00 kW
materiale tubazioni	inox 304
lunghezza	≈2.800 mm
peso	≈2.300 kg

Con un contenuto in sostanza secca di 8.730 kg SS/g ed una umidità del 72%, il volume di digestato disidratato da smaltire per ogni giorno lavorativo sarà pari a 30,7 m³/g (9.670 m³/anno) e 32,1 t/giorno (9.951 t/anno).

Dal trattamento di disidratazione effettuato su 6 giorni/settimana residueranno quindi 60.620 – 9.670.4 = 50.950 m³/anno = 164,30 m³/giorno su 310 gg/anno di acque madri che saranno inviate in testa all'impianto di depurazione.

Il digestato disidratato viene scaricato dalla decanter tramite una coclea laterale inclinata che alimenta la tramoggia di carico di una pompa volumetrica che a sua

volta invia il materiale disidratato al serbatoio di accumulo da cui sarà inviato al trattamento di essiccamento.

Le tramogge di carico saranno dotate di cassone con doppio albero rotante rompiponti.

Le pompe volumetriche avranno le seguenti caratteristiche:

- portata 2,0-6,0 m³/ora;

- velocità pompa: 70 – 200 giri /min;

- pressione: 15 bar;

- potenza installata: 7,5 kW;

- potenza installata motore rompicrosta: 1,5 kW.

In caso di fuori servizio del suddetto trattamento, il disidratato potrà essere scaricato in containers posti sotto al serbatoio e portato allo smaltimento finale.

ART 36 ESSICCATORE TERMICO

Obiettivo del processo di essiccamento termico è quello di ridurre la percentuale di umidità dal 28 % del prodotto in uscita dal trattamento di disidratazione al 50 %.

Si ridurrà in questo modo il volume ed il peso della biomassa da conferire al successivo trattamento di compostaggio.

Operando su 310 giorni/anno, l'impianto deve essere dimensionato per le seguenti caratteristiche:

- digestato disidratato in ingresso: 32,1 t/giorno;
- contenuto in SS del digestato: 9,0 t/giorno;
- contenuto in acqua del digestato: 23,4 t/giorno;
- digestato essiccato in uscita: 18,0 t/giorno;
- contenuto in SS del digestato essiccato: 9,0 t/giorno;
- contenuto in acqua del digestato essiccato: 9,0 t/giorno;
- acqua evaporata nel trattamento: 14,4 t/giorno.

L'impianto è previsto che lavori su 24 ore/giorno per sei giorni/settimana.

Deve quindi poter evaporare $14,4 : 24 = 0,600$ t/ora di acqua.

L'energia termica richiesta per l'essiccamento termico del digestato è composta del calore di evaporazione dell'acqua, pari a 2.260 kJ per kg di acqua evaporata oltre al calore necessario per riscaldare il digestato dalla temperatura di ingresso alla temperatura di funzionamento dell'essiccatore, pari a circa 90 °C.

Si assume che il digestato da FORSU entri nell'essiccatore alla temperatura di 30°C (temperatura inferiore a quella di digestione anaerobica per tenere conto delle perdite termiche nell'ispessitore e nella disidratazione), mentre i fanghi da depurazione disidratati abbiano una temperatura di 15 °C.

Viene previsto di installare una unità di essiccamento termico della potenzialità di evaporazione di 400-1000 kg/ora di acqua.

L'energia termica per alimentare il processo di essiccamento proverrà sia dal calore di recupero dei gas di combustione del gruppo di cogenerazione, che da una caldaia alimentata a metano.

Il calore recuperabile dai gas di combustione del gruppo di cogenerazione, raffreddati a 180 °C, risulta pari a 375 kW; considerate le perdite nei circuiti di scambio di calore, risulteranno disponibili al trattamento di essiccamento 350 kW, con una differenza di 150 kW rispetto al fabbisogno stimato.

Il calore necessario per integrare il fabbisogno sarà fornito da una centrale termica della potenza di 500 kW, alimentata da un bruciatore bicomustibile modulante biogas/metano, quindi con doppia rampa gas.

La medesima centrale termica verrà utilizzata per il riscaldamento dei digestori anaerobici in fase di avviamento/riavviamento di una o più linee.

Nel presente documento viene illustrato un essiccatore presente sul mercato ed avente le caratteristiche tecniche necessarie per ottenere i risultati di progetto.

Poiché esistono sul mercato unità di essiccamento molto differenti nello schema tecnologico e dimensionale, ma ugualmente efficienti dal punto di vista del processo, all'atto della progettazione esecutiva e della realizzazione potrà essere proposta anche una unità diversa, purché garantisca i medesimi rendimenti termici ed energetici di progetto.

Il materiale da essicare proveniente dal trattamento di disidratazione, sarà pari 32,1 t/giorno (su 310 giorni/anno), e sarà accumulato in un apposito serbatoio di stoccaggio (tramoggia polmone), in acciaio INOX AISI 304, della capacità di 114 m³, che fungerà anche da tramoggia di alimentazione dell'essiccatore.

La tramoggia polmone ha il fondo a tronco di piramide e convoglia la massa umida verso il basso.

La tramoggia sarà dotata di aspi rompiponte per assicurare la costanza della alimentazione e impedire la formazione di ponti nel materiale disidratato.

L'estrazione del materiale da essicare sarà effettuata tramite coclea dosatrice a vite senza fine posizionata sul fondo della tramoggia, dotata di motoriduttore regolato da inverter che provvede all'alimentazione ed al dosaggio controllato in modo variabile in funzione delle condizioni operative impostate dal PLC di comando generale.

Il materiale estratto sarà quindi alimentato al trattamento di essiccamento mediante un dosatore del tipo volumetrico per fanghi della potenzialità massima di 1,50 t/ora.

Detto dosatore è completo di sistema rompiponte onde garantire il completo e costante riempimento del dosatore.

Il dosatore alimenta la bocca di carico dell'essiccatore.

L'essiccatore è previsto del tipo orizzontale, indiretto ed utilizza olio diatermico quale fluido termovettore.

Il riscaldamento e l'essiccazione del prodotto vengono effettuati indirettamente per conduzione attraverso la parte calda del modulo cilindrico e direttamente mediante aria calda in equicorrente al prodotto da essicare.

Il principio della essiccazione si basa sull'avanzamento in forte turbolenza di un film sottile del materiale da essicare contro le pareti interne della superficie cilindrica dell'essiccatore.

Un organo meccanico (turbina) interno provvede al riscaldamento del fango ed al suo avanzamento sino alla bocca di uscita.

Attorno al modulo cilindrico, in camicia coassiale, si effettua il riscaldamento mediante olio diatermico.

Dell'aria preriscaldata è immessa in equicorrente con il materiale da trattare per agevolare l'evacuazione dei vapori acquosi che si sviluppano nel processo.

Il processo di essiccamento avviene quindi in un unico passaggio, con tempi di stazionamento molto brevi, dell'ordine di 1-2 minuti.

Questo sistema svolge, oltre all'essiccamento del materiale, un'energica azione riduttiva della carica microbiologica.

L'avviamento e la messa a regime dell'impianto possono essere effettuati in circa 30 minuti; si prevede di far funzionare l'unità su 6 giorni settimana e 24 ore/giorno per ridurre i consumi energetici e le perdite di calore dovuti a continui processi di avviamento e spegnimento.

La tecnologia proposta opera in circuito chiuso, senza emissioni gassose in atmosfera, riducendo così l'impatto ambientale del trattamento.

La tecnologia proposta non richiede miscelazione del fango in ingresso con fango già essiccato; infatti il fango essiccato non si reidrata facilmente e la miscela ottenuta, se alimentata nuovamente all'interno dell'essiccatore, potrebbe portare a un suo surriscaldamento.

Capacità di evaporazione dell'acqua contenuta nella biomassa: 400-1.000 l/h.

Dimensioni indicative dell'essiccatore:

- diametro della turbina: 920 mm;
- dimensioni : 7.500 (lunghezza) x 2.200 (larghezza) x 2.200 (altezza), mm;
- peso: 12,50 t.

All'interno dell'essiccatore opera una turbina a geometria variabile, azionata da un motore trifase, con trasmissione a cinghia.

La macchina è dotata di fori tangenziali e radiali per l'ingresso del gas di processo preriscaldata, del prodotto da essiccare e per l'estrazione del prodotto essiccato.

Le pale della turbina sono rivestite nella parte terminale con materiale antiusura.

La camicia per la circolazione forzata dell'olio diatermico è realizzata in acciaio al carbonio ed è coibentata con lana di roccia.

All'uscita dall'essiccatore la temperatura della massa è dell'ordine di 70-95°C.

All'uscita dall'essiccatore il digestato essiccato è trasportato dal gas umido al ciclone separatore e quindi al filtro a maniche ove viene scaricato da rotovalvole e trasferito ad un coclea raffreddata ad acqua allo scarico al sistema di compostaggio.

Ciclone di separazione del vapore acqueo dal fango essiccato, in acciaio INOX, completo di portello di ispezione, indicatore di livello con allarme e rotovalvola inferiore di estrazione essiccato.

Il gas con le sospensioni solide entra tangenzialmente nella bocca laterale ad invito, viene ciclonato separando le polveri e successivamente viene espulsa dalla tubazione posta in testa alla macchina, la polvere separata viene scaricata in basso dalla bocca a sezione circolare.

Il ciclone sarà coibentato.

Dimensioni indicative del ciclone:

- altezza parte cilindrica: 1.700 mm;
- altezza parte conica inferiore: 1.800 mm;

- diametro interno: 900 mm.

Sotto al ciclone viene installato un vaglio separatore dell'essiccato, dal quale il prodotto viene inviato alla tramoggia finale di stoccaggio, dalla quale sarà scaricato al miscelatore per l'immissione al successivo trattamento di compostaggio, unitamente alla frazione verde pretriturata e ai sovralli legnosi provenienti dalla vagliatura del compost.

Il vaglio è costituito da un vibrovaglio che funziona come selezionatore granulometrico del fango essiccato.

E' essenzialmente costituito da una tela circolare vibrante .

L'aria in uscita dal ciclone perviene quindi al filtro a maniche che ha la funzione di separare le particelle fini ancor presenti nell'aria.

Il filtro è costituito da una parte superiore di distribuzione, una centrale di filtraggio ed una inferiore di raccolta.

All'interno del cassone superiore è posto il sistema di lavaggio maniche.

Nella parte centrale di filtraggio sono poste le maniche filtranti in cotone.

Anche il materiale trattenuto dal filtro a maniche viene estratto da una rotovalvola e immesso nella coclea raffreddata ad acqua, unitamente a quello estratto dal ciclone.

Materiale di costruzione: acciaio AISI 304.

L'aria calda in uscita dal filtro a maniche, viene immessa da un apposito ventilatore nel circuito chiuso di immissione in testa all'essiccatore.

L'aria in ingresso all'essiccatore viene riscaldata in uno scambiatore aria/fluido a acco alettato che utilizza come fluido termoconvettore l'olio diatermico riscaldato utilizzando sia l'energia termica dei gas di scarico del gruppo di cogenerazione che il calore integrativo proveniente da una caldaia alimentata a metano/biogas.

Il circuito di ricircolo dell'aria calda è di tipo chiuso, con elettroventilatore di tipo centrifugo.

Il vapore sviluppatosi in eccesso viene estratto dal circuito e inviato ad una colonna di condensazione.

La condensazione del vapore avviene tramite un flusso d'acqua controcorrente alla frazione gassosa da condensare.

La miscelazione tra gas e acqua è favorita dal riempimento della colonna con anelli o sfere in materiale plastico, che assicurano un'elevata superficie di contatto.

Il condensato si raccoglie nella parte inferiore della colonna, mentre la frazione gassosa viene estratta dall'alto; prima dell'uscita le gocce trascinate dal gas sono intercettate da un demister.

Dal fondo della colonna, il condensato viene estratto con un sistema a sifone e viene poi inoltrato all'impianto di depurazione dei reflui.

L'acqua di condensazione viene invece ricircolata da una pompa e rinviata in testa alla colonna previo scambio di calore in uno scambiatore acqua/acqua a piastre, alimentato dall'acqua raffreddata dall'impianto a torre evaporativa, in modo da abbassare la temperatura dell'acqua di ricircolo della colonna di condensazione, migliorando l'efficienza del processo.

Un ventilatore di ricircolo riprende il gas e lo invia alla sezione di riscaldamento prima di essere reimpresso nell'essiccatore.

Un altro ventilatore viene invece utilizzato per l'estrazione degli incondensabili che vengono portati a combustione nel bruciatore della caldaia ausiliaria.

La potenza totale installata ammonta a circa 150 kW , quella consumata ammonta a circa 80 kWh per 600 kg H₂O evaporata x ora .

L'impianto sarà dotato di un sistema di autocontrollo delle condizioni operative, gestito da un PLC , con controllo in continuo di tutti i principali parametri di processo (temperature, pressioni, portate) con logiche automatiche di intervento in caso di disfunzione; queste ultime si attivano in tempo reale con l'evento.

Infatti, qualora qualunque parametro di rilievo presentasse valori al di fuori degli intervalli programmati di processo, verrà automaticamente attivata la procedura di stand-by per mettere l'impianto in sicurezza.

L'impianto sarà dotato di un sistema di controllo termostatico che opera l'iniezione di acqua nell'essiccatore ogni qualvolta il dosaggio del fango dovesse essere arrestato con contemporaneo incremento della temperatura dell'olio diatermico.

Viene pertanto richiesta una limitata presenza di operatori durante le fasi operative, limitatamente alla messa in marcia e a saltuarie visite di controllo, in quanto non è richiesta alcuna supervisione per il suo funzionamento.

Il materiale essiccato viene stoccato in una tramoggia finale della capacità di 25,6 m³; da essa verrà inviato al miscelatore del processo di compostaggio o allo smaltimento con cassoni scarrabili.

La tramoggia di stoccaggio del materiale essiccato sarà posta sopra l'alimentazione del miscelatore e avrà le seguenti caratteristiche:

- tramoggia a base quadrata con tramoggia finale tronco conica per facilitare l'alimentazione del miscelatore.

- Base 3,20 x 3,20m

- Altezza utile 2,50 m

- Volume utile 25,6 m³

ART. 37 MISCELATORE DIGESTATO E VERDE AL COMPOSTAGGIO

Il materiale sarà sottoposto a miscelazione prima dell'avviamento al processo di compostaggio.

Viene prevista la installazione di un miscelatore a coclea.

Dovendosi alimentare un totale di 37,2 t/giorno (su 310 giorni lavorativi), ipotizzando di effettuare il caricamento del materiale su 8 ore, il quantitativo da alimentare al compostaggio ammonta a:

- 37,2 t/giorno : 8 = 4,65 t/ora, cioè 7,75 m³/ora.

Volendosi garantire un tempo di miscelazione di 20 minuti, il volume necessario ammonta a:

- 7,75 : 60 x 20 = 2,58 m³.

Verrà installato un miscelatore con capacità utile di 3,00 m³, del tipo orizzontale, con coclea di fondo di miscelazione e avanzamento del tipo a spira con pale in acciaio installate sull'asse con orientamento contrario al verso di avanzamento, in modo da favorire la miscelazione.

L'asse sarà in acciaio al carbonio bonificato montato su cuscinetti a sfera posti alle estremità della coclea.

La motorizzazione avviene mediante motoriduttori con giunto direttamente collegato all'albero della coclea.

Il motore, del tipo trifase 400 V, 50 Hz, avrà potenza di 11 kW.

Il miscelatore sarà completo di tramoggia di carico, nella quale convergeranno i materiali da alimentare e da tramoggia di scarico posta in estremità e costituita da lamiera di acciaio opportunamente sagomata e irrigidita.

Il materiale in uscita dalla miscelazione verrà trasportato tramite nastro trasportatore ai cumuli di stoccaggio e da questi movimentato tramite pala gommata al successivo comparto di compostaggio

ART. 38 TRATTAMENTO DI COMPOSTAGGIO

Il trattamento di compostaggio consiste nella fermentazione aerobica delle sostanze putrescibili residue ancora presenti nel digestato e negli scarti vegetali. Trattandosi di un processo prevalentemente di tipo biologico, esso richiede il mantenimento di specifiche condizioni operative, sia fisiche che chimiche:

- mantenimento di una porosità della biomassa attorno al 35 % per garantire un adeguato passaggio di aria e quindi di ossigeno ed evitare lo sviluppo di popolazioni batteriche anaerobiche, con produzione di cattivi odori causati da acido solfidrico, ammoniaca e altre sostanze odorigene; da questo punto di vista, la giusta miscelazione di parti verdi come sfalci, foglie e parti legnose come ramaglie che lasciano piccoli spazi aperti è ottimale per il controllo della porosità;
- mantenimento di una concentrazione di ossigeno all'interno della massa da compostare compresa tra il 5 ed il 10 % per favorire la proliferazione e l'attività di decomposizione dei batteri aerobi;
- mantenimento, almeno nella fase iniziale, di una umidità compresa tra il 55 ed il 70 % per favorire l'attività batterica;
- controllo del pH, che durante il processo tende ad acidificarsi, a valori superiori a 6 per evitare la produzione di cattivi odori originati dall'ammoniaca.

Esistono diverse modalità di esecuzione del trattamento di compostaggio; nel presente progetto si è previsto un trattamento in cumuli statici aerati, con aerazione forzata, adatto a materiali caratterizzati da significativi impatti olfattivi e/o notevoli concentrazioni di composti azotati.

Questo processo viene comunemente chiamato "Sistema Beltsville" ed è frequentemente utilizzato, specie negli Stati Uniti, in impianti di compostaggio simili.

Il materiale è posto in cumuli non movimentati e l'ossigenazione avviene per mezzo di tubi diffusori in cui circola aria aspirata in forma forzata; gli apparati di tubi, posati dentro a canalette annegate nei basamenti che ospitano i cumuli di materiale, sono dotati di fori che costringono l'aria a passare forzatamente attraverso la matrice in compostaggio per aspirazione.

Le canalette di alloggiamento hanno anche la funzione di raccogliere il percolato che si produce durante il processo di compostaggio.

Il processo di compostaggio è stato dimensionato nel rispetto delle “ Linee guida relative alla costruzione ed all'esercizio degli impianti di produzione di compost” ex Deliberazione Giunta Regionale Lombardia 16 Aprile 2003, n°7/12764.

Il processo di compostaggio viene suddiviso in due fasi processistiche in relazione all'intensità dei processi microbici, alla conseguente velocità di consumo di ossigeno e quindi di apporto di aria:

- una prima fase in cui la biomassa si presenta come forte consumatrice di ossigeno e nella quale si sviluppano temperature elevate: fase definita come ACT (Active Composting Time) o anche “Fase attiva”;
- una seconda fase di rallentamento dei processi metabolici, con conseguente riduzione della richiesta di ossigeno, quindi di apporto di aria, che richiede minore necessità di controllo del processo: fase definita come CP (Curing Phase) o anche “Fase di maturazione”.

La tecnologia proposta è quella del compostaggio in trincee statiche in aspirazione.

Si tratta di trincee realizzate in calcestruzzo armato (pavimento e pareti laterali) nel cui pavimento viene realizzato un sistema integrato di aspirazione dell'aria di processo.

Il sistema è integrato da uno specifico sistema di controllo del processo biologico, con monitoraggio mediante sensori automatici che rilevano e comunicano l'andamento dei vari parametri di processo al PLC di controllo mediante un sistema di acquisizione dati.

Il sistema di controllo è anche dotato di un sistema di visualizzazione dei dati costituito da un interfaccia di lettura e comando per i gestori dell'impianto.

Il processo di compostaggio avviene in un capannone completamente chiuso, con altezza utile di 6,00 m, con controllo del flusso aeriforme.

Il tempo di processo totale, tra fase ACT e fase di maturazione CP, ai sensi della citata Deliberazione n° 7/12764 deve essere non inferiore ad 80 giorni.

Nel presente progetto il tempo complessivo è stato assunto pari ad 84 giorni, così suddivisi:

- fase ACT: 14 giorni
- fase CP : 70 giorni.

In effetti il trattamento di compostaggio della biomassa in oggetto, data l'elevata percentuale di materiale già digestato anaerobicamente, sarà completato in circa 30- 50 giorni.

Le due fasi di compostaggio vengono dimensionate nel modo seguente:

1) fase ACT.

- numero di trincee: 3
- larghezza unitaria: 6,00 m
- lunghezza cumulo: 15,70 m
- altezza media cumulo: 3,00 m

- volume unitario cumulo: 282,00 m³
- volume totale disponibile: 846,00 m³
- alimentazione del comparto su 365 giorni/anno: 31,60 t/giorno
- densità miscela: 0,600 t/ m³
- volume alimentato: 52,67 m³ /giorno
- volume minimo di processo necessario: 737,38 m³

In uscita dal trattamento ACT la biomassa si ridurrà del 30 % in termini di volume e del 20 % in termini di peso.

Pertanto alla successiva fase di maturazione CP perverranno, su 365 giorni/anno, 36,87 m³/giorno e 25,28 t/giorno di biomassa.

2) fase CP.

- numero di trincee: 7
- larghezza unitaria: 6,00 m
- lunghezza cumulo: 15,70 m
- altezza media cumulo: 4,00 m
- volume unitario cumulo: 370,00 m³
- volume totale disponibile: 2.587,00 m³
- alimentazione del comparto su 365 giorni/anno: 36,87 m³/giorno
- volume minimo di processo necessario: 2.581,00 m³.

In uscita dal comparto di maturazione si prevede che saranno prodotti 18,00 t/giorno e 22,00 m³/giorno di compost.

Questo materiale sarà sottoposto ad un trattamento di vagliatura su vaglio rotante per l'eliminazione del materiale avente dimensioni superiori a 10 mm, costituito prevalentemente da materiale legnoso proveniente dal flusso dei rifiuti verdi.

Il quantitativo di materiale legnoso da ricircolare è stimato in 3,2 t/giorno

Si prevede che dopo vagliatura rimarrà un quantitativo di compost di qualità pari a 14,80 t/giorno, pari a 4.588 t/anno.

ART. 39 SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI PROCESSO

Il processo di compostaggio sarà dotato di un sistema di monitoraggio dei parametri di processo costituito da:

- n° 3 sonde per trincea (30 sonde in totale) e la misura della temperatura, in acciaio INOX con sensori tipo PT 100;

- n° 1 sensore di ossigeno dell'aria aspirata sottocumulo dai ventilatori (10 sensori in totale);
- sistema di misurazione della portata aspirata da ogni ventilatore, basato sulla velocità e/o sulla potenza assorbita;
- tutti i motori dei ventilatori di aspirazione aria dalle 10 trincee saranno regolati da inverter per il controllo delle portate aspirate in modo da garantire l'uniformità e la continuità di aerazione della biomassa da ottimizzare i consumi energetici,
- sarà fornito un software di gestione dei segnali provenienti dai sensori e dal quadro elettrico , per la memorizzazione dei parametri misurati e la gestione automatizzata del sistema di ventilazione, tale da garantire la indipendenza di ogni trincea dalle altre e la maggior flessibilità operativa.
- sarà installato un PLC completo di monitor per il comando e il controllo del sistema.

ART.40 SISTEMA DI ASPIRAZIONE ARIA DI PROCESSO

Il processo di compostaggio sarà dotato di un sistema di aspirazione aria sottocumulo necessaria per garantire le condizioni aerobiche di decomposizione della materia organica putrescibile residua.

Il sistema di aspirazione dovrà garantire:

- l'estrazione dalle trincee ACT di una portata d'aria non inferiore a 30 Nmc/h di aria per tonnellata di biomassa accumulata ;
- l'estrazione dalle trincee CP di una portata d'aria non inferiore a 10 Nmc/h di aria per tonnellata di biomassa accumulata .

Ciò verrà ottenuto realizzando sotto alle trincee delle canalette drenanti in materiale (PEAD) resistente all'attacco di liquami acidi, quali il percolato , coperte da grigliati con foratura atta a impedire la caduta della biomassa ma a consentire la percolazione del colaticcio e il passaggio dell'aria in aspirazione.

Dette canalette avranno quindi la funzione sia di convogliare il percolato liquido al trattamento che l'aria ai ventilatori di processo.

Si prevede di installare due canalette parallele per ogni trincea, aventi dimensioni di 300 x 300 mm, dotate di:

- flangia al collettore di aspirazione aria esausta sottocumuli;
- raccordo a T sulla parte terminale, con valvola a farfalla di intercettazione sul tronchetto di innesto nelle condotte di aspirazione aria ai ventilatori;
- innesto nella canaletta principale di raccolta dei drenaggi del comparto di compostaggio per l'invio all'impianto di trattamento dei liquami.

.

ART 41 SISTEMA DI SCARICO GAS, POST COMBUSTORE RIGENERATIVO E

SISTEMA DI SCAMBIO CALORE FUMI/OLIO DIATERMICO

Il motore del gruppo di cogenerazione sarà dotato di impianto di postcombustione per il trattamento termico dei gas di combustione

Saranno installati giunti di compensazione assiale in acciaio INOX AISI 304, posizionati alla flangia di scarico del gruppo di cogenerazione ed in corrispondenza dei principali componenti di linea.

La temperatura massima dei gas di scarico può raggiungere i 490 °C

La condotta di scarico gas sarà coibentata mediante strato in fibra ceramica, strato in lana minerale e strato esterno in lamierino di alluminio. I materiali per l'isolamento termico delle tubazioni saranno di classe A1L di reazione al fuoco.

L'attenuazione sonora ottenibile dal sistema di scarico è pari a circa 35-38 dB(A), in grado quindi di rispettare i 65 dB(A) a 10m di distanza.

L'impianto di scarico del motore sarà quindi dotato di post combustore rigenerativo per l'abbattimento spinto del CO e degli altri idrocarburi, metanici e non metanici.

I gas in uscita dal motore, che lavora con tecnica "Lean burn" contengono al loro interno piccole quantità di monossido di carbonio e percentuali di ossigeno attorno al 10%.

La combustione magra in eccesso di aria comburente in camera di combustione limita le emissioni di NOx entro i 250 mg/Nm³, mentre la concentrazione di CO risulta pari a circa 1.000 mg/Nm³.

I ridotti tempi di detenzione allo scarico senza post combustione non consentono al monossido di reagire completamente con l'ossigeno presente.

L'installazione di un post combustore costituito da un termoreattore con scambiatore di tipo rigenerativo, con dispositivo di scambio e camera di reazione a doppio scambio consentirà di ridurre le concentrazioni all'uscita dei CO e degli idrocarburi.

Le camere di reazione sono rivestite in materiale refrattario e coibentate esternamente.

I gas di scarico, a circa 400 – 420 °C, vengono inviati, a mezzo del dispositivo di scambio, in un primo comparto dove vengono portati a una temperatura di circa 800 °C tramite immissione di biogas con lance di combustione e con un consumo di 5-7 m³/h di biogas

L'alta temperatura trasforma in H₂O e CO₂ il CO e gli altri idrocarburi che reagiscono con l'O₂ disponibile.

Il postcombustore assicura ottimi rendimenti e permette di ridurre la concentrazione di CO entro i limiti previsti dalla Regione Lombardia per motori alimentati a biogas (250 mg/Nm³)

Nel secondo comparto i gas di scarico cedono il proprio calore ed escono in atmosfera a circa 550-570 °C; successivamente cedono calore ad uno scambiatore fumi/olio diatermico ed escono in atmosfera ad una temperatura di circa 300 °C.

Un sistema di controllo automatico provvede, circa ogni 2/3 minuti, a invertire il flusso dei gas di scarico che passerà prima nella camera 2 (preriscaldata nel ciclo precedente) e poi nella camera 1.

Una valvola pneumatica provvede a regolare l'invio dei gas alla camera 1 o alla camera 2 e/o direttamente al camino.

Il sistema è dotato di un impianto di preriscaldamento mediante resistenze elettriche con potenza di circa 2 kW necessarie per portare in temperatura il sistema all'atto dell'avviamento.

L'altezza del punto di emissione sarà a 12 m dal suolo.

In relazione alla normativa regionale (D.G.R. 6 agosto 2012 n. IX/3934), punto 8.1, i camini per lo smaltimento di fumi emessi da motori di produzione di energia devono rispettare le seguenti condizioni operative:

- Velocità massima dei fumi, al massimo carico termico ammissibile, ≥ 15 m/s;
- Altezza del camino, riferita a combustione del biogas, per un quantitativo massimo di $529 \text{ Nm}^3/\text{h}$, pari a 16 m, ridotta di un terzo (cioè 10,66 m).

L'altezza sul suolo del punto di emissione (12,00 m) conferma il rispetto del criterio regionale

Il camino di scarico fumi avrà diametro di 350 mm.

Con una massima portata di fumi pari a $4.260 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ($1,183 \text{ Nm}^3/\text{s}$), considerando una temperatura dei fumi all'emissione di 300°C , la velocità all'uscita dal camino risulta pari a 25,69 m/s, sempre nel rispetto della normativa regionale

Con la post combustione, si ottiene una forte riduzione degli elementi inquinanti allo scarico, così definibili, riferiti ad un tenore volumetrico di ossigeno pari al 5%:

- Volume massimo gas di scarico (ad umido): $4.260 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- Emissione di NO_x (come NO_2) : $\leq 400 \text{ mg}/\text{Nm}^3$.
- Emissione di CO : $\leq 250 \text{ mg}/\text{Nm}^3$.
- Emissione di HCl : $\leq 5 \text{ mg}/\text{Nm}^3$.
- Emissione di COT(esclusi i metanici) : $\leq 100 \text{ mg}/\text{Nm}^3$.
- Emissione di Ossidi di zolfo (SO_2): $\leq 150 \text{ mg}/\text{Nm}^3$

Il termoreattore sarà composto da:

- doppia camera di reazione;
- valvola a quattro vie per intercettazione fumi a comando pneumatico (dispositivo di scambio);
- compressore aria;
- riscaldamento elettrico con sistema di scaldiglie di riscaldamento;
- sistema di riscaldamento con lance alimentate a biogas;
- compressore biogas;

- valvole di regolazione del gas;
- doppie valvole elettromagnetiche;
- sistema di alimentazione biogas;
- tubazioni tra camera di reazione e dispositivo di scambio;
- sistema elettronico automatizzato di controllo con PLC.

In uscita dal post combustore sarà installato lo scambiatore a fascio tubero per lo scambio termico tra fumi a 500 – 550 °C e l'olio diatermico utilizzato per il riscaldamento del fluido vettore dell'unità di essiccamento termico.

Si prevede, raffreddando i fumi da 550 °C a 300 °C, di recuperare energia termica al circuito oli diatermico per almeno 357 kW.

Lo scambiatore sarà dotato di un sistema di by pass, gestito da valvole a farfalla interbloccate, che potrà parzializzare le quantità di fumi che attraversano lo scambiatore, in modo da permettere l'esclusione del recupero fumi o il suo recupero parziale.

ART 42 IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE

Le acque reflue inviate all'impianto di trattamento interno al sito saranno soggette ad un trattamento depurativo in grado di garantire i limiti di accettabilità allo scarico nella rete fognaria del Comune di Legnano e al successivo depuratore di Canegrate.

Pertanto le acque reflue, dopo trattamento, dovranno essere conformi ai limiti di cui al D.Lgs 152 /2006 per lo scarico in pubblica fognatura, come modificato nell'Allegato 6, Tabella 1, del regolamento del S.I.I. per l'impianto di Canegrate, di cui si riportano i parametri più significativi:

- COD \leq 500 mg/l;
- BOD₅ \leq 500 mg/l;
- Solidi sospesi totali \leq 200 mg/l;
- Azoto ammoniacale (come NH₄) \leq 30 mg/l;
- Azoto nitrico \leq 30 mg/l.
- P_{TOT}: \leq 10 mg/l.

Le portate da trattare varieranno in base a vari fattori, sia stagionali che operativi. Alla base del presente progetto vengono assunti i seguenti valori:

- Percolato da fossa FORSU: 6,5 m³/giorno (su 310 gg/anno);
- Acque madri da ispessimento digestato: 84,16 m³/giorno (su 310 gg/anno);
- Acque madri da disidratazione digestato: 150,0 m³/giorno (su 310 gg/anno);
- Percolato da compostaggio: 8,5 m³/giorno (su 365 gg/anno);
- Percolato da scrubber/biofiltrazione aria odorigena: 30,0 m³/giorno (su 365 gg/anno);
- Acque reflue da servizi igienici e docce: 3-4,0 m³/giorno (su 310 gg/anno).

Complessivamente l'impianto riceverà circa 280 m³/giorno di liquame in tempo asciutto, oltre alle acque di prima pioggia dal sistema di drenaggio delle acque meteoriche proveniente dalle vasche VPP1 e VPP2.

L'impianto viene dimensionato per una portata media giornaliera di 330,00 m³/giorno, con una portata media oraria di 13,75 m³/h e di punta di 20,65 m³/h.

Le concentrazioni dei principali parametri inquinanti varieranno sensibilmente; vengono attese in ingresso all'impianto le seguenti concentrazioni medie:

- SST: 1.000 mg/l;
- COD: 2.570 - 3.000 mg/l;
- BOD₅: 950 – 1100 mg/l;
- N tot: 1.000- 1.170 mg/l;
- NH₄: 875 – 1000 mg/l.

Occorre pertanto effettuare un trattamento depurativo che garantisca le seguenti percentuali di rimozione dei carichi inquinanti:

- COD : 84%;
- BOD₅: 50 %
- NH₄: 97%.

Nella scelta del tipo di trattamento occorre considerare che i liquami da trattare provengono per la maggior parte già da una filiera di trattamento biologico (anaerobico) e che pertanto le componenti inquinanti costituiscono già la parte meno biodegradabile.

Inoltre l'abbattimento e/o la trasformazione di concentrazioni ammoniacali così elevate rende molto problematica l'attivazione delle specie batteriche, in particolare quelle denitrificanti.

A causa della variabilità e della complessità delle caratteristiche chimico-fisiche di questo refluo, non è possibile utilizzare un unico processo ed in un unico stadio per raggiungere i limiti richiesti allo scarico.

I trattamenti biologici ossidativi non garantiscono l'attivazione completa del processo a causa della possibile presenza di sostanze inibitrici o addirittura tossiche per i microorganismi, con particolare riferimento ai batteri facoltativi denitrificanti.

Si è prevista pertanto l'adozione di uno schema di trattamento del tipo fisico-chimico che non viene influenzato dalla biodegradabilità delle sostanze organiche presenti nel refluo.

Lo strappaggio con aria è uno dei metodi più economici e semplici per la rimozione dell'azoto ammoniacale (che costituisce il parametro più impegnativo da abbattere) da un refluo preventivamente basificato.

La scelta si è quindi indirizzata verso una sequenza di processi che viene schematizzata nelle sue fasi principali:

- Grigliatura fine dei liquami;
- Omogeneizzazione aerata;
- Trattamento chimico (correzione del pH);
- Strappaggio dell'ammoniaca;
- Trattamento chimico (coagulazione/flocculazione);
- Chiariflocculazione/sedimentazione;
- Filtrazione/coagulazione (su sabbia e carbone attivo);
- Ozonizzazione per eliminazione residui ossidabili.

Tutto l'impianto, escluso il parco serbatoi reagenti che sarà posizionato all'esterno (anche se coperto da una tettoia), sarà alloggiato all'interno di un capannone chiuso. Le unità contenenti aria odorigena (omogeneizzazione

aerata, correzione del pH, sedimentazione) saranno coperte e l'aria aspirata sarà inviata al trattamento di deodorizzazione.

Il capannone sarà dotato di un sistema di leggera ventilazione per garantire un ricambio d'aria ogni 2 ore.

42.1 TRATTAMENTI PRELIMINARI

Il liquame in ingresso dalla rete fognaria perviene ad un impianto di sollevamento iniziale dotato di tre elettropompe sommergibili (2 + 1R) con girante arretrata alloggiata in una vasca con volume di 40 m³, in grado di garantire lo stoccaggio di 3 ore di portata media.

Ogni pompa sarà in grado di sollevare 4,0 l/s.

Sulla condotta di mandata viene installato un misuratore magnetico di portata per la misura e registrazione dei volumi trattati.

Dal sollevamento le acque reflue pervengono alla sezione di grigliatura fine, dotata di una unità del tipo automatizzato a gradini, con luce interbarre di 3 mm; il materiale grigliato viene asportato tramite coclea ad un compattatore oleodinamico del grigliato e quindi ad un cassone di raccolta per l'invio a discarica.

Una seconda unità, del tipo a pulizia manuale, con interbarre di 3 cm, viene installata in parallelo alla prima e verrà utilizzata in caso di fuori servizio di quella automatizzata.

42.2 VASCHE DI ACCUMULO AERATE

Il liquame grigliato perviene a gravità ai due bacini di accumulo aerato.

Il volume complessivo dei due bacini è pari a 250 m³, in grado cioè di contenere un volume pari a 18 ore di portata media.

I due bacini, affiancati, hanno dimensioni unitarie di 8,00 x 4,00 m e profondità utile di 4,00 m.

La realizzazione delle vasche di accumulo è molto importante perchè consente di miscelare liquami con diverse caratteristiche, limitando le punte inquinanti di alcuni flussi di processo e consentendo di gestire in modo migliore l'intero ciclo di trattamento.

Sul fondo dei bacini sarà realizzato un tappeto di diffusori a bolle fini , alimentati da una centrale di produzione di aria compressa con soffiante a lobi insonorizzata.

Per la completa miscelazione del volume di liquame la fornitura di aria sarà pari a 1,2 Nm³ ora/m³ di reattore e quindi in totale pari a 300 Nm³/ora.

Sulle pareti laterali dei due bacini saranno realizzate due soglie di sfioro a stramazzo che alimenteranno il comparto di dosaggio del prodotto basificante e conterranno le pompe di sollevamento al trattamento di strippaggio dell'ammoniaca .

Le due vasche saranno coperte con elementi in vetroresina e l'aria in uscita sarà inviata all'impianto di deodorizzazione.

42.3 TRATTAMENTO CHIMICO (CORREZIONE DEL PH)

Il liquame in uscita dalle vasche di omogeneizzazione aerata perverrà al comparto di correzione del pH, per destabilizzare gli inquinanti nelle successive fasi di strippaggio e di chiariflocculazione.

Per le due fasi suddette è infatti necessario elevare il pH del liquame a valori di 11-12.

Si prevede di utilizzare soda (Na OH) in concentrazione al 25-32% che verrà dosata in ragione di 7 kg di reagente per kg di N da abbattere.

La soda sarà stoccata in due serbatoi in acciaio INOX muniti di scaldiglia, della capacità unitaria di 20,0 m³, ubicati nel comparto serbatoi posti all'esterno dell'edificio di alloggiamento del depuratore e coperti da tettoia.

La soda sarà dosata nel comparto di correzione pH e il suo dosaggio sarà regolato da pompe dosatrici comandate da due misuratori di pH, di cui uno in ingresso al bacino e uno sulla condotta di mandata allo strippaggio.

Il comparto di correzione pH avrà dimensioni in pianta di 4,00 x 5,00 m e una profondità utile di 3,50 m, per un volume utile di 70,00 m³.

Anche questo comparto sarà dotato di un tappeto di diffusori a bolle fini, per la miscelazione delle acque, alimentato dalla stessa centrale soffiante dei bacini di omogeneizzazione.

Per la completa miscelazione del volume di liquame la fornitura di aria sarà pari a 1,2 Nm³ ora/m³ di reattore e quindi in totale pari a 84 Nm³/ora.

La vasca sarà coperta con elementi in vetroresina e l'aria in uscita sarà inviata al trattamento di deodorizzazione.

Su un lato del comparto saranno alloggiate tre elettropompe sommergibili che solleveranno il liquame al trattamento di strippaggio dell'ammoniaca.

42.4 STRIPPAGGIO DELL'AMMONIACA

Il liquame proveniente dalla vasca di correzione pH viene sollevato alla torre di strippaggio.

Tale unità è costituita da un manufatto cilindrico in PP /PEAD, riempito con un corpo di riempimento alveolare.

Il liquame fluisce dall'alto in controcorrente con un flusso d'aria ricircolato da due ventilatori.

Tale contatto consente il gorgogliamento dell'azoto destabilizzato a pH 11-12, in forma gassosa.

Tramite una apposita pompa di ricircolo è possibile circolare più volte il liquame nella torre fino a raggiungere il grado di abbattimento voluto.

Il liquame sottoposto al trattamento di strippaggio viene quindi inviato a gravità al successivo trattamento di chiariflocculazione.

La corrente aerea arricchita di composti azotati viene inviata ad un'altra torre di contatto (scrubber), ove viene sottoposta a miscelazione con una soluzione diluita di acido solforico.

Il prodotto liquido ottenuto nello scrubber è costituito da una soluzione di solfato di ammonio e viene stoccato in due serbatoi da 5,00 m³/cad, sempre ubicati nel bacino esterno di alloggiamento dei serbatoi di processo.

Questo prodotto potrà essere riutilizzato come fertilizzante o smaltito a norma di legge come rifiuto.

L'acido solforico per il trattamento della corrente gassosa sarà stoccato in due serbatoi da 10,00 m³/cad, sempre ubicati nel bacino esterno di alloggiamento dei serbatoi di processo.

La torre di strippaggio viene dimensionata per una portata di 40,0 m³/ora di liquame (sono previsti più passaggi successivi per frazioni ammoniacali alte).

La torre avrà diametro di circa 2,00 m e altezza di 6,00 m.

42.5 TRATTAMENTO CHIMICO (COAGULAZIONE/FLOCCULAZIONE)

Il liquame in uscita dal trattamento di strippaggio perviene alla fase di condizionamento chimico di coagulazione, mentre la fase di flocculazione/sedimentazione avviene successivamente in bacini separati.

Il pH del liquame da trattare perviene già con valori di 11-12 , utili per la fase di flocculazione e sedimentazione.

Per questa fase si prevede di utilizzare come coagulante il cloruro ferrico.

Il cloruro ferrico per il trattamento del liquame sarà stoccato in due serbatoi da 10,00 m³/cad, sempre ubicati nel bacino esterno di alloggiamento dei serbatoi di processo.

Il manufatto di contatto avrà capacità utile di 6,00 m³, con dimensioni in pianta di 3,00 x 1,00 m e altezza utile di 2,00 m.

Sul pozzetto sarà installato un elettromiscelatore lento a pale per la fase di miscelazione del liquame con il prodotto flocculante.

Dal bacino si origineranno le due condotte che andranno ad alimentare i due bacini circolari di flocculazione/sedimentazione.

42.6 TRATTAMENTO CHIMICO FISICO (FLOCCULAZIONE/SEDIMENTAZIONE)

La fase di flocculazione/sedimentazione verrà effettuata in due bacini affiancati a pianta circolare, con alimentazione centrale e uscita con flusso radiale centrifugo ascensionale.

Ogni bacino avrà diametro utile di 8,00 m, superficie utile di 36,00 m² e volume utile di 72,0 m³.

L'effluente in uscita, raccolto dalla canaletta circolare esterna, perviene al pozzetto di sollevamento liquami alla filtrazione, ubicato tra le due vasche.

Il fango precipitato sul fondo, raccolto dal carroponete rotante a trazione periferica, viene inviato ad un secondo pozzetto centrale, affiancato a quello di raccolta delle acque sedimentate; in questo pozzetto poveranno anche le acque di controlavaggio dei filtri a sabbia e carbone.

I fanghi e le acque di controlavaggio saranno quindi sollevati in testa al postispessitore del digestato, per essere poi inviati alla successiva fase di disidratazione.

Nel pozzetto di sollevamento alla filtrazione saranno installate due elettropompe sommerse che alimenteranno questo comparto.

I due bacini circolari saranno coperti con copertura rotante in vetroresina, collegata ai carriponte.

L'aria contenuta all'interno della copertura, pari a circa 108 m³, sarà aspirata e inviata al trattamento di deodorizzazione.

Calcolando un ricambio di aria di 2 volte/ora, il volume da aspirare sarà pari a 216 m³/h.

42.7 TRATTAMENTO DI FILTRAZIONE/ADSORBIMENTO

Il liquame in uscita dal trattamento di chiariflocculazione sarà inviato al successivo trattamento di filtrazione/adsorbimento.

Il trattamento di filtrazione avverrà inizialmente su filtri a sabbia alimentati in pressione.

Si prevede di installare n° 2 unità con diametro di circa 2,00 m.

Le acque in uscita da tali unità verranno sollevate da due pompe verticali che alimenteranno il successivo trattamento di filtrazione/adsorbimento su letto di carbone attivo.

Questo processo è ottimo per ridurre le concentrazioni di COD e degli Alogenati tramite l'adsorbimento.

Ancora in questo caso si prevede di installare due unità con diametro di circa 2,00 m.

Le unità saranno dotate di sistema di valvole pneumatiche di alimentazione/controlavaggio automatizzato a differenza di pressione o timerizzato, comandato da PLC.

L'aria compressa per il funzionamento delle valvole pneumatiche sarà fornita dallo stesso compressore che alimenterà il circuito di ozonizzazione.

Le acque di controlavaggio saranno prelevate dal serbatoio da 78 m³ sottostante alla soletta di appoggio dei filtri, nel quale verranno immessi i liquami in uscita dal trattamento di ozonizzazione, prima dello scarico alla fognatura comunale.

Le pompe di controlavaggio saranno del tipo sommergibile, immerse nella vasca di accumulo finale.

Le acque di controlavaggio saranno inviate al pozzetto di raccolta fanghi dei due sedimentatori finali e da questo inviate al postispessitore digestato.

42.8 TRATTAMENTO DI OZONIZZAZIONE

Il trattamento di ozonizzazione ha l'obiettivo di effettuare il finissaggio delle residue concentrazioni di azoto ammoniacale e di sostanze organiche eventualmente ancora presente dopo i trattamenti citati; infatti il contatto con la miscela aria/ozono comporta un energico trattamento ossidativo, riducendo soprattutto la frazione biorefrattaria.

Inoltre esso decolorerà l'acqua che potrebbe assumere colorazione rossastra a seguito del dosaggio di cloruro ferrico.

Esso avverrà all'interno di un bacino chiuso in c.a. e sezionato da diaframmi all'ingresso ed uscita per evitare che l'ozono immesso dal basso con i diffusori, dopo avere attraversato il liquame, possa raggiungere direttamente l'atmosfera: il gas esausto verrà inviato ad un termocatalizzatore prima dell'uscita in atmosfera.

Si prevede di realizzare una vasca di contatto con capacità utile di 27,00 m³, con dimensioni in pianta di 5,00 x 2,00 m ed altezza utile di 2,70 m.

Il generatore di ozono sarà del tipo ad alimentazione atmosferica.

La capacità di produzione di O₃ sarà di massimi 340 g/ora, corrispondenti ad un dosaggio di 16-24 ppm O₃ alla portata media giornaliera (13,75 m³/h) e quindi a 220/330 g/h.

L'ozonizzatore sarà dotato di compressore aria di alimentazione con essiccatore, sistema di raffreddamento ad acqua, sistema di distruzione termocatalitica dell'ozono residuo in uscita dalla vasca di contatto con il liquame.

Anche il sistema di ozonizzazione sarà gestito in modo automatico tramite PLC.

42.9 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ACQUE REFLUE AL TRATTAMENTO FORSU

L'impianto di trattamento FORSU utilizzerà, presso il mulino a martelli di triturazione delle materia grezza e presso i serbatoi di miscelazione e idrolisi FORSU una certa quantità di liquame di diluizione/idrolisi della sostanza secca sminuzzata.

Nei calcoli dimensionali si è stimato un quantitativo pari a totali $169 \text{ m}^3/\text{giorno}$ lavorativo, di cui $109 \text{ m}^3/\text{giorno}$ al trattamento nel mulino a martelli e $60 \text{ m}^3/\text{h}$ nei serbatoi di miscelazione/idrolisi.

Considerato che il ciclo lavorativo sarà di circa 7 ore giorno e considerando un franco di sicurezza dimensionale del 50%, il sistema di alimentazione del liquame di diluizione/idrolisi dovrà poter fornire circa $35 \text{ m}^3/\text{h}$ di liquame ($9,80 \text{ l/s}$).

Si prevede di prelevare il liquame dal manufatto interrato di stoccaggio dei liquami depurati prima dell'uscita allo scarico finale, sulla cui soletta saranno alloggiati i quattro filtri (due su sabbia e due su carbone attivo), della capacità di stoccaggio di $78,0 \text{ m}^3$