



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
Assessorato della Difesa dell'Ambiente**

**IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI  
E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A  
SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE  
DELLA PROVINCIA DI ORISTANO**

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE  
EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ELABORATI AMMINISTRATIVI**

**RELAZIONI**

ELABORATO:

**RELAZIONE GENERALE**

ALLEGATO

**A**

DATA: Gennaio 2022

CUP: E54E12000570002

CIG: 98133117D5C

SCALA:

**IL PROGETTISTA**  
*(Ing. Agostino Pruneddu)*

**IL DIRETTORE GENERALE**  
*(Dott. Marcello Siddu)*

**COLLABORATORI**  
*Ufficio Tecnico del Consorzio*

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**  
*(Ing. Salvatore Daga)*

rev.	data	descrizione	redatto	verificato	approvato
1	Gennaio 22	Adeguamento Q.E. e al P.N.R.R.	R.P.	R.U.P.	C.D.A

Codice Elaborato

P I T A 0 2 P D 0 1 A 0 0 1 R 0 1

Lavoro

Fase

Sub Fase

Tipo

Elaborato

Revisione

# CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

## PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

### 1. QUADRO PROGRAMMATICO

L'impianto di trattamento RSU di Arborea è previsto dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti del 2008 e dal suo successivo aggiornamento del 2016. Si tratta di una Piattaforma complessa costituita da: Linea Trattamento Meccanico/Biologico, Linea compostaggio, Linea di selezione imballaggi e discarica di servizio. L'impianto è oggi in esercizio in tutte le sue linee.

In particolare, la linea di **compostaggio** è autorizzata per una potenzialità di 20.000 tonnellate/anno, in linea con le previsioni del Piano 2008, anche se la potenzialità effettiva dell'impianto è superiore e pari a circa 25.000 tonnellate/anno. Nei primi 7 anni di esercizio (dal 2012 al 2018) i quantitativi trattati sono stati sempre superiori, indice di un gettito di FORSU del bacino della Provincia di Oristano superiore a quello ipotizzato dal Piano del 2008.

Infatti, a seguito di autorizzazioni per modifica non sostanziale, sono stati trattati da un minimo di 20.744 tonnellate nel 2013 ad un massimo di 24.999 nel 2018.

In relazione all'evidenza dei dati consolidati, la previsione della produzione di sostanza organica per la Provincia di Oristano è stata quindi rimodulata in fase di Aggiornamento 2016 del PRGR-Sezione Rifiuti Urbani.

In particolare, le attuali previsioni di Piano si desumono:

- dal Paragrafo 7.3.2 (*Valutazione dei flussi di materiale da RD per filiera merceologica e per bacino*) – Tabella 7.4 – *Stima della produzione di sostanza organica da avviare agli impianti di trattamento al 2022* che prevede per il Bacino territoriale di Oristano il quantitativo di 23.700 tonnellate/anno di sostanza organica complessiva e il quantitativo di 22.700 tonnellate/anno di sostanza organica conferibile all'impianto di compostaggio di Arborea.
- dal Paragrafo 12.4.5 (*L'organizzazione nel bacino territoriale di Oristano*) – che prevede la seguente organizzazione richiesta a regime e per le esigenze del transitorio:
  1. Omissis;
  2. *avvio dell'organico di qualità all'impianto di compostaggio di Arborea, la cui potenzialità verrà verificata e se necessario incrementata al fine di permettere il conferimento di circa 22.700 t/a;*
  3. e seguenti. Omissis.

### 2. L'IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO ESISTENTE

Il compostaggio è una tecnica attraverso la quale viene controllato, accelerato e migliorato il processo naturale a cui va incontro qualsiasi sostanza organica per effetto della flora microbica naturalmente presente nell'ambiente. Si tratta di un processo **aerobico** di decomposizione biologica della sostanza organica che avviene in condizioni controllate consentendo di ottenere un prodotto biologicamente stabile ricco di humus,

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

di flora microbica attiva e di microelementi: il **compost**, un prodotto adatto ai più svariati impieghi agronomici, dal florovivaismo alle colture praticate in pieno campo.

Attraverso il processo di compostaggio che riguarda la frazione organica proveniente dalla raccolta differenziata dei rifiuti urbani (FORSU) si può ottenere un ammendante compostato da impiegare in agricoltura o nelle attività di florovivaismo, noto come "**Compost di qualità**".

Nell'Impianto consortile in un anno vengono prodotte dalle 5.000 alle 6.000 tonnellate di compost di qualità attraverso la lavorazione e valorizzazione del rifiuto organico.

La qualità del compost prodotto è tale che ha consentito all'impianto di compostaggio consortile di acquisire fin dal marzo del 2014 il **marchio di qualità CIC** con la denominazione "**Arborea Compost**", denominazione che è stata modificata in "**Compost Arborea**" nel corso del 2016.

L'elevata qualità dell'ammendante compostato misto prodotto è resa possibile sia grazie alla scrupolosità dei cittadini della Provincia di Oristano nella raccolta differenziata dell'umido, sia grazie alla corretta conduzione del processo produttivo, che comprende una prima vagliatura meccanizzata grossolana (vaglio rotante con maglia 80 mm), una seconda vagliatura fine (vaglio rotante con maglia a 10 mm), sia l'utilizzo di un deplastificatore con separatore aeraulico, per l'eliminazione in particolare delle plastiche e degli eventuali inerti presenti nel rifiuto umido conferito l'organico.

Nell'Impianto consortile attualmente il processo di compostaggio si compone essenzialmente in due fasi:

- **bio-ossidazione**, nella quale si ha l'igienizzazione della massa: è questa la fase attiva (nota anche come *high rate, active composting time*), caratterizzata da intensi processi di degradazione delle componenti organiche più facilmente degradabili;
- **maturazione**, durante la quale il prodotto si stabilizza arricchendosi di molecole umiche: si tratta della fase di cura (nota come *curing phase*), caratterizzata da processi di trasformazione della sostanza organica con formazione di sostanze umiche.

La prima fase è un processo aerobico ed esotermico; la presenza nella matrice di composti prontamente metabolizzabili (molecole semplici quali zuccheri, acidi organici, aminoacidi) comporta elevati consumi di ossigeno e parte dell'energia della trasformazione è dissipata sotto forma di calore. L'effetto più evidente di questa fase è l'aumento della temperatura che, dai valori caratteristici dell'ambiente circostante, passa a 60°C e oltre, in misura tanto più repentina e persistente quanto maggiore è la fermentescibilità del substrato e la disponibilità di ossigeno atmosferico. L'aerazione del substrato è quindi una condizione fondamentale per la prosecuzione del processo microbico. La liberazione di energia sotto forma di calore caratterizza questa fase del processo di compostaggio che viene definita termofila; tale fase comporta un'elevata richiesta di ossigeno da parte dei microrganismi che operano la degradazione della sostanza organica, con formazione di composti intermedi come acidi grassi volatili a catena corta (acido acetico, propionico e butirrico) rapidamente metabolizzati dalle popolazioni microbiche.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Il prodotto che si ottiene al termine di questa fase è il compost fresco, un materiale igienizzato e sufficientemente stabilizzato grazie all'azione dei batteri aerobi. Proprio l'igienizzazione, e quindi l'inattivazione di organismi patogeni, è uno dei più importanti effetti di questa prima fase, purché la temperatura si mantenga su valori di almeno 60 °C per alcuni giorni consecutivi (La Deliberazione del Comitato Interministeriale del 27/07/1984 – Supplemento ordinario alla GU 13 settembre 1984 n. 253 – prevede al punto 3.4.1 che il materiale organico in maturazione permanga per almeno tre giorni ad una temperatura non inferiore a 55 °C).

Con la scomparsa dei composti più facilmente biodegradabili, le trasformazioni metaboliche di decomposizione interessano le molecole organiche più complesse e si attuano con processi più lenti, anche a seguito della morte di una buona parte della popolazione microbica dovuta a carenza di nutrimento.

È questa la seconda fase, chiamata anche fase di maturazione, nel corso della quale i processi metabolici diminuiscono di intensità e accanto ai batteri sono attivi gruppi microbici costituiti da funghi e attinomiceti che degradano attivamente amido, cellulosa e lignina, composti essenziali dell'humus.

In questa fase le temperature si abbassano a valori di 40-45°C per poi scendere progressivamente, stabilizzandosi poco al di sopra della temperatura ambiente.

Nel corso del processo, la massa viene colonizzata anche da organismi appartenenti alla microfauna, che agiscono nel compostaggio attraverso un processo di sminuzzamento e rimescolamento dei composti organici e minerali, diventando così parte integrante della buona riuscita di questo complesso processo naturale. Il prodotto che si ottiene è il compost maturo, una matrice stabile di colorazione scura, con tessitura simile a quella di un terreno ben strutturato, ricca in composti umici e dal caratteristico odore di terriccio di bosco.

Le varie fasi sopra descritte si attuano nelle seguenti sezioni e aree:

- Area di ricevimento della FORSU;
- Area di ricevimento e triturazione dei materiali ligneocellulosici;
- Area di pretrattamento delle matrici organiche;
- Biocelle di fermentazione accelerata;
- Vagliatura primaria;
- Platea insufflata con rivoltamento;
- Vagliatura finale;
- Aree di maturazione e stoccaggio compost di qualità.

L'impianto può anche essere schematizzato con le seguenti fasi o sezioni:

- Sezione di preparazione mediante triturazione delle sostanze ligneocellulosiche;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- Sezione destinata al ricevimento e stoccaggio iniziale dei materiali organici provenienti dalle raccolte differenziate;
- Sezione di apertura sacchi, miscelazione e omogeneizzazione del substrato;
- Sezione di biossidazione accelerata in biocelle;
- Sezione di stabilizzazione in platea insufflata;
- Sezione di maturazione in platea non insufflata;
- Sezioni di raffinazione primaria e finale del compost di qualità prima della sua immissione sul mercato.

I macchinari utilizzati sono:

1. Macchina trituratrice a inserti taglienti con rotazione lenta per la triturazione del verde;
2. Macchina trituratrice rompisacco;
3. Tramoggia per l'alimentazione automatica del legno tritato;
4. Macchina miscelatrice dotata di pesa automatica per la formazione della miscela da compostare;
5. Biocelle di stabilizzazione accelerata;
6. Macchina rivoltacumuli semovente;
7. Pale gommate per la movimentazione dei materiali;
8. Deplastificatore;
9. Vagli a tamburo rotante con differenti sezioni vaglianti per la raffinazione primaria e finale del compost;
10. Ventilatori per l'ossigenazione della sostanza organica da compostare;
11. Nastri trasportatori.

L'impianto è attualmente autorizzato a trattare 22.700 tonnellate/anno di rifiuti compostabili. Con il presente intervento verrà richiesto un incremento non sostanziale della potenzialità fino a 25.000 ton/anno (anche per adeguare l'autorizzazione ai nuovi valori di Piano), di cui 23.000 ton/anno di rifiuto umido da raccolta urbana e 2.000 ton/anno di rifiuti organici speciali (sfalci e potature). La potenzialità attuale viene raggiunta lavorando su un unico turno di lavoro ed anche la potenzialità di 25.000 ton/anno potrà essere raggiunta lavorando su un unico turno. I rifiuti che possono essere ammessi in questa sezione provengono esclusivamente da raccolta differenziata:

- CER 200108 – rifiuti biodegradabili di cucine e mense (umido da raccolta differenziata);
- CER 200302 – rifiuti dei mercati;
- CER 200201 – rifiuti biodegradabili (sfalci e ramaglie)

oppure da altri impianti di compostaggio:

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- - CER 19 05 01 – Parte di rifiuti non compostata;
- - CER 19 12 07 – Legno diverso da quello di cui alla voce 19 12 06.

In particolare, per gli ultimi 2 rifiuti, occorre precisare che:

1. il rifiuto CER 19 05 01 può essere conferito da altri impianti di compostaggio che, in caso di emergenza, hanno necessità di liberare rapidamente le aree di stabilizzazione e trattamento;
2. il rifiuto CER 19 12 07, proveniente da impianti di trattamento del verde di produttori di Ammendante compostato verde, può essere impiegato come strutturante nel ciclo di compostaggio nell'ipotesi in cui sia insufficiente il conferimento di sfalci e ramaglie (CER 20 02 01).

I materiali organici putrescibili utilizzabili per la produzione di compost di qualità (FORSU) vengono conferiti alla specifica platea di scarico e accumulati in attesa del trattamento che di norma avviene giornalmente e comunque al massimo entro le 48 ore dal conferimento. La zona di scarico è dotata di piano di carico inclinato dove accede il veicolo conferitore che effettua le operazioni di scarico garantendo che non ci sia contatto fra il materiale scaricato e le ruote del veicolo.

Il materiale organico conferito viene avviato alla sezione di pretrattamento che funziona secondo le seguenti modalità operative:

- ⇒ Determinazione, previa verifica della composizione del rifiuto, della composizione della miscela di partenza con la definizione della percentuale in peso di rifiuto organico e di rifiuto ligneo-cellulosico (di norma rispettivamente **70%** e **30%**, ma quest'ultima percentuale può essere anche superiore in funzione dell'umidità del rifiuto organico e della sua composizione);
- ⇒ Carico della apposita tramoggia del materiale ligneo-cellulosico dotata di nastro estrattore per l'alimentazione del miscelatore. Questo materiale proveniente dal trituratore per ramaglie viene accumulato in un'apposita zona delimitata da muretti in calcestruzzo e viene prelevato con pala gommata. Un dispositivo di pesatura collegato a PLC, presente nell'attrezzatura di miscelazione, consente di inserire nel miscelatore in modo automatico e controllato la quantità preimpostata di materiale ligneo-cellulosico tritato. Quando viene raggiunto il quantitativo richiesto di materiale di supporto, il nastro alimentatore si ferma ed il sistema di controllo avvia il trituratore lacera sacchi, per scaricare nel miscelatore il quantitativo di FORSU necessario per completare la miscela;
- ⇒ Carico della frazione organica nella tramoggia del trituratore lacerasacchi mediante pala meccanica; dopo la triturazione e riduzione volumetrica la FORSU viene inviata al miscelatore utilizzando un apposito nastro trasportatore del tipo completamente chiuso. Quando nel miscelatore viene raggiunto il quantitativo preimpostato di materiale organico necessario per ottenere la miscela ottimale da inviare alla biostabilizzazione, il sistema di pesatura e controllo ferma la linea che alimenta il materiale organico pretrattato ed aziona il miscelatore.
- ⇒ Omogeneizzazione nel miscelatore del materiale per il tempo, preimpostabile, necessario ad ottenere la miscelazione ottimale;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

⇒ Scarico della miscela, tramite trasportatore a catena, nell'area adibita al carico delle biocelle per la biostabilizzazione accelerata. La miscela scaricata viene prelevata con pala meccanica gommata ed inserita all'interno delle biocelle adibite alla prima fase ACT (Active Composting Time) accelerata;

Il sistema scelto per il compostaggio utilizza le migliori tecnologie disponibili ed è caratterizzato da specifiche soluzioni impiantistiche correlate alla fase di processo di degradazione della sostanza organica. Per la fase iniziale di biossidazione accelerata viene utilizzato il sistema a biocelle statiche che garantisce un elevato grado di stabilizzazione in tempi relativamente brevi.

All'interno delle biocelle, definibili come reattori chiusi o accelerati a sviluppo orizzontale (sistema tipicamente statico), viene realizzata la decomposizione dei materiali più facilmente degradabili contenuti nella biomassa (miscela di materiale organico e materiale ligneo-cellulosico) quali gli zuccheri, i grassi e le proteine, la cosiddetta biossidazione.

La biomassa viene disposta in letti dell'altezza di circa 2,80÷3,00 m, altezza che tende a prevenire il compattamento e favorisce la diffusione dell'aria all'interno, e permane all'interno delle biocelle per un periodo di 15÷20 giorni.

L'attuale potenzialità autorizzata di 22.700 t/a può essere raggiunta con l'utilizzo di sole sei biocelle, mentre destinando tutte e otto le biocelle presenti alla stabilizzazione della frazione organica proveniente dalle raccolte differenziate l'impianto può agevolmente raggiungere la potenzialità di 25.000 ton/anno.

Per il trattamento della frazione organica stabilizzata (FOS), oggi in quantità piuttosto modesta in relazione all'elevato valore percentuale raggiunto delle raccolte differenziate nella Provincia di Oristano, è ampiamente sufficiente la platea insufflata dedicata presente nel capannone di biostabilizzazione.

L'apporto di aria di processo è garantito dalle linee di insufflazione installate a interasse costante nel pavimento delle biocelle, costituite da tubi in PVC sormontati da ugelli soffiatori con fori calibrati collegati ai ventilatori di insufflazione mediante apposito collettore. Per evitare inutili ingombri a terra, i ventilatori di insufflazione, uno per ogni cella, sono installati sul tetto delle stesse. Per razionalizzare i flussi di aria da trattare, i ventilatori di insufflazione aspirano l'aria dall'interno del capannone in cui essi sono installati.

Nelle biocelle vengono controllati i parametri di temperatura e perdita di carico dell'aria insufflata nel cumulo di materiale. L'apposito sistema di areazione forzata dal basso e di aspirazione dall'alto, unitamente al sistema di irrorazione dei cumuli, consente di mantenere i parametri di processo e i fenomeni odorigeni entro i valori ottimali.

La captazione del percolato prodotto in biocella avviene mediante la stessa rete di insufflazione che, nei periodi di pausa raccoglie per gravità i liquidi di percolazione verso un pozzetto di raccolta e da qui, mediante una pompa di rilancio, viene inviato alla batteria dei serbatoi di stoccaggio per essere successivamente trasportato con autobotte e conferito ad impianto di depurazione esterno.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Al fine di evitare il rischio di contaminazioni del compost da salmonella in fase di stabilizzazione, per l'irrorazione dei cumuli nelle biocelle e nelle platee di biostabilizzazione viene utilizzata acqua pulita, escludendo il riutilizzo di percolati.

L'acqua per la bagnatura del materiale depositato in biocella viene distribuita mediante un sistema di irrorazione installato in ognuna di esse. Per i cumuli in platea di stabilizzazione della FORSU la bagnatura può avvenire sia in fase di rivoltamento con la macchina all'uopo dedicata, che è dotata di apposito serbatoio con sistema di irrorazione, sia mediante una rete fissa.

Completato il previsto periodo di permanenza in biocella il materiale organico parzialmente stabilizzato viene trasferito nelle due platee insufflate di biostabilizzazione dedicate alla FORSU ubicate nel "capannone biostabilizzazione" e depositato in cumuli.

Inizialmente sul materiale in fase di trasferimento veniva effettuata una prima vagliatura mediante vaglio rotante ad azionamento elettrico ed eventualmente una deplastificazione per eliminare pezzi di plastica non compostabile e materiali di grossa dimensione che potrebbero creare problemi in fase di rivoltamento. L'esperienza ha invece mostrato che non risulta vantaggioso effettuare una vagliatura in questa fase in quanto essa asporta dalla massa ancora putrescibile il materiale strutturante di dimensioni maggiori che ha un effetto molto positivo sulla successiva fase di biostabilizzazione in platea aerata. Inoltre, il sempre crescente utilizzo di buste compostabili per il conferimento dell'umido sta rendendo sempre meno importante la necessità di asportazione di plastiche non compostabili dalla massa.

Le due platee insufflate di biostabilizzazione sono suddivise ciascuna in quattro corsie, sulle quali il materiale da stabilizzare viene depositato in cumuli di altezza di 2,50÷3,00 m e larghezza di circa 5,00 m. Il materiale viene periodicamente rivoltato da una corsia a quella adiacente mediante macchina rivoltatrice semovente dotata di sistema per l'umidificazione del materiale o per mezzo di pala gommata; in tal modo il materiale subisce quattro rivoltamenti durante periodo di biostabilizzazione. Ciascuna corsia definisce anche un subplotto in lavorazione (una biocella corrisponde ad una corsia), del quale viene mantenuta la tracciabilità. Il tempo di permanenza in platea areata è di circa 20 giorni. Il periodo complessivo della fase ACT è pertanto pari a circa 40 giorni.

Al termine della programmata permanenza in platea insufflata il materiale viene sottoposto a vagliatura e quindi depositato in platea non areata, sempre all'interno dei capannoni. Nel Capannone di maturazione vengono formati i cumuli statici di altezza 3,00÷4,00 m che costituiscono un lotto (somma di alcuni subplotti) separati da un corridoio di circa 6,00 m. Il materiale può essere rivoltato mediante pala gommata in caso di necessità e permane al chiuso fino al raggiungimento della completa maturazione e, in ogni caso, il tempo necessario a raggiungere una durata complessiva del processo di almeno 90 giorni a partire dall'inizio della fase in biocella.

Tutto il processo di compostaggio, dalla ricezione del materiale al completamento della maturazione, si svolge al chiuso entro capannoni tenuti costantemente in depressione e le arie estratte subiscono un trattamento di deodorizzazione mediante scrubber e biofiltri.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Raggiunta la completa maturazione vengono effettuate le analisi di verifica della conformità al Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n. 75. Il compost maturo che rispetta tutti i parametri previsti dal citato D.Lgs. 75/2010 diventando un ammendante compostato misto viene depositato nelle aree attrezzate realizzate all'esterno in attesa di utilizzo.

Nella tabella seguente si riportano i quantitativi di scarti organici e ramaglie lavorati nell'impianto negli anni di esercizio (periodo 2012-2022), gli scarti prodotti e la percentuale degli scarti rispetto alla quantità di materiale in ingresso:

Anno	Quantità in ingresso (Ton)	Quantità scarti (Ton)	Percentuale scarti (%)
2012	21.051,44	530,00	2,52%
2013	20.744,05	872,00	4,20%
2014	21.410,08	2.402,26	11,22%
2015	24.195,32	263,98	1,09%
2016	23.051,07	790,02	3,43%
2017	22.904,01	3.351,06	14,63%
2018	24.999,09	2.559,55	10,23%
2019	23.248,14	2.432,76	10,47%
2020	22426,98	938,98	4,19%
2021	27572,06	833,06	3,02%
2022	27344,5	1435	5,25%
Media degli scarti nel periodo			<b>6,39%</b>

Come di evince dalla tabella, la Media degli scarti nel periodo risulta ampiamente inferiore al 10% e in nessuno degli anni è stato superato il valore del 15%.

### 3. INTERVENTI IN PROGETTO

Il Progetto di cui alla presente relazione è stato sviluppato nel rispetto della normativa UE e nazionale sulle migliori tecniche e tecnologie (BAT) e prevede la modifica/integrazione della sezione di trattamento della FORSU attualmente in esercizio mediante l'inserimento di una serie di nuove apparecchiature/impianti necessari per preparare la miscela utile per l'alimentazione del digestore anaerobico, per la digestione anaerobica e per la "pulizia" del biogas prodotto. Il digestato viene poi mescolato con ulteriore frazione verde e compostato in biocelle e platee aerate per produrre compost di qualità.

L'introduzione di una sezione di digestione anaerobica a monte del compostaggio consente di massimizzare il recupero della FORSU. Dapprima il recupero di energia ottenibile attraverso la produzione di biogas e,

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

successivamente, il compostaggio dei materiali in uscita dal biodigestore mediante miscelazione con ulteriore verde e con il flusso della frazione di sopravaglio derivante dalla vagliatura finale del compost.

Per rendere la nuova sezione funzionale ed integrata con la sezione di trattamento della FORSU attualmente in esercizio, l'impiantistica esistente verrà modificata mediante i seguenti interventi principali:

- **Ampliamento dell'Edificio** destinato alla sezione per la valorizzazione delle frazioni organiche provenienti dalla raccolta differenziata per l'installazione della sezione di alimentazione e delle nuove apparecchiature e macchinari di pretrattamento;
- Realizzazione della **nuova linea di pretrattamento della FORSU** e alimentazione automatica del biodigestore anaerobico;
- **Inserimento di un Biodigestore anaerobico;**
- Installazione di un **cogeneratore a biogas;**

Si specificano di seguito le caratteristiche impiantistiche previste in progetto.

### 3.1. IL DIGESTORE ANAEROBICO

#### 3.1.1. LA DIGESTIONE ANAEROBICA

Il progetto di cui trattasi prevede l'implementazione di una specifica sezione di trattamento anaerobico della FORSU, con recupero energetico del biogas prodotto, da integrare nell'ambito del processo aerobico già in esercizio presso l'Impianto Trattamento RSU consortile sito nel Comune di Arborea.

Detto processo viene di norma realizzato non solo allo scopo di recuperare energia rinnovabile, biogas, ma anche con la finalità di controllare le emissioni odorigene e di stabilizzare efficacemente la biomassa.

Con il termine digestione anaerobica si intende un processo biologico di stabilizzazione della biomassa condotto in uno o più reattori in assenza di ossigeno.

Lo scopo del processo è quello di ottenere la stabilizzazione della biomassa alimentata, intesa come riduzione almeno del 50% della frazione volatile, con conseguente riduzione del rapporto C/N e contemporaneamente un recupero energetico del biogas prodotto.

La digestione anaerobica è un processo biologico complesso attraverso il quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in **biogas** costituito principalmente da **Metano** (CH<sub>4</sub>), **Anidride Carbonica** (CO<sub>2</sub>) e da altri gas come vapore d'acqua, idrogeno solforato, ecc..

Nella seguente tabella è mostrata la divisione tipica in percentuali di volume dei differenti gas.

MOLECOLE	PRESENZA NEL BIOGAS (%)
Metano (CH <sub>4</sub> )	50 – 75 %

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

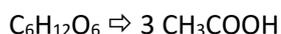
### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	35 – 45 %
Idrogeno Solforato	0,02-3 %
Vapore d'acqua	2 – 7 %
Idrogeno (H <sub>2</sub> ), ammoniacca (NH <sub>3</sub> ), ossigeno (O <sub>2</sub> ), Azoto molecolare (N <sub>2</sub> ), silossani	< 2 %

La biodigestione coinvolge diversi gruppi microbici interagenti tra loro: i batteri idrolitici, i batteri acidificanti (acetogeni ed omoacetogeni) ed, infine, i batteri metanigeni, quelli cioè che producono Metano e CO<sub>2</sub>. I batteri metanigeni occupano quindi solo la posizione finale della catena trofica anaerobica. Il metano, poco solubile in acqua, passa praticamente nella fase gassosa, mentre la CO<sub>2</sub> si ripartisce tra fase gassosa e fase liquida.

Un tipico esempio di degradazione anaerobica di un substrato organico puro è rappresentato dalla digestione anaerobica del glucosio. In questo caso si ha un primo passaggio in cui il glucosio viene convertito ad acido acetico ed un successivo in cui l'acido acetico viene ulteriormente degradato a metano e biossido di carbonio:



La produzione del biogas avviene spontaneamente in natura, ogni qualvolta siano verificate condizioni di mancanza di ossigeno e presenza di sostanza organica: nei sedimenti di laghi e paludi, nelle risaie, nella tundra, nell'intestino dei ruminanti. Alessandro Volta, nel 1776, fu il primo a descrivere ed a studiare uno strano fenomeno delle acque degli stagni di Angera: dal fondo melmoso si notava la risalita di bolle di gas infiammabile con fiamma azzurrognola da lui chiamato "aria infiammabile nativa delle paludi". Si trattava di gas metano.

Il processo biodegradativo si compone essenzialmente delle tre seguenti fasi: una prima fase di idrolisi dei substrati complessi accompagnata da una sub fase di acidificazione con formazione di acidi grassi volatili, chetoni ed alcoli; una successiva fase acetogenica, in cui, a partire dagli acidi grassi, si ha la formazione di acido acetico, acido formico, biossido di carbonio ed idrogeno molecolare, ed, infine, un'ultima fase in cui, a partire dai prodotti della fase precedente, si osserva la metanizzazione, cioè la formazione di metano a partire dall'acido acetico o attraverso la riduzione del biossido di carbonio utilizzando l'idrogeno come co-substrato. In minor misura si ha la formazione di metano a partire dall'acido formico.

In sintesi si ha:

- *prima fase, Idrolisi e Acidificazione*: degradazione di substrati organici complessi (zuccheri, grassi, proteine) che vengono trasformati in composti semplici in forma solubile (monosaccaridi, acidi grassi, amminoacidi) accompagnata da una sub fase di acidogenesi con formazione di acidi grassi volatili, chetoni ed alcoli;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- *seconda fase, Acetogenesi*: a partire dagli acidi grassi volatili, si ha la formazione di acido acetico, acido formico, biossido di carbonio ed idrogeno molecolare;
- *terza fase, Metanizzazione*: formazione di metano a partire dall'acido acetico o attraverso la riduzione del biossido di carbonio utilizzando l'idrogeno come co-substrato. In minor misura si ha la formazione di metano a partire dall'acido formico.

I microrganismi anaerobi presentano basse velocità di crescita e basse velocità di reazione e quindi occorre mantenere ottimali, per quanto possibile, le condizioni dell'ambiente di reazione:

- pH tra 7 e 7,5;
- temperatura ottimale: 35°C se si opera con batteri mesofili; 55°C se con termofili;
- occorre prestare attenzione alla concentrazione di alcuni elementi e sostanze che possono inibire o limitare la crescita dei batteri (in particolare metanigeni) quali metalli pesanti (Zn, CU, Cr, Cd), Sali, NH<sub>4</sub> +, residui di pesticidi, prodotti farmaceutici, detersivi e disinfettanti, solventi, ecc.

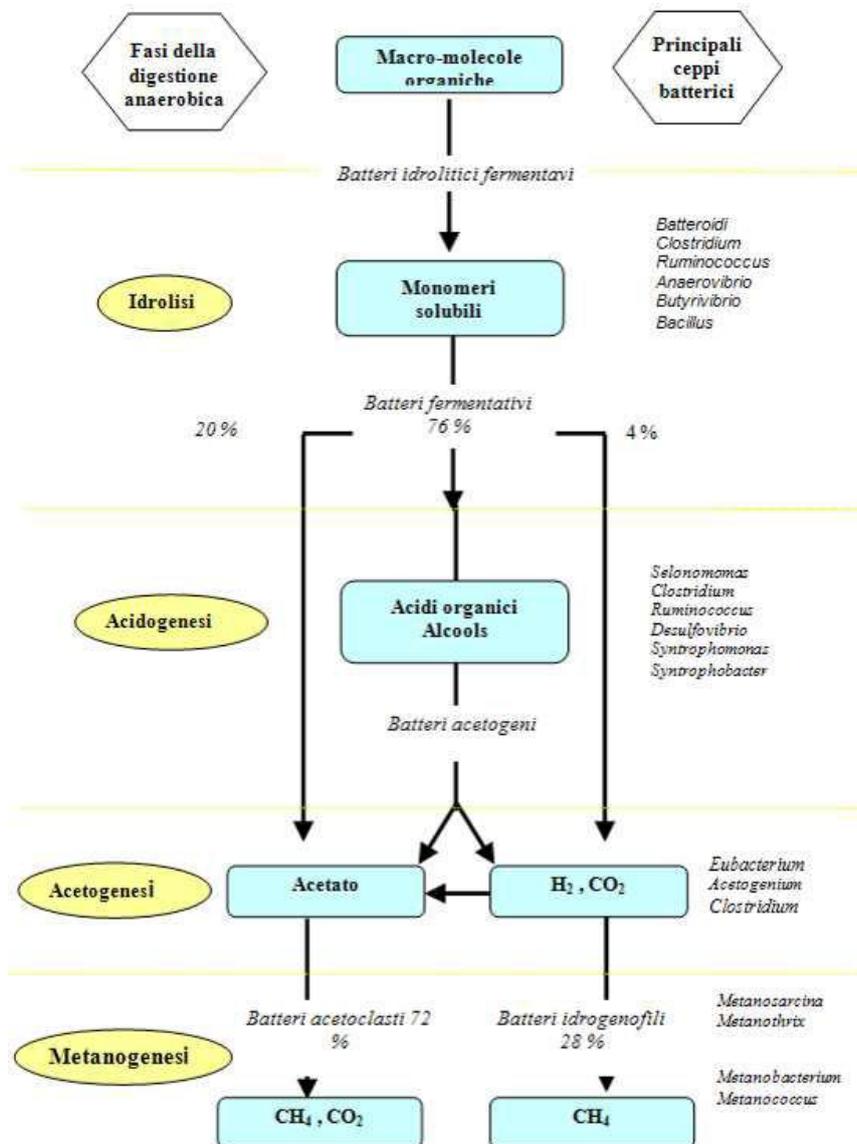
Si riporta di seguito uno schema del processo di digestione anaerobica

# CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

## PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



### 3.1.1.1. IDROLISI

La prima fase della digestione anaerobica è l'idrolisi dove polimeri di sostanze organiche complesse di dimensioni maggiori vengono ridotti a monomeri meno complessi e solubili, dunque più accessibili ai microrganismi delle fasi successive.

Composti come carboidrati, proteine, acidi nucleici e lipidi vengono ridotti a glucosio, amminoacidi, purine e piridine, glicerolo e acidi grassi a lunga catena.

Carboidrati → Monosaccaridi;

Proteine → Amminoacidi;

Lipidi → Glicerolo e acidi grassi a lunga catena;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

I monomeri ottenuti sono in forma solubile per una facile assimilazione da parte dei batteri presenti nella fase successiva. La reazione enzimatica idrolitica può essere spiegata con una cinetica di primo ordine e il substrato che effettua l'idrolisi non viene considerato limitante:

$$r=k \cdot X_s$$

Dove:

- $r$  è la velocità di idrolisi [ $g/m^3d$ ];
- $k$  costante cinetica di primo ordine [ $1/d$ ];
- $X_s$  è la concentrazione del substrato ad essere idrolizzato [ $g/m^3$ ];

A seconda del substrato considerato i valori medi di  $k$  sono differenti e se nel substrato di partenza è presente una elevata componente lignocellulosica, la fase di idrolisi diventa cinematicamente limitante poiché la lignina forma una barriera all'accesso degli enzimi idrolitici. Questa fase può inoltre essere inibita per l'accumulo di amminoacidi e zuccheri e per la variazione di pH e temperatura; valori di pH vicini alla neutralità consentono una buona conduzione del processo per substrati misti.

### 3.1.1.2. ACIDOGENESI

La seconda fase è l'acidogenesi dove i prodotti dell'idrolisi sono convertiti dai batteri acidogenici (fermentativi) in acidi intermedi che verranno utilizzati dai batteri acetogenici. Zucchero semplice, amminoacidi e acidi grassi sono degradati in acetato, biossido di carbonio e idrogeno (70%) e anche in VFA e alcol (30%).

Tra gli acidi grassi volatili (VFA) si possono trovare: l'acido formico, acetico, propionico, butirrico e valerico (vedi la seguente tabella). Il pH in questa fase tende ad abbassarsi. La stechiometria dell'acidogenesi è piuttosto complessa e può modificarsi a seconda della via metabolica che, in base alle condizioni ambientali, risulta energeticamente più favorevole per i batteri fermentativi.

Reazioni di produzione dei VFA in fase di acidogenesi			
FASE	SUBSTRATO	PRODOTTO	REAZIONE
Acidogenesi	Glucosio	Acido Acetico	$C_6H_{12}O_6 + 2H_2O \rightarrow 2CH_3COOH + 2CO_2 + 4H_2$
		Acido Propionico	$C_6H_{12}O_6 + 2H_2 \rightarrow 2CH_3CH_2COOH + 2H_2O$
		Acido Acetico e Propionico	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 4/3 CH_3CH_2COOH + 2/3 CH_3COOH + 2/3 CO_2 + 2/3 H_2O$
		Acido Butirrico	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2CO_2 + 2H_2$

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

L'acidogenesi è la reazione più rapida tra le fasi della digestione anaerobica, secondo la seguente espressione (*Cinetica di Monod*):

$$r = k \cdot X \cdot \frac{S}{(K_s + S)}$$

Dove:

- $r$  è la velocità di idrolisi [ $g/m^3d$ ];
- $X$  è la concentrazione dei batteri acidogenici [ $g/m^3$ ];
- $k$  è la velocità massima di rimozione del substrato 20 – 120 [ $d^{-1}$ ];
- $K_s$  è la costante di semisaturazione - 300÷1400 [ $g/m^3$ ];
- $S$  è il substrato (zuccheri, amminoacidi o acidi grassi) [ $g/l$ ];

### 3.1.1.3. ACETOGENESI

Nella fase di acetogenesi i prodotti dell'acidogenesi, che non possono essere direttamente convertiti in metano dai batteri metanogenici, sono convertiti in substrato per la fase finale di metanogenesi.

Gli acidi grassi volatili (VFA) e alcol sono ossidati a generare prodotti come acetato, acido formico, idrogeno e biossido di carbonio.

La trasformazione degli acidi grassi in acido acetico è importante perché l'accumulo di acidi grassi rappresenta un segnale di squilibrio della catena degradativa e comporta una modificazione del pH.

Nella seguente tabella sono rappresentate le maggiori reazioni che avvengono nella fase di **acetogenesi**:

Reazioni in fase di acetogenesi			
FASE	SUBSTRATO	PRODOTTO	REAZIONE
Acetogenesi	Acido Propionico	Acido Acetico CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH+2H <sub>2</sub> O → 2CH <sub>3</sub> COOH+ CO <sub>2</sub> +3H <sub>2</sub>
	Acido Butirrico		CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH+2H <sub>2</sub> O → 2CH <sub>3</sub> COOH+ 2H <sub>2</sub>
	Acido Palmitico		CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH+14H <sub>2</sub> O → 8CH <sub>3</sub> COOH+ 142H <sub>2</sub>

Anche la fase di acetogenesi è rappresentata dalla cinetica di Monod, la differenza sta nelle costanti cinetiche del processo, in particolare  $K_s$ , costante di semisaturazione del substrato, che assume valori tra 100 ÷ 4000 [ $g/m^3$ ];

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

In questa fase sono presenti anche microrganismi omoacetogeni che producono acido acetico o altri composti a più lunga catena a partire da idrogeno e anidride carbonica secondo la reazione della seguente tabella.

Reazione dei microrganismi omoacetogeni			
FASE	SUBSTRATO	PRODOTTO	REAZIONE
Acetogenesi	H <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>	Acido Acetico	$2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$
	Acido Palmitico		

#### 3.1.1.4. METANOGENESI

L'ultima fase della digestione anaerobica è la metanogenesi dove i prodotti delle fasi precedenti sono convertiti in metano e anidride carbonica e altri sottoprodotti dai batteri metanogeni.

Questi batteri sono strettamente anaerobi e sono importanti per completare il processo degradativo poiché il loro metabolismo consente di compensare l'acidità prodotta dalla fermentazione e di mantenere bassi livelli di idrogeno che inibiscono la fase di acetogenesi e la stessa metanogenesi

Il metano è prodotto attraverso due distinti processi:

- il 70% del metano è ottenuto attraverso la **metanogenesi acetoclastica** che converte l'acido acetico in CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>
- il restante 30% è realizzato per la metanogenesi idrogenotrofa che converte idrogeno e anidride carbonica in metano e acqua

Nella tabella seguente sono rappresentate le trasformazioni dei due processi **metanogenici**.

Metanogenesi acetoclastica e metanogenesi idrogenotrofa			
FASE	SUBSTRATO	PRODOTTO	REAZIONE
Metanogenesi Acetoclastica	Acido Acetico	Metano e anidride carbonica	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$
Metanogenesi Idrogenotrofa	Idrogeno e anidride carbonica	Metano e acqua	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Nella metanogenesi acetoclastica il metano e l'anidride carbonica sono prodotti dall'acido acetico per disproporzione. I batteri metanigeni sono strettamente anaerobi, sono lenti a crescere e si trovano in

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

sedimenti naturali, in acque di rifiuto, in discariche e nelle deiezioni di ruminanti. Vivono in un intervallo di pH compreso tra 6 e 8 e sono sensibili alle variazioni ambientali; molto importante è che gli acidi prodotti dai batteri fermentativi non superino la capacità di degradazione della popolazione metanigena, che causerebbe eccessivi abbassamenti del pH con una diminuzione della velocità di metanogenesi.

La cinetica di reazione è la cinetica di Monod come per le fasi precedenti, i parametri che variano sono

- $k$  è la velocità massima di rimozione del substrato  $2 \div 8$  [ $d^{-1}$ ];
- $K_s$  è la costante di semisaturazione -  $50 \div 600$  [ $g/m^3$ ];
- $S$  è il substrato che in questo caso è acido acetico [ $g/l$ ];

Nella metanogenesi idrogenotrofa i *Metanobacterum* e *Metanococcus* ossidano anaerobicamente l'idrogeno riducendo l'anidride carbonica in metano.

Anche in questo caso si utilizza una cinetica di Monod dove i parametri che variano sono:

- $k$  è la velocità massima di rimozione del substrato  $25 \div 30$  [ $d^{-1}$ ];
- $K_s$  è la costante di semisaturazione  $0,01 \div 0,1$  [ $g/m^3$ ];
- $S$  è anidride carbonica [ $g/l$ ].

Storicamente si evidenzia che già nel 1883 Gayon, un alunno di Pasteur, in un esperimento, riuscì a produrre biogas da letame a 35°C in quantità così elevata da portare Pasteur a proporre di utilizzare tale gas per il riscaldamento e l'illuminazione delle città. Cosa che avvenne, qualche anno più tardi, in Inghilterra, nella cittadina di Exeter, dove il biogas prodotto dalle acque reflue, contenute in apposite vasche, consentì di illuminare alcune vie della città.

Nei primi anni del 1900 la Germania investì più di altri paesi nello studio e nell'ottimizzazione delle tecnologie per la produzione del biogas che veniva, inizialmente, inviato alla rete di distribuzione del metano, poi utilizzato in sistemi di cogenerazione per fornire direttamente l'energia elettrica richiesta dal processo di generazione e riscaldare le abitazioni vicine al sito di produzione.

Nel 1930 s'iniziò a cercare di separare dal biogas i componenti indesiderati ( $CO_2$ , zolfo, acqua) per ottenere metano per autotrazione.

Negli anni '30-'50 si fecero le prime approfondite sperimentazioni sulla co-digestione di liquami domestici e scarti dell'agricoltura e dell'allevamento; nel 1950, si arrivò alla costruzione, nella città di Celle, in Germania, del primo grande impianto per la produzione di biogas.

Negli anni '40, negli Stati Uniti, nacquero numerosi impianti di trattamento delle acque, con produzione di energia da biogas utilizzata nel processo.

Durante la seconda guerra mondiale la Germania e i suoi alleati si scontrarono con una pesante mancanza di combustibile per autotrazione; la situazione fu affrontata con la realizzazione, in tempi strettissimi, di digestori per la produzione di biogas da scarti dell'agricoltura.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Nel frattempo in India e Cina ogni villaggio rurale iniziò a costruirsi il suo piccolo digestore alimentato con scarti agricoli e deiezioni animali, per la produzione di gas impiegato essenzialmente per l'illuminazione e la cottura dei cibi. L'appoggio dei rispettivi governi ha permesso, in questi paesi, la realizzazione di numerosissimi (più di 5 milioni in Cina e più di 1 milione in India) piccoli impianti di produzione che ancora oggi costituiscono l'unica fonte energetica di interesse comunitario. Il biogas è una fonte energetica molto sfruttata dai Paesi in via di sviluppo (America Latina, Africa, Sud-Est Asiatico) per la convenienza e la semplicità delle tecniche di produzione.

Nei paesi industrializzati un primo grande stimolo a un maggior sfruttamento della tecnica della digestione anaerobica per la produzione del biogas si ebbe durante la crisi energetica degli anni '70, venendo utilizzata inizialmente per la sola stabilizzazione dei fanghi di depurazione delle acque reflue civili. Successivamente vennero integrati nel ciclo di digestione altri tipi di matrici, come ad esempio i liquami zootecnici.

Negli ultimi anni sta crescendo invece l'utilizzo della digestione anaerobica nel trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani raccolta in modo differenziato (FORSU), anche in miscela con altri scarti. La Direttiva sull'energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e il Protocollo di Kyoto sulla riduzione dei gas serra hanno dato grande impulso allo sviluppo di tecnologie di produzione di energia da fonti rinnovabili sempre più competitive. In tal senso la digestione anaerobica, producendo metano da utilizzare per l'autotrazione o per la produzione di energia elettrica e/o termica **dimostra di avere un forte potenziale di riduzione dei gas serra.**

Nell'ambito delle tecniche per la gestione dei rifiuti, il processo di digestione anaerobica, quindi, è una tecnica che permette:

- **la stabilizzazione del rifiuto:** la parte biodegradabile subisce una riduzione della frazione volatile, del contenuto di carbonio, e del rapporto Carbonio/Azoto;
- **la valorizzazione energetica:** il processo, che viene condotto in appositi reattori, produce biogas, costituito principalmente da metano (50-75%) e anidride carbonica, utilizzabile quindi come combustibile nella produzione di energia (**elettrica e/o termica**) o come metano per autotrazione. Il biogas ottenuto ha un PCI di 4.000÷5.000 kcal/Nm<sup>3</sup>.

Dal punto di vista impiantistico, il processo di biodigestione anaerobica può essere suddiviso, in base al **tenore di sostanza secca** del substrato alimentato al reattore, nei due seguenti gruppi principali:

- digestione *a umido* (**wet**), quando il substrato in digestione ha un contenuto di sostanza secca inferiore al 15%;
- digestione *a secco* (**dry**), quando il substrato in digestione ha un contenuto di sostanza secca superiore al 20%.

Processi con valori intermedi di sostanza secca (compresi tra il 15 ed il 20%) vengono talvolta definiti processi a semisecco o **semidry**.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

I sistemi **wet** derivano dall'applicazione della digestione anaerobica nel campo della depurazione dei reflui civili e industriali e si rivolgono principalmente a rifiuti organici con bassa contaminazione, facilmente depurabili e fluidificabili.

I sistemi **dry** si sono sviluppati specificatamente per l'applicazione sui rifiuti solidi con elevati indici di contaminazione da plastiche e altri materiali non biodegradabili.

Una seconda distinzione fa riferimento al **regime termico** con cui viene condotto il processo biologico.

All'interno del reattore anaerobico possono essere stabilite condizioni di:

- psicrofilia (20°C);
- mesofilia (35÷37°C);
- termofilia (55°C);

I primi presentano generalmente vantaggi nei costi e nella robustezza del processo. I reattori operanti in termofilia invece sono generalmente caratterizzati da rese di produzione di biogas più elevate ma anche da un maggior impegno gestionale per il mantenimento degli equilibri operativi. La scelta tra mesofilia e termofilia determina in genere anche la durata del processo. Mediamente in mesofilia si hanno tempi di residenza compresi nel range 14-30 giorni, mentre in termofilia il tempo di residenza è in genere inferiore ai 14-16 giorni.

Il tipo di caricamento dei reattori distingue:

- *processi in continuo*, dove il reattore viene alimentato, quotidianamente o con frequenze maggiori, con una quota di rifiuto, a cui corrisponde lo scarico di una analoga quantità di digestato;
- *processi in batch*, dove le matrici vengono introdotte in un'unica soluzione nel reattore.

Nell'ambito dei processi in continuo si distingue ancora in base alle condizioni fluidodinamiche:

- reattori a completa miscelazione (CSTR, Continuous Stirred Tank Reactor);
- reattori con flusso a pistone (PF, Plug Flow).

Ad una maggiore economia e semplicità gestionale dei processi in batch, si contrappone una maggiore resa produttiva in termini di biogas nei reattori alimentati in continuo.

Un'ultima distinzione fa riferimento, infine, al numero di reattori impiegati in serie per lo svolgimento del processo anaerobico. Si distingue tra:

- processi monostadio: le fasi di idrolisi, fermentazione acida e metanigena avvengono contemporaneamente in un unico reattore;
- processo bistadio: il substrato organico viene idrolizzato separatamente in un primo stadio, ove avviene anche la fase acida, mentre la fase metanigena avviene in un secondo stadio.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Le condizioni ottimali di crescita per i batteri idrolitici/acidificanti e per quelli metanigeni sono differenti quindi la separazione delle fasi in reattori distinti appare una soluzione ideale per incrementare le rese dei due processi. Lo schema complessivo di processo prevede una prima fase, quella di idrolisi ed acidificazione, che avviene in reattori di dimensioni più ridotte, dal momento che i tempi di ritenzione possono essere bassi (anche alcune ore) seguita poi da una seconda fase, in reattori di dimensioni maggiori, in cui si ha la metanogenesi. Ciò permette di associare il tempo di residenza nel reattore alle diverse cinetiche dei ceppi microbici connessi alle due diverse fasi del processo di digestione.

#### 3.1.2. La produzione di biogas

L'applicazione della digestione anaerobica al trattamento dei rifiuti consente di ottenere, oltre ad un digestato da trattare successivamente aerobicamente, un notevole quantitativo di biogas utilizzabile ai fini energetici.

Il biogas si presenta come una nuova e valida alternativa di energia rinnovabile generando vantaggi ambientali e socio-economici per la società e per l'ambiente stesso. Utilizzando questa forma si riducono come si vedrà in seguito i costi di gestione del sistema di Trattamento dei rifiuti.

Il biogas prodotto nel corso del processo di digestione anaerobica consiste di tre componenti principali: il metano (circa il 50÷60% con un alto potere calorifico che può variare fra 4000÷5000 kcal/Nm<sup>3</sup>), il biossido di carbonio e l'idrogeno molecolare. Il metano è praticamente insolubile e tende ad essere rilasciato dal mezzo liquido, passando alla fase gassosa, mentre il biossido di carbonio raggiunge un equilibrio dinamico tra fase liquida e gassosa, andando così a partecipare alla formazione di acido carbonico nel mezzo liquido, determinando quindi, assieme all'ammonio, la capacità tampone del sistema. L'idrogeno, prodotto in piccole quantità, è generalmente utilizzato dai batteri metanigeni e, pur essendo insolubile, non lascia la fase liquida.

L'applicazione più diffusa e l'utilizzo del biogas come combustibile per motori endotermici che producono energia elettrica e termica.

È necessario però, prima del suo utilizzo "pulire" il biogas rimuovendo i composti corrosivi (H<sub>2</sub>S e composti organici alogenati) e raffreddarlo fino a 5°C per provocare la rimozione del vapor acqueo e condensare i componenti acidi e altre specie potenzialmente pericolose. Può essere necessario procedere anche a lavaggi alcalini e passaggi attraverso letti di materiale adsorbente.

L'olio lubrificante e l'acqua di raffreddamento dei motori endotermici rendono disponibile una energia termica che si trova a una temperatura di 80÷90°C e che rappresenta circa il 25% dell'energia liberata dal combustibile biogas. I gas di scarico escono dal motore a temperature comprese fra 400 e 500 °C e dal loro raffreddamento è possibile recuperare fino a circa il 30% dell'energia del biogas. Tuttavia, nel caso del biogas, la presenza di composti acidi sconsiglia talvolta di raffreddare i gas di scarico al di sotto di 170÷180 °C per evitare la formazione di condense acide. In questo caso il calore recuperabile scende intorno al 20%.

Dal punto di vista ambientale la digestione anaerobica consente di ridurre l'emissione di gas serra grazie alla sostituzione dell'uso di combustibili fossili con l'utilizzo di biogas ed inoltre rappresenta un'importante

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

opportunità nella strategia di gestione delle frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani (FORSU), che la normativa obbliga ad opportuno recupero<sup>1</sup>.

L'inserimento di una sezione di digestione anaerobica all'interno dell'impianto di compostaggio in esercizio consente di utilizzare le apparecchiature esistenti con diversi altri vantaggi quali:

- bilancio energetico positivo dell'impianto, in quanto nella fase anaerobica si ha in genere la produzione di un surplus di energia rispetto al fabbisogno dell'intero impianto. Ogni tonnellata di rifiuto organico biodegradabile sottoposta al trattamento biologico può produrre fra 100 e i 200 m<sup>3</sup> di biogas;
- miglior controllo, e a costi minori, dei problemi olfattivi; le fasi maggiormente odorigene sono gestite in un reattore chiuso e eventuali "arie esauste" sono rappresentate dal biogas (utilizzato e non immesso in atmosfera). Il digestato è un materiale già semi-stabilizzato e, quindi, il controllo degli impatti olfattivi durante la fase aerobica risulta più agevole;
- riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

---

<sup>1</sup>La Commissione Europea con Comunicazione al Consiglio e al Parlamento europeo del 18/5/2010 (COM (2010)235 definitivo) analizza la situazione europea e indica le misure che ritiene necessarie per ottimizzare la gestione dei rifiuti organici. In particolare, la comunicazione, traendo le conclusioni dall'analisi della Commissione svolta nell'ambito del Libro Verde, presenta raccomandazioni sulla via da seguire per trarre pieno vantaggio da una corretta gestione dei rifiuti organici e descrive le principali linee d'azione che potrebbero essere adottate a livello nazionale o dell'UE. Con la suddetta comunicazione la Commissione invita gli Stati membri, nell'elaborazione delle misure finalizzate al raggiungimento degli obiettivi in materia di energie rinnovabili, a tenere conto dell'opportunità di trasformare i rifiuti organici in energia o carburante per autotrazione: *"I rifiuti organici possono essere trasformati in elettricità, calore o carburante per autotrazione a costi relativamente contenuti, limitando così l'uso di combustibili fossili e aumentando la sicurezza degli approvvigionamenti. Gli Stati membri dovrebbero tenerne conto nell'elaborazione delle misure volte al raggiungimento degli obiettivi nazionali vincolanti per il 2020 in materia di energie rinnovabili previsti dalla direttiva sulle energie rinnovabili. La direttiva riconosce in particolare i vantaggi legati all'uso dei rifiuti nella produzione di carburante per autotrazione, dal momento che nel computo dell'obiettivo del 10% per la quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti essi valgono il doppio."*

Il Parlamento Europeo con Risoluzione del 6 luglio 2010 sul Libro Verde della Commissione sulla gestione dei rifiuti organici biodegradabili (pubblicata in Gazzetta Ufficiale del 2/12/2011), considerando che l'iniziativa avviata dalla Commissione con il suo Libro Verde offre un'opportunità per un'azione comunitaria in materia di gestione dei rifiuti organici biodegradabili, invita la Commissione a rivedere la legislazione applicabile ai rifiuti organici al fine di elaborare una proposta di direttiva specifica che comprenda, tra l'altro, il riciclaggio dei rifiuti organici. La suddetta Risoluzione evidenzia come: "La digestione anaerobica sia particolarmente utile per i rifiuti organici, in quanto produce ammendanti del suolo ricchi di elementi nutritivi, digestato e anche biogas, che è un'energia rinnovabile che può essere trasformata in biometano o utilizzata per generare elettricità di base" e invita la Commissione "ad analizzare ed incoraggiare le possibilità di utilizzo dei rifiuti organici per la produzione di biogas".

Inoltre sottolinea che "che i rifiuti organici possono contribuire al raggiungimento dell'obiettivo dell'UE di portare almeno al 20%, entro il 2020, la quota dell'energia rinnovabile, nonché all'obiettivo stabilito nella direttiva relativa alla qualità dei combustibili; ricorda che la direttiva sulle energie rinnovabili appoggia l'utilizzo di tutti i tipi di biomassa come fonte di energia rinnovabile, compresi i rifiuti organici biodegradabili utilizzati a fini energetici, e che i biocarburanti ottenuti dai rifiuti hanno valore doppio ai fini dell'obiettivo del 10% di energia rinnovabile nel settore dei trasporti; chiede pertanto agli Stati membri di prendere in considerazione, nelle loro legislazioni nazionali, il recupero di energia dalla parte biodegradabile dei rifiuti, nell'ambito di una politica integrata in materia di gerarchia dei rifiuti, e li esorta a condividere le prassi migliori". Infine, il Parlamento Europeo "sottolinea che, al fine di raggiungere gli obiettivi fissati a vari livelli (lotta al riscaldamento climatico e al degrado e all'erosione del suolo; raggiungimento degli obiettivi in materia di energie rinnovabili), **l'abbinamento tra compostaggio e fermentazione dei rifiuti organici raccolti in modo differenziato, se fattibile, presenta indubbiamente vantaggi e dovrebbe essere incoraggiato**".

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

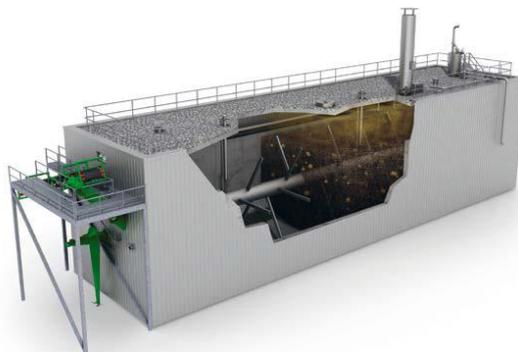
IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

#### 3.1.3. CARATTERISTICHE DEL DIGESTORE IN PROGETTO

È prevista l'installazione di n. 1 modulo di digestione a flusso orizzontale del tipo **Dry** con alimentazione in **continuo** con processo **termofilo**, con una temperatura di circa 55 °C ed una umidità del substrato media di



circa il 70%.

La modalità di flusso prevista della miscela all'interno del digestore è del tipo a pistone (PFR – Plug Flow Reactor), con attraversamento dell'intero corpo del fermentatore dall'ingresso sino all'uscita in un tempo finito, con avanzamento costante tale da ottenere l'ottimizzazione della decomposizione anaerobica del materiale.

La tipologia del modulo di digestione prescelta è costituita essenzialmente da un reattore chiuso, a tenuta stagna ed isolato termicamente, a flusso orizzontale attraverso il quale il substrato avanza in modo continuo.

Un albero agitatore orizzontale, dotato di pale radiali, provvede a mescolare lentamente a frequenza costante il substrato in modo da evitare la formazione di accumuli di materiale nelle sezioni di avanzamento, ed assicurando l'accumulo del biogas nella parte superiore del fermentatore.

Il modulo di digestione e tutti i suoi componenti saranno certificati secondo la direttiva macchine (2006/42/CE), la direttiva bassa tensione (2006/95/CE) e la direttiva compatibilità elettromagnetica (2004/108/CE) e tutte le macchine avranno la marcatura CE in seguito alla certificazione da parte di un organismo notificato.

##### 3.1.3.1. Strutture edili del digestore

La struttura portante del modulo di digestione è **indicativamente** costituita dai seguenti elementi costruttivi:

- Platea di fondazione in calcestruzzo armato, opportunamente impermeabilizzata ed isolata termicamente, con dimensioni derivanti dal dimensionamento di progetto e dalla capacità portante del terreno sottostante;
- Pareti in elevazione in calcestruzzo armato, opportunamente impermeabilizzate ed isolate termicamente e rivestite in lamiera grecata, dimensionate sulla base della capacità di carico del digestore e dei carichi previsti dalle normative vigenti;

**CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE**

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>ALLEGATO</b>	<b>A</b>	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<b>REV. N.</b>	<b>1</b>
			<b>Gennaio 2022</b>	

- Soletta di copertura in calcestruzzo armato, opportunamente impermeabilizzata ed isolata termicamente, praticabile, sopra la quale è possibile l'installazione dei dispositivi di sicurezza previsti (torcia emergenza, guardia idraulica e disco di rottura a membrana).

L'intera struttura che costituisce il modulo di digestione dovrà essere opportunamente coibentata per limitare lo scambio termico con l'esterno garantendo la temperatura interna di esercizio prossima ai 55°C e quantitativi massimi di energia termica impiegata per vincere le perdite pari a 1.300 MWhth/anno.

Il digestore dovrà essere dotato di certificazione che attesti il valore del coefficiente di scambio termico globale necessario al raggiungimento del risultato richiesto.

Il digestore avrà le principali caratteristiche tecnico-dimensionali (del tutto indicative) riportate nella seguente tabella.

- in pianta pari a 32,80 m x 8,30 = 272 mq e dell'altezza pari a 8,51 m (verrà installato un nuovo macchinario);

**MODULO DI DIGESTIONE ANAEROBICA**

Descrizione	Unità di Misura	Valore/Tipo
<b>Tipologia digestore</b>	cad	PFR (Plug Flow Reactor)
<b>Dimensioni</b>		
Lunghezza utile	m	≈ 32,00
Larghezza utile	m	≈ 7,00
Altezza utile	m	≈ 6,50
Volume	m <sup>3</sup>	≈ 1.600,00
Volume utile	m <sup>3</sup>	≈ 1.250,00
Lunghezza totale	m	≈ 33,00
Larghezza totale	m	≈ 8,00
Altezza totale	m	≈ 9,00
<b>Temperatura di esercizio</b>	°C	≥ 55
<b>Pressione di esercizio</b>	mbar	15÷60
<b>Livello di carico</b>	%	70÷85 h <sub>utile</sub>
<b>Materiale corpo digestore</b>		cls armato

**CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE**

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>ALLEGATO</b>	<b>A</b>	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<b>REV. N.</b>	<b>1</b>
			Gennaio 2022	

<b>Sistema di miscelazione</b>		Mixer ad asse orizzontale in acciaio
<b>Controllo temperatura di processo</b>		Riscaldamento e opportuna coibentazione
<b>Sistema di estrazione digestato</b>		Pompa a pistone
<b>Sistema di estrazione del biogas</b>		Deflusso automatico (in funzione dei livelli di pressione) verso la centrale di cogenerazione
<b>Monitoraggio e controllo</b>		Sistema automatizzato con controllo dei principali parametri di processo (grado di riempimento, pressione di esercizio, temperatura, etc.)
<b>Dispositivi di emergenza</b>		Sistema di troppo pieno, torcia di emergenza, guardia idraulica di sovrappressione e disco di rottura

### 3.1.3.2. Alimentazione del digestore

Al fine di limitare al massimo gli odori provocabili dalla matrice in ingresso, si prevede che l'alimentazione del digestore avvenga per mezzo di una coclea avente la parte terminale inserita all'interno del digestore stesso sotto battente idraulico.

Si può vedere, a titolo di esempio, la rappresentazione fotografica del sistema di alimentazione del digestore come di seguito riportata.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



### VISTE FOTOGRAFICHE "ALIMENTAZIONE DIGESTORE TIPO"

#### 3.1.3.3. Sistema di scarico digestato dal digestore

Lo scarico del digestato dal digestore, l'alimentazione del miscelatore ed il ricircolo avviene tramite una pompa del tipo di quelle utilizzate per fanghi.

Questa pompa funziona secondo il principio di una pompa peristaltica a pistoni. Un pistone muove il materiale uscente dal digestore, una valvola commuta il percorso ed il pistone forza il materiale nella condotta verso il miscelatore, verso il ricircolo in testa al digestore o verso lo scarico. La pompa è azionata idraulicamente. La pompa è dotata di punto di misurazione manuale di pressione sul lato di aspirazione. L'unità idraulica deve essere collocata in una vaschetta di scarico per contenere eventuali sgocciolamenti.

Il dimensionamento della pompa deve essere tale da garantire lo scarico di materiale durante il tempo di funzionamento giornaliero, sufficiente per l'alimentazione durante la notte del digestore.

Il dimensionamento della pompa è richiesto per una portata di almeno 10 m<sup>3</sup>/h.

Si può vedere, a titolo di esempio, la rappresentazione fotografica del sistema di scarico del digestore come di seguito riportata.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



#### VISTA FOTOGRAFICA DEL DISPOSITIVO DI "SCARICO TIPO" DEL BIODIGESTORE (POMPA)

##### 3.1.3.4. Sistema di supervisione e controllo del digestore

Il modulo di digestione sarà controllato da un sistema PLC centralizzato tale da consentire sia il funzionamento in automatico, sia il funzionamento manuale.

Il controllo manuale potrà intervenire nel processo attraverso un apposito terminale PC.

È prevista la segnalazioni di anomalie del sistema mediante allarmi in remoto.

Il sistema di supervisione deve gestire:

- Sistema di alimentazione;
- Valori di temperatura, pressione e pH della matrice;
- Agitatore interno e livelli digestato;
- Sistema di scarico e ricircolo digestato per inoculo;
- Dispositivi di sicurezza e segnalazioni di allarme;
- Interfaccia con la sezione di valorizzazione energetica del biogas.

##### 3.1.3.5. Attrezzature ausiliarie del digestore

Il digestore dovrà essere dotato delle seguenti apparecchiature ed impianti:

- **linea estrazione del biogas** e avvio a sezione di valorizzazione energetica;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- **linea derivazione biogas** per invio a torcia di emergenza, opportunamente dimensionate sulla base del flusso di biogas previsto e corredata di valvole di intercettazione manuale in modo da sezionare in più punti i flussi, individuata con opportuna cartellonistica conforme alle normative di sicurezza. L'intera rete di collettamento del biogas sarà conforme ai DD.MM. 16/04/2008 e 17/04/2008;
- **centrale di scambio termico** con relativo piping dell'acqua calda dalla sezione di valorizzazione energetica al digestore;
- **impianto di riscaldamento** per garantire il mantenimento della temperatura all'interno del digestore costituito da un sistema di fasci tubieri annegato nelle pareti del digestore. Il sistema di riscaldamento ad acqua a circuito chiuso dovrà ricevere il calore necessario dai cascami termici del motore cogenerativo a biogas restituendo ad esso l'acqua a temperatura inferiore in uscita dal sistema di riscaldamento;
- **Sistema di gestione** e controllo del processo costituito da adeguato Software installato su pc e su supporto magnetico;
- **Piattaforme**, ballatoi, camminamenti, scale ed accessori per il modulo di digestione;
- **centrale elettrica ed idraulica** a servizio dei digestori.

#### **3.1.3.6. DISPOSITIVI DI SICUREZZA DEI MODULI DI DIGESTIONE**

Il modulo di digestione previsto lavora nel campo di pressione compreso tra 15 e 60 mbar. In particolare, il sistema di sicurezza dei digestore è caratterizzato dai seguenti intervalli di pressione e dai relativi dispositivi di sicurezza:

- tra 15 e 40 mbar \_ pressione di lavoro (alimentazione cogeneratore);
- tra 45 e 55 mbar \_ attivazione della torcia di emergenza;
- ai 60 mbar \_ guardia idraulica;
- ai 100 mbar \_ disco di rottura a membrana ( $\pm 30$  mbar).

#### **1) Torcia di emergenza**

Se durante il processo si verificano malfunzionamenti, sovrapproduzioni o nel caso di fermo impianto (cogeneratore) per manutenzioni o guasti o di utilizzo parziale, il biogas in eccesso deve essere automaticamente eliminato utilizzando una torcia di emergenza.

Al servizio del modulo di biodigestione è prevista una torcia installata sul solaio di copertura.

Sinteticamente la torcia di emergenza è costituita dai seguenti elementi.

- tubazione di mandata del biogas in acciaio;
- valvole d'intercettazione e di sicurezza;
- filtro rompifiamma;
- circuito di alimentazione fiamma pilota completo di termocoppia;
- accensione automatica;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- bruciatore principale;
- bruciatore fiamma pilota, con accensione a propano per una più alta affidabilità di funzionamento.



#### VISTA FOTOGRAFICA DELLA "TORCIA TIPO" DI EMERGENZA

La combustione avviene all'interno di un tubo d'acciaio, in maniera tale che la fiamma non sia visibile e che la combustione stessa non possa essere ostacolata dal vento e/o da altri eventi atmosferici sfavorevoli.

Il funzionamento della torcia di emergenza è completamente automatico, regolato dal valore della pressione del biogas, con più stadi di attivazione comandati dal sensore della pressione del gas. È comunque possibile sempre l'attivazione anche manuale della torcia, fermo restando che essa si attiva sempre se viene raggiunto il valore del livello minimo di guardia impostato.

Al raggiungimento del valore della pressione minima (valore letto da un sensore), se non vi è fiamma nel condotto di combustione, viene attivato un apposito circuito di alimentazione fiamma pilota a gas propano mediante l'apertura di una elettrovalvola e l'attivazione di un arco fra elettrodi che infiama il propano.

**CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE**

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>ALLEGATO</b>	<b>A</b>	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<b>REV. N.</b>	<b>1</b>
			Gennaio 2022	

Successivamente il biogas viene fatto confluire con flusso volumetrico del 1° stadio che si accenderà e brucerà indipendentemente senza il sostegno della fiamma di gas propano. La fiamma viene così rilevata dal sensore IR nel condotto di combustione che farà interrompere l'afflusso di propano.

Con l'aumento della pressione del biogas fino a raggiungere il 2° stadio al sensore di pressione, sarà attivata l'elettrovalvola che aprirà il 2° stadio di flusso della torcia. Con la diminuzione della pressione del biogas saranno successivamente chiusi i condotti dell'alimentazione fino al completo spegnimento della torcia. Tutto il condotto è riscaldato da un sistema autoregolante che previene la formazione di gelo.

Si riportano di seguito le caratteristiche principali indicative della **Torcia**.

**DISPOSITIVI DI SICUREZZA DIGESTORE : TORCIA DI EMERGENZA (FIACCOLA BIOGAS)**

Descrizione	Unità di Misura	Valore/Tipo
<b>Tipo di propellente</b>		Biogas (PCI ~ 4,0_6,0 kWh/m <sup>3</sup> )
Rendimento minimo (portata)	[Nm <sup>3</sup> /h]	300
Rendimento massimo (portata)	[Nm <sup>3</sup> /h]	700
Pressione del gas necessaria	[mbar]	40
Temperatura max di esercizio	[°C]	1.200
Efficienza di combustione (CO <sub>2</sub> /CO+CO <sub>2</sub> )	[%]	≥ 99
Diametro tubazione biogas	[mm]	≥ Dn 100
Diametro torcia (camino espulsione fumi)	[mm]	≥ Dn 1.000
Altezza torcia	[m]	≈ 6,00
Altezza torcia da terra (installazione prevista sul digestore)	[m]	≈ 15,00
Camera di combustione		
Tipologia		Cilindrica in lamiera di acciaio inox AISI 304 rivestita internamente con materassino in fibra ceramica per alte temperature (fino a 1.450 °C)
Tempo di permanenza	[s]	≥ 0.3

**CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE**

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>ALLEGATO</b>	<b>A</b>	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	<b>REV. N.</b>	<b>1</b>
			Gennaio 2022	

**2) Guardia idraulica (sovrappressione del biogas)**

Il dispositivo di controllo della sovrappressione del gas è flangiato direttamente sul digestore e serve per lo sfogo del gas in caso di sovrappressione, a protezione dello stesso digestore.

Il dispositivo è costituito da un contenitore cilindrico chiuso, dotato di una guardia idraulica.

Il livello dell'acqua di tenuta viene visualizzato mediante una apposita finestrella in vetro. Il livello viene mantenuto sempre a 600 mm. Nel caso di sovrappressione (oltre 60 mbar) il gas fuoriesce dallo sfiato.

Lo sfiato consiste in un collettore del biogas dotato di valvola di sfiato integrata, che funziona con un fermo idraulico (tubo di immersione). Il livello d'acqua e la pressione pre impostata dello scarico può essere letta mediante l'indicatore esterno.

Si riportano di seguito le caratteristiche principali indicative e una rappresentazione fotografica di una Guardia Idraulica tipo.

**DISPOSITIVI DI SICUREZZA DIGESTORE : GUARDIA IDRAULICA**

<b>Descrizione</b>	<b>Unità di Misura</b>	<b>Valore/Tipo</b>
Pressione massima regolabile	[mbar]	60
Diametro contenitore	[mm]	≥ Dn 800
Altezza contenitore	[mm]	≈ 1.500
Tipo di gas		Biogas da digestione anaerobica
Rendimento volumetrico 50 mbar	[Nm <sup>3</sup> /h]	350
Diametro tubazione collegamento biogas	[mm]	≥ DN 250
Diametro tubazione di immersione	[mm]	≥ Dn 150
Diametro tubazione di sfiato	[mm]	≥ Dn 150
Materiale		acciaio AISI 316L
Camera di combustione		
Livello idrico	[mm]	600

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



VISTA FOTOGRAFICA DELLA "GUARDIA IDRAULICA TIPO"

### 3) Disco di rottura a membrana

Il disco di rottura a membrana assicura una pressione massima di  $100 \text{ mbar} \pm 30 \text{ mbar}$  all'interno del digestore. In caso di mal funzionamento degli altri dispositivi di protezione, la membrana si apre ed il biogas viene rilasciato all'esterno. Tale dispositivo è posizionato sul solaio di copertura del modulo di digestione.

#### 3.1.4. DIMENSIONAMENTO DEL PROCESSO DI BIODIGESTIONE

Il trattamento anaerobico prescelto si basa sulla digestione in assenza di ossigeno di matrici organiche (FORSU da R.D.+ 10÷15% di scarti lignocellulosici) aventi un contenuto di sostanza secca attorno al 28÷30%.

Una volta introdotte nel reattore e miscelate con il flusso di digestato ricircolato in testa, quale inoculo microbico, il contenuto di solidi totali all'interno del digestore si abbassa attorno a 25÷26%, comunque rimane tale da poter considerare il **processo Dry**.

Questa consistente presenza di solidi nella matrice di partenza fa sì che al termine del periodo di ritenzione di 22÷24 giorni residui un digestato con tenore in secco attorno al 20% è tale da potere essere gestito per il compostaggio senza necessità di alcun ispessimento, con coclea o centrifuga.

Questo aspetto rende particolarmente vantaggiosa la tecnologia scelta in quanto esonera dalla gestione, pur sempre complessa, delle acque derivanti da un trattamento di separazione solido-liquido necessario nel caso di una tecnologia a umido.

Tale scelta tecnologica è prioritaria, tuttavia in una prima fase progettuale sono state prudenzialmente analizzate le due ipotesi:

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- miscelazione diretta del digestato in uscita dal biodigestore anaerobico con il verde triturato ed il sovravvallo di ricircolo;
- ispessimento del digestato con centrifuga preliminarmente alla miscelazione con il verde triturato ed il sovravvallo di ricircolo.

Nel primo caso è necessaria una maggiore quantità di verde. Il verde attualmente disponibile risulta insufficiente nel primo periodo (e quindi sarà inizialmente necessario acquistarlo dall'esterno), ma a regime l'accumularsi del sovravvallo di ricircolo renderà disponibile la quantità sufficiente per un ottimale processo.

Nel secondo caso occorre una minore quantità di verde, ma è necessario gestire una certa quantità di liquidi.

Dall'esame dei vari fattori, nonostante il Consorzio gestisca un Impianto di depurazione autorizzato al trattamento di rifiuti liquidi che si trova a circa 10 chilometri di distanza dall'impianto di trattamento RSU, sia iscritto all'Albo Gestori Ambientali per il trasporto di percolati e rifiuti liquidi, sia dotato di un semirimorchio cisterna per il trasporto dei rifiuti liquidi prodotti dai propri impianti ed abbia nel proprio personale diversi operatori provvisti della patente necessaria, si è reputato maggiormente vantaggioso adottare la prima ipotesi.

Pertanto è stata esclusa l'opzione di preispessire il digestato in uscita dal biodigestore.

#### BILANCIO DI MATERIA

##### Fase di avviamento:

- Potenzialità da Piano: 22.700 t/a, di cui:
- **FORSU tal quale:** 20.430 t/a
- **Residui vegetali (10%):** 2.270 t/a
- presenza di corpi estranei nella FORSU da RD: minore del 2,5%

I pretrattamenti (tritatore lento aprisacco, deferrizzatore e vaglio stellare con luce passante di 60 mm di cui si parlerà in seguito) allontanano i **materiali indesiderati** in commistione con organico residuo, stimabili prudenzialmente nella percentuale media di 8,5% della FORSU in ingresso e quindi in 1.730 t/a.

Si precisa che il dato di potenzialità di Piano utilizzato è perfettamente in linea con i quantitativi di rifiuto organico mediamente trattati dall'impianto di compostaggio esistente nel periodo di esercizio, mentre nello stesso periodo la percentuale di corpi estranei nella FORSU è stata sempre inferiore al 2,5%.

#### Digestione anaerobica

I dati di dimensionamento della nuova sezione di digestione anaerobica sono di seguito riportati:

- Linea FORSU pretrattata alimentante il digestore:  $20.430 - 1.730 = 18.700$  t/a
- Integrazione FORSU pretrattata con materiali lignocellulosici (10%): 1.870 t/a
- Quantità FORSU pretrattata con materiali lignocellulosici:  $18.700$  t/a +  $1.870$  t/a =  $20.570$  t/a

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- Giorni lavorativi anno: 365 (alimentazione in continuo)
- Alimentazione digestore:  $(20.570/365) =$  mediamente 56 t/d
- Tempo di residenza nel reattore:  $22 \div 24$  giorni
- Produzione specifica: 170 Nm<sup>3</sup>/t di rifiuto tal quale alimentato
- Produzione di biogas: 3.496.900 Nm<sup>3</sup>/anno (al netto del biogas combusto in torcia)
- Produzione di biogas (media giornaliera nell'anno): 399 Nm<sup>3</sup>/h
- Produzione energia elettrica massima: (cogeneratore da 800 KWe) circa 7.000.000 kwh/anno

L'ipotesi progettuale prevede l'utilizzo del Biogas per produrre Energia elettrica con un cogeneratore che verrà autoconsumata.

Il fabbisogno energetico dell'Impianto di Trattamento RSU nel 2019 è stato di circa 3.900.000 kwh, pertanto si potranno immettere in rete, al netto dei consumi di gestione del biodigestore, circa 3.000.000,00 KWh di Energia elettrica.

### Linea compostaggio

Il digestato in uscita dal Digestore anaerobico verrà inviato alla linea di compostaggio esistente per la produzione di compost di qualità. I dati di dimensionamento sono di seguito riportati:

- Digestato tal quale al 20% di SS in uscita dal digestore: circa 16.375 t/a<sup>(2)</sup>
- Rapporto in peso tra digestato e strutturante: 1:0,7
- Materiale strutturale necessario per la miscela: 11.462 t/a (nel caso di avvio di un nuovo impianto)
- Mix digestato + strutturante: 27.837 t/a
- Caratteristiche della miscela:
  - Digestato: 16.375 t/a al 20%; SS = 3.275 t/a
  - Strutturante: 11.462 t al 50%; SS = 5.731 t/a
  - SS Mix:  $(3.275 \text{ t/a} + 5.731 \text{ t/a}) = 9.006 \text{ t/a}$
  - Umidità mix:  $80\% (16.375) + 50\% (11.462) = 18.831 \text{ t/a}$
  - Umidità mix percentuale  $18.831 \text{ t/a} / 27.837 \text{ t/a} = 67,6\%$

L'umidità della miscela del 67,6% è compatibile con un regolare svolgimento dei processi bio-ossidativi del compostaggio.

- Produzione di compost grezzo (circa 50% Mix=  $27.837 \text{ t/a} * 50\%$ ) = 13.918 t/a

<sup>2</sup> La produzione di biogas pari a 3.496.900 Nm<sup>3</sup>/anno, assumendo che abbia un peso specifico pari a 1,2 Kg/ Nm<sup>3</sup>, determina il seguente bilancio di massa  $(20.570 - 1,2 * 3.496,9) \text{ t/anno} = 16.375 \text{ t/anno}$

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- Perdite di processo (circa 50%) = 13.918 t/a
- Produzione di compost raffinato con vagliatura a 10 mm (circa 25% Mix) = 6.959 t/a
- Sovvallo di vagliatura da ricircolare (13.918 t/a – 6.959 t/a) = 6.959 t/a (con umidità circa 40%)

Pertanto al termine del primo anno produttivo residuano 6.959 t/a di sovrvallo di vagliatura, utilizzabile per la miscelazione con il digestato del nuovo ciclo produttivo.

Al secondo anno migliora, inoltre, anche la situazione di umidità della miscela per effetto del maggiore contenuto di sostanza secca del sovrvallo di ricircolo, come evidente dal quadro seguente:

- Digestato: 16.375 t/a al 20%: SS = 3.275 t/a
- Strutturante necessario: 11.462 t/a; di cui di cui 6.959 t/a con umidità al 40%: SS = 4.175 t/a e 4.503 t/a con umidità al 50%: SS = 2.251 t/a; SS Totale: SS 6.426 t/a
- SS Mix: (6.426 t/a + 3.275 t/a) = 9.701 t/a
- Umidità mix: 18.136 t / 27.837 t = 65,1%

L'umidità della miscela al secondo anno (circa 65%) è significativamente migliore rispetto a quella primo anno (circa 68%) e garantisce un ottimale svolgimento dei processi bio-ossidativi del compostaggio.

In realtà la situazione del bilancio del quantitativo di strutturante da approvvigionare è nettamente migliore in quanto la sezione di digestione anaerobica si inserisce in un impianto esistente che ha già un notevole quantitativo di sovrvallo recuperato riutilizzabile (nel caso in esame si tratta di circa 8.000 t/a già disponibili in Impianto).

Inoltre, nel bilancio di materia non è stata considerata la frazione di rifiuti speciali costituiti da scarto verde di origine non domestica (ad esempio sfalci delle banchine stradali che avviene nella tarda primavera inizio estate) che sono stati stimati fino ad un massimo di 2.000 t/a.

Pertanto, il deficit di strutturante iniziale è in realtà modesto e pari a 2.000÷3.000 t/a e si ritiene che la disponibilità delle biomasse sopra ricordate renderà l'impianto autosufficiente già dal secondo anno e non sarà quindi necessario l'acquisto di ulteriori scarti lignocellulosici vergini.

L'alimentazione del Digestore verrà calibrata in maniera tale da evitare carichi organici eccessivi sia nella fase di alimentazione che di permanenza nel digestore.

Un accurato modello gestionale prevede prelievi, settimanali nei periodi di avviamento e prima gestione e quindicinali nella situazione a regime, di campioni all'interno del reattore per misurare se l'apporto di organico è coerente con un'alta efficienza delle fasi di idrolisi, acidogenesi e acetogenesi, quindi metanogenesi.

I valori osservati del rapporto tra acidi organici volatili e carbonati (FOS/TAC) dovranno consolidarsi attorno a 0,30, evitando o limitando l'innalzamento dei valori. La risposta guida l'alimentazione e, nel caso di correzioni necessarie, si abbasserà la quota di FORSU alimentata, si incrementerà eventualmente l'apporto di materiale lignocellulosico e leggermente l'acqua.

Nel contempo l'analisi del materiale in fase di digestione ci fornisce indicazioni preziose sulla produzione di composti ammoniacali (l' $\text{NH}_3$  compromette se eccessiva la regolare evoluzione dei processi). La previsione di

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

aggiungere alla FORSU quota parte di residui lignocellulosici serve anche per riequilibrare il rapporto C/N ed evitare l'ammonificazione spinta delle proteine e degli aminoacidi.

La successiva fase di compostaggio libererà minori quantità di sostanze ridotte, quali l' $\text{NH}_3$  per l'appunto, con minor carico finale sul sistema di abbattimento esistente (scrubber e biofiltro).

Con la tecnologia individuata questa attività di monitoraggio delle 4 fasi risulta semplificata, in quanto il prelievo dei campioni all'interno del digestore è molto semplice e distribuito lungo l'asse longitudinale dello stesso (in tre punti sequenziali).

#### Durata ciclo di trattamento

FASE ANAEROBICA: tempo di ritenzione 24 giorni;

FASE DI COMPOSTAGGIO:

- in biocella per la gestione della fase intensiva del processo aerobico: 14÷18 giorni;
- in aia di maturazione: 35 giorni.

CICLO BIOLOGICO COMPLESSIVO: 73÷77 giorni.

#### Indice di respirazione

L'indice di respirazione attesta il grado di stabilità raggiunto dai materiali. Con l'abbinamento della fase di digestione anaerobica a quella di compostaggio si rimane facilmente al di sotto dei seguenti:

- dopo permanenza in biocella: IR 500 mg/Kg VS\*h
- a fine maturazione: IR 350-450 mg/KgVS\*h

RIMOZIONE SOLIDI VOLATILI: maggiore del 55% al termine del processo anaerobico.

#### **3.1.5. CENTRALE DI COGENERAZIONE A BIOGAS**

Con il termine cogenerazione, nota anche con l'acronimo CHP (Combined Heat and Power), si identifica un sistema unico e integrato in grado di produrre contemporaneamente **energia elettrica e calore** da poter utilizzare in diverse maniere, a partire da una singola fonte energetica. Il sistema primario del complesso produttivo è costituito da un motore primario a combustione, un generatore, un sistema di recupero termico e interconnessioni elettriche. Il **motore a combustione** è in grado di produrre energia elettrica sfruttando la rotazione del motore stesso, recuperando contemporaneamente fluido caldo dal raffreddamento del motore stesso. Il vettore caldo ottenibile, anziché essere un prodotto di scarto, diventa una vera e propria fonte che permette di aumentare l'efficienza media dell'intero impianto, riducendo in termini assoluti il consumo di combustibile e la conseguente emissione di  $\text{CO}_2$  in atmosfera.

Un Impianto di cogenerazione a biogas è essenzialmente composto da 3 parti principali:

- il trattamento del biogas;
- il motore (Cogeneratore);

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- l'unità di controllo.

#### 3.1.5.1. Sistema di trattamento del biogas

Il biogas è il prodotto gassoso della digestione anaerobica. La sua composizione chimica dipende dalla natura delle materie prime alimentate al trattamento e dalle condizioni operative in cui il processo viene fatto avvenire.

Le componenti principali del biogas sono, come accennato, metano (50÷75%) e anidride carbonica (35÷45%), idrogeno (H<sub>2</sub>, 0÷1%), acqua (H<sub>2</sub>O, 1÷5%), azoto (N<sub>2</sub>, 0÷10%), ossigeno (O<sub>2</sub>, 0÷2%) e solfuro di idrogeno (H<sub>2</sub>S, 0÷3%). Il potere calorifico inferiore (PCI) del biogas è generalmente pari a 23÷25 MJ/Nm<sup>3</sup>.

Le impurezze contenute nel biogas devono essere rimosse per evitare rischi, sia di corrosione dei sistemi di trattamento sia di emissione di sostanze pericolose per la salute umana; questa prima fase di depurazione prende il nome di **cleaning**. Le principali impurezze da rimuovere sono il **vapore acqueo** e il **solfuro di idrogeno**. Il primo viene rimosso per condensazione, mediante un gruppo frigorifero in grado di raffreddare il gas. Il secondo, composto che crea molti problemi sia di corrosione acida, sia di impatti sulla salute umana se emesso in atmosfera, può essere rimosso per assorbimento chimico, effettuato con soluzioni chimiche, o per adsorbimento, impiegando un materiale adsorbente che contenga ossidi di ferro.

Solo una volta effettuato il cleaning, il biogas può essere sfruttato per produrre energia elettrica, termica o in cogenerazione.

Per questo motivo, a monte del cogeneratore è prevista una sezione che consente di depurare il biogas di alimentazione del motore cogenerativo da sostanze inquinanti (composti solforosi e particolato in primo luogo), allungando il ciclo di vita medio dello stesso e migliorando ulteriormente la qualità delle emissioni in atmosfera.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



### VISTA FOTOGRAFICA DEL "SISTEMA COGENERATORE TIPO"

In particolare, i trattamenti preliminari previsti consistono in:

- **desolforazione** all'interno di un filtro a carboni attivi che provvede ad abbattere l'idrogeno solforato (ed altri contaminanti) presente nel biogas. Nella specifico, il flusso di biogas viene fatto passare attraverso uno strato di carboni attivi (altezza filtro min 2 m, volume min 3 m<sup>3</sup>, pezzatura min 3 mm), che assorbono i contaminanti. Il materiale filtrante viene posizionato al di sopra di una griglia che assicura anche la omogenea distribuzione del flusso ed è contenuto da un involucro in acciaio inox AISI 304, dotato di coperchio rimovibile, di attacchi flangiati per l'ingresso e l'uscita e di scarico delle condense. (capacità di trattamento max pari a 600 Nm<sup>3</sup>/h);
- **deumidificazione** per l'eliminazione della condensa mediante un processo di refrigerazione ed essiccazione in apparecchiatura specifica costituita da skid con scambiatore di calore a fascio tubiero, struttura di supporto, ciclone scaricatore di condensa ad alta efficienza, linea by-pass, valvole di intercettazione a farfalla, termometri in ingresso/uscita, soffiante biogas (skid, ciclone e piping in acciaio inossidabile AISI 304), circuito acqua refrigerata integrato, refrigeratore, etc.. (capacità di trattamento max pari a 600 Nm<sup>3</sup>/h);
- **filtrazione grossolana** mediante filtri a ghiaia con granulometria compresa tra 30 e 60 mm, contenuto in un involucro di acciaio inossidabile AISI 304, per la rimozione del particolato di maggiori dimensioni,

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

l'accumulo e lo scarico di condensa. (capacità di trattamento filtro combinato a ghiaia + candele ceramiche max pari a 600 Nm<sup>3</sup>/h);

- **filtrazione fine** mediante filtri a candele ceramiche contenuti, in un involucro di acciaio inossidabile AISI 304, per la rimozione di particelle fini e per l'accumulo e lo scarico di condensa. capacità di trattamento filtro combinato a ghiaia + candele ceramiche max pari a 600 Nm<sup>3</sup>/h)

Il sistema di filtrazione grossolana e fine e di deumidificazione potrà essere anche del tipo combinato.

Verranno installate apparecchiature certificate secondo la direttiva macchine (2006/42/CE), la direttiva bassa tensione (2006/95/CE) e la direttiva compatibilità elettromagnetica (2004/108/CE) e con marcatura CE in seguito alla certificazione da parte di un organismo notificato.



### VISTA FOTOGRAFICA DEL "SISTEMA DI TRATTAMENTO DEL BIOGAS TIPO"

A valle del cleaning è possibile effettuare un processo di **upgrading** del biogas, ossia di rimozione della grossa percentuale di anidride carbonica in esso contenuta. Dall'upgrading si ottiene biogas arricchito di metano, generalmente definito **biometano**, contenente percentuali di CH<sub>4</sub> superiori al 95-97%. Il biometano può essere utilizzato in sostituzione del gas naturale e quindi immesso nella rete di distribuzione dello stesso, previo controllo del rispetto dei limiti imposti per Legge.

**Non si prevede in questa fase il processo di upgrading.**

#### 3.1.5.2. Cogeneratore

La sezione di valorizzazione del biogas (centrale di cogenerazione) è costituita da n. 1 cogeneratore.

L'unità di cogenerazione trova alloggiamento in un container insonorizzato di dimensioni standard, pronto per la connessione ed il servizio.

# CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

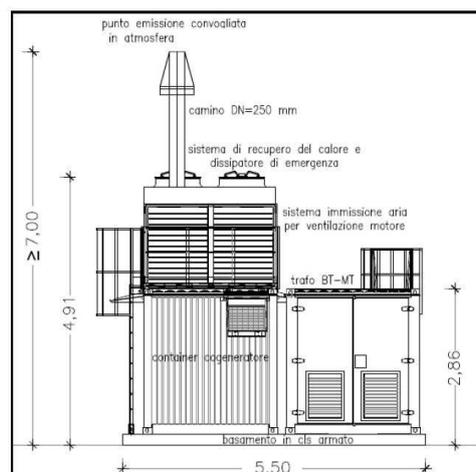
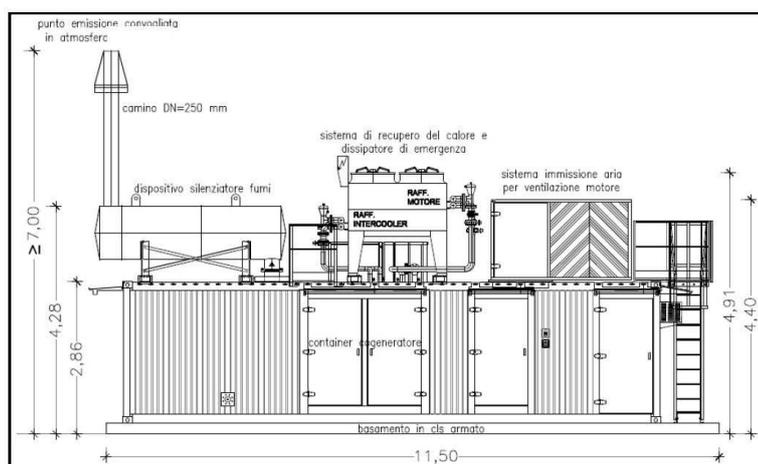
## PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Le modalità di funzionamento del digestore anaerobico garantisce la continuità di alimentazione dell'unità di cogenerazione. Solo in caso di temporanea inattività ovvero nella evenienza in cui la produzione di biogas dovesse superare la capacità del modulo di cogenerazione (sovrappressioni), è previsto lo smaltimento dell'eccedenza medesima a mezzo di apposita torcia di emergenza.

Il sistema di cogenerazione è costituito dai seguenti elementi:

- Container di produzione (motore endotermico + generatore elettrico). Il container è insonorizzato con sistema di recupero del calore e rampa gas motore;
- Marmitte silenziatrici;
- Container elettrico (comando e controllo/trafo/media tensione);
- Radiatori di raffreddamento di emergenza circuiti motori;
- Trasformatore elevatore BT-MT;
- Quadro per trasferimento dell'energia in rete stabilimento;
- Linea di connessione MT alla cabina di ricezione;
- piping acqua calda/vapore dal sistema di recupero dell'energia termica;
- Caldaia a recupero con sistema di by-pass;
- Camminamenti ed accessibilità a zona caldaia e radiatori;
- Sistema stoccaggio olio fresco ed esausto;
- Skid circolazione fluidi completo di pompe, scambiatori e sistema di regolazione;
- Sistema SCR;
- Sala quadri comando e controllo;
- Trasformatore elevatore;
- Quadro interruttore in media tensione



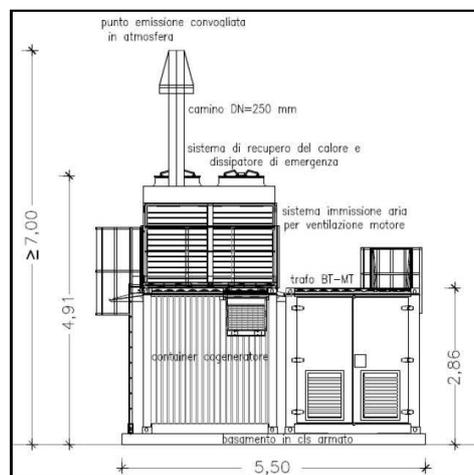
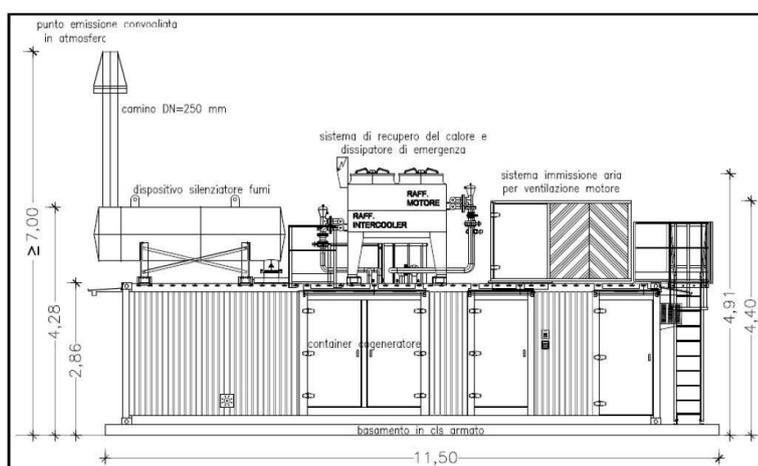
VISTA 1 DEL "COGENERATORE TIPO"

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



### VISTA 2 DEL "COGENERATORE TIPO"

Si descrivono di seguito, schematicamente, i vari componenti.

#### Modulo di produzione

Il sistema di cogenerazione è costituito da un motore endotermico che utilizza il biogas come combustibile e che produce energia elettrica tramite generatore ad esso accoppiato ed energia termica derivante dal raffreddamento del motore stesso.

Il gruppo è dotato di una torcia di sicurezza che in caso di problemi provvederà alla combustione del biogas prodotto.

La sezione di recupero termico prevede i seguenti circuiti per l'Utente:

- Produzione di H<sub>2</sub>O calda dal recupero sul motore;
- Produzione di H<sub>2</sub>O calda dal recupero fumi gas di scarico.

Il modulo di cogenerazione previsto ha potenza elettrica pari a circa 800 Kw e sarà alloggiato in un manufatto speciale, completo di componenti e sistemi ausiliari a corredo.

Il modulo di cogenerazione è dotato di un sistema di ventilazione, con predisposizione di una sezione per immissione aria in testa al relativo locale ed esecuzione di una sezione di espulsione aria in posizione opposta.

L'allestimento meccanico prevede la realizzazione dei collegamenti relativi ai circuiti di recupero termico e di dissipazione mediante tubazioni SS di diametro opportuno con giunzioni saldate, complete di staffe di fissaggio.

Nel progetto sono previsti i seguenti componenti:

- Collegamenti tra il circuito motore e lo scambiatore a piastre;
- Collegamenti tra lo scambiatore a piastre e le flange a bordo package;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- Collegamenti tra il circuito motore ed il relativo dissipatore per emergenza;
- Collegamenti tra il secondo stadio intercooler ed il relativo dissipatore d'emergenza;
- Pompe di circolazione, vasi d'espansione e strumentazione necessaria sui circuiti H<sub>2</sub>O motore e secondo stadio intercooler.

La linea biogas è costituita dai seguenti componenti e collegamenti:

- Valvola di intercettazione manuale;
- Valvola servozionata per l'intercettazione di sicurezza;
- Linea per l'alimentazione del motore, a partire dalla parete del manufatto di alloggiamento del modulo fino alla rampa di alimentazione motore, completa di staffe di supporto;
- Rampa di alimentazione del motore.

È previsto un impianto di rabbocco automatico di lubrificante motore interno al manufatto, costituito da un serbatoio di stoccaggio per olio fresco, completo di strumentazione, accessori, tubazioni di collegamento.

È prevista una linea fumi in acciaio inox per il collegamento del motore ai componenti di seguito indicati:

- convertitore catalitico;
- marmitta silenziatrice;
- camino di espulsione in atmosfera.

Sono previsti i giunti compensatori di dilatazione necessari.

È previsto un sistema di scarico condense al servizio della linea fumi gas di scarico, costituito da tubazioni a giunzioni saldate, convogliate nei pozzetti di scarico.

Sono previsti gli allacciamenti elettrici interni al manufatto e, in particolare, la formazione degli allacciamenti fra il quadro di potenza, quadro comando gruppo e quadro ausiliari.

È prevista la realizzazione di un sistema di sorveglianza fumi e gas, installato all'interno del manufatto di alloggiamento del gruppo di cogenerazione. Il sistema è composto da un adeguato numero di sensori di fumo tipo puntiforme e da un sensore gas posto nella sala motore nelle vicinanze della rampa gas.

È prevista la realizzazione di un quadro elettrico di comando completo di sistema automatico di gestione ausiliari gruppo, basato su PLC. Il PLC tipo Siemens S7 o equivalente in configurazione standard, gestirà le funzioni comuni del modulo e le funzioni di interfaccia con la rete ENEL. Il PLC acquisirà tutti i segnali analogici e digitali provenienti dal motore e provvederà al controllo degli ausiliari di gruppo ed alla loro gestione. I segnali legati ai principali sistemi di sicurezza verranno gestiti con logica cablata.

Il PLC di controllo gruppo sarà in grado di acquisire direttamente i parametri di regolazione e impostare i parametri di funzionamento del gruppo stesso; i principali parametri resi disponibili ed elaborati dal sistema di supervisione, sono i seguenti:

- Stato interruttore alternatore;
- Temperatura acqua raffreddamento motore;
- Pressione acqua raffreddamento motore;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- Temperatura olio;
- Pressione olio;
- Valore medio temperatura gas di scarico dei cilindri;
- Temperatura acqua di ritorno;
- Temperature gas di scarico di ogni singolo cilindro;
- Numero giri;
- Cosphi alternatore;
- Frequenza alternatore;
- Valore medio di corrente dell'alternatore, e correnti singole;
- Potenza attiva alternatore;
- Potenza reattiva alternatore;
- Potenza apparente alternatore.

Il sistema sarà inoltre completo di apparecchiatura elettronica di sincronizzazione, tale da poter effettuare in automatico le operazioni di parallelo con la rete dell'Ente distributore.

Il quadro sarà equipaggiato con inverter relativo alla regolazione della ventilazione all'interno del manufatto ed alla regolazione della dissipazione per emergenza del modulo.

È previsto, all'interno del manufatto prefabbricato, un quadro elettrico completo di:

- Interruttore magnetotermico, completo di: protezione elettronica, motorizzazione, bobina di apertura, chiusura, minima tensione;
- Contatore UTF completo di certificati;
- Partenza per alimentazione ausiliari gruppo e quadro di comando.

All'interno dello stesso manufatto verrà realizzato un trasformatore innalzatore in resina epossidica, con raffreddamento naturale in aria 0,4/15 kV, potenza adeguata allo scopo. Il trasformatore sarà inoltre completo dei seguenti accessori standard:

- Centralina di controllo temperatura T154 e terna di termoresistenze
- PT100 sugli avvolgimenti secondari;
- Ventilazione forzata sul nucleo e relativa centralina di comando.

L'allacciamento elettrico in BT fra il quadro DGEN ed il primario del trasformatore sarà realizzato con conduttori in doppio isolamento.

È prevista la realizzazione all'interno del manufatto, di un quadro elettrico generale di distribuzione BT al servizio della centrale e del sistema biogas, alimentato dal trasformatore innalzatore. Il quadro sarà realizzato in carpenteria metallica di adeguate dimensioni. Il quadro sarà equipaggiato con gli interruttori relativi all'alimentazione delle utenze ausiliarie e completato con gli accessori di sicurezza.

È prevista l'acquisizione dei segnali dai PLC di comando gruppo, i quali saranno abbinati ad un Personal Computer su cui verrà installata una piattaforma SCADA, dedicata alla programmazione e visualizzazione dei parametri di regolazione. Il sistema si comporrà di:

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- nr 01 PC completo di monitor
- nr 01 Pacchetto Software di supervisione
- nr 01 Modem per la connessione remota
- nr 01 Combinatore telefonico
- nr 01 Gruppo di continuità monofase

Sul circuito di dissipazione del secondo stadio intercooler e prevista la realizzazione dei seguenti componenti:

- vaso di espansione e strumentazione;
- valvola a tre vie di regolazione;
- pompa di circolazione.

La pompa sarà corredata di valvola di sezionamento, manometro, termometro.

Sul circuito dissipazione H<sub>2</sub>O motore è prevista la realizzazione dei seguenti componenti:

- vaso di espansione e linea ISPEL;
- valvola a tre vie di regolazione.

Il dissipatore d'emergenza del secondo stadio intercooler è posizionato sul tetto del manufatto ed è completo di elettroventilatori e dotato di carenatura in acciaio zincato verniciato, tubi in rame, alette in alluminio.

È prevista l'inserzione sulla linea di scarico di un depuratore catalitico ossidante con caratteristiche e dimensioni adeguate al modulo a cui è dedicato, atto ad abbattere le emissioni inquinanti.

È prevista la realizzazione di un silenziatore per l'abbattimento acustico del motore sullo scarico. Il silenziatore sarà dimensionato per ottemperare al livello di rumorosità residua di riferimento.

Su ogni circuito motore di recupero termico del modulo è derivato uno scambiatore a piastre con funzione di disaccoppiamento.

È prevista la realizzazione di una valvola servoazionata per intercettazione gas, normalmente chiusa, versione antideflagrante certificata rispondente a normativa ATEX.

È prevista la realizzazione a monte del gruppo soffiante, di un sistema di prima filtrazione costituito da un filtro a cartuccia inserito in apposito involucro di alloggiamento in acciaio inox flangiato. L'involucro è completo di scarico condensa.

È prevista la realizzazione della soffiante a compressore per biogas azionata da motore elettrico, dimensionata per l'alimentazione del modulo di cogenerazione.

È previsto un sistema di deumidificazione del biogas dimensionato per l'alimentazione del modulo di cogenerazione, costituito da:

- Scambiatore a fascio tubiero fisso per bassa pressione raffreddato ad acqua;
- Separatore di condensa in acciaio inox, installato all'uscita del refrigerante;
- scaricatori automatici di condense per biogas;
- Chiller di tipo ecologico.

Sono inoltre compresi:

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- Strumentazione a corredo: sonde di temperatura ingresso ed uscita scambiatore;
- Connessioni idrauliche relative alla messa in opera del sistema di deumidificazione;
- Linea di connessione al manufatto alloggiamento modulo, eseguita mediante tubazioni in acciaio inox.

È prevista la realizzazione di un Quadro MT di cogenerazione per interno, con le seguenti caratteristiche:

- Tensione d'isolamento: 24 kV
- Tensione nominale: 15 kV
- Numero delle fasi: 3
- Tensione nominale dei circuiti ausiliari: 24Vcc — 220Vca

I quadri e le apparecchiature previste in progetto saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI e IEC in vigore.

### 3.2. NUOVA LINEA DI PRETRATTAMENTO DELLA FORSU

Le operazioni preliminari cui verranno sottoposti i materiali organici in ingresso all'impianto saranno essenzialmente rivolte alla predisposizione della miscela (FORSU + VERDE) per l'alimentazione del sistema di biodigestione e, in sintesi, riguardano:

- **Triturazione della FORSU**, mirata alla completa apertura di tutti i contenitori e ad una omogeneizzazione e riduzione in pezzatura congruente con il successivo trattamento;
- **Deferrizzazione**, mirata alla completa eliminazione di eventuali corpi estranei ferrosi;
- **Vagliatura della FORSU triturata**, mirata a separare i corpi estranei con dimensioni non compatibili con il digestore;
- **Triturazione della Frazione Verde** (rifiuti di natura ligneo cellulosa) al fine di ridurre il materiale legnoso a dimensioni idonee per l'introduzione nel biodigestore anaerobico.

La nuova linea prevista in progetto sarà costituita dalle apparecchiature come di seguito descritte:

- **Lacerasacchi**: per aprire i sacchi e sminuzzare la frazione;
- **Nastri Trasportatori**: vari per convogliare il materiale nelle varie sezioni;
- **Miscelatore**: questo macchinario ha la funzione fondamentale di miscelare il digestato con la frazione ligneo cellulosa;
- **Deferrizzatore**: per eliminare le parti ferrose eventualmente presenti (verrà installato un nuovo macchinario);
- **Vaglio**: per eliminare le parti non trattabili per dimensione e per qualità (verrà installato un nuovo macchinario);
- **Cassoni** di contenimento scarti;

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO  
TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- **Caricatore:** installato su carroponete per l'alimentazione del biodigestore in modalità totalmente automatica (verrà installato un nuovo macchinario);

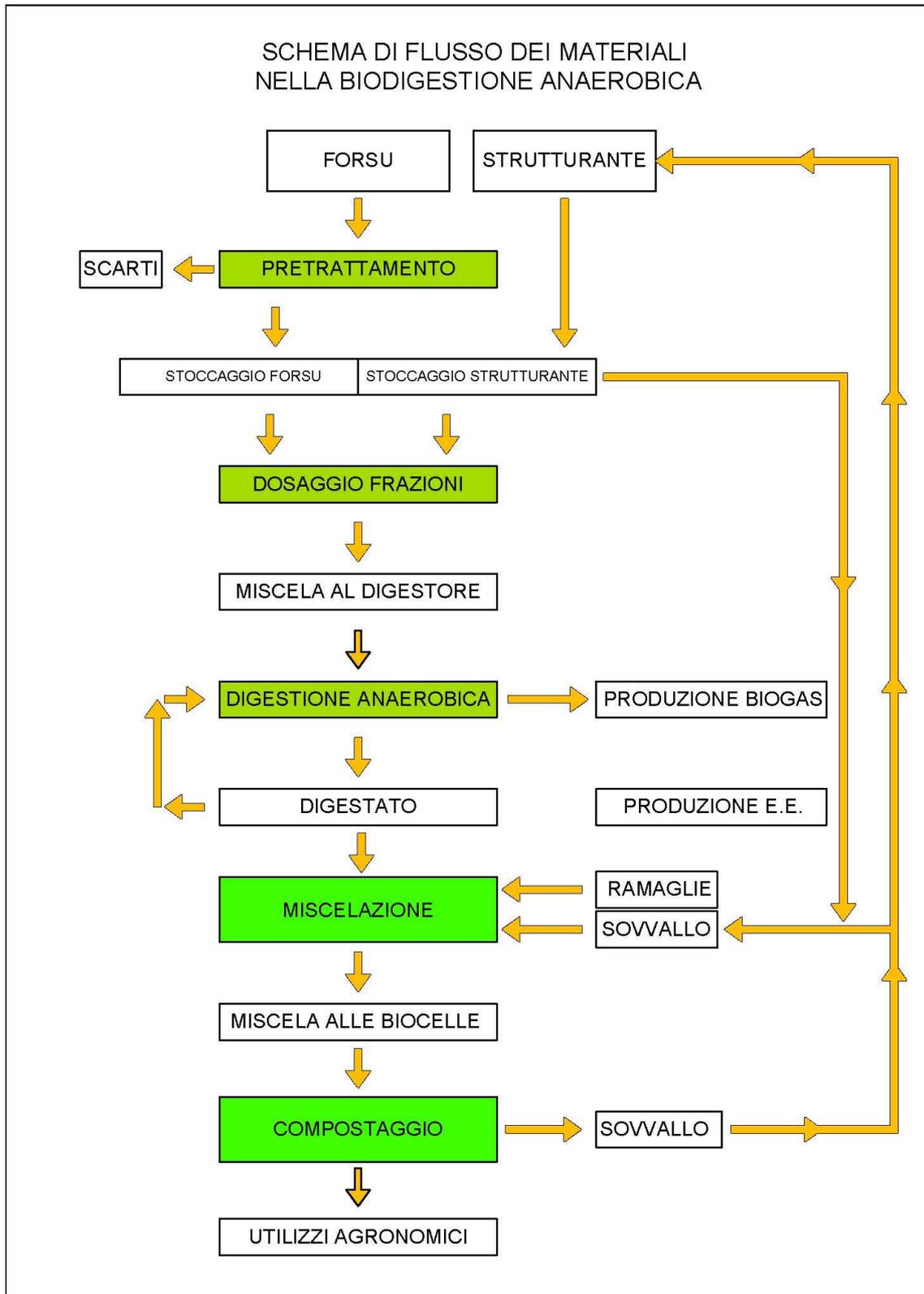
Si riporta di seguito uno schema a blocchi con l'indicazione delle varie fasi di processo che verranno attuate una volta completati gli interventi previsti in progetto.

# CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

## PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

### 3.3. QUADRO AMBIENTALE

L'introduzione di una sezione di digestione anaerobica migliora in maniera importante il quadro ambientale dell'impianto di compostaggio attualmente in esercizio, in particolare in ordine ai seguenti aspetti.

#### 3.3.1. *Miglior bilancio energetico con produzione di energia rinnovabile:*

La produzione di energia rinnovabile può azzerare il prelievo di energia elettrica dalla rete ENEL dell'attuale impianto di trattamento RSU. Infatti, il fabbisogno energetico dell'Impianto di Trattamento RSU nel 2022 è stato di circa 4.000.000 kwh, ampiamente soddisfabile con l'energia elettrica potenzialmente producibile in un anno con il cogeneratore alimentato con il biogas prodotto con l'impianto di digestione anaerobica che è pari a circa 7.000.000 kwh/anno.

Dal punto di vista delle emissioni inquinanti la combustione del biogas presenta tutti i vantaggi tipici del gas metano rispetto agli altri combustibili fossili: livelli molto bassi di idrocarburi volatili e di ossido di azoto e azzeramento di sostanze molto pericolose per la salute come piombo, zolfo e polveri sottili.

L'Impianto previsto da circa 800 Kw produrrà circa 7milioni di kWh di elettricità l'anno. (Tenendo conto che ogni cittadino consuma nel nostro contesto economico e sociale poco più di 2.800 kWh l'anno, significa soddisfare le esigenze di 2800 abitanti.)

Le formule ufficiali considerano che una Tonnellata Equivalente di Petrolio (TEP) produca 10.000 kWh. Ne deriva che l'impianto in progetto porterà ad un risparmio di 700 TEP l'anno.

Per calcolare correttamente il contributo che l'impianto in progetto porta al bilancio ambientale, occorre partire dalla consapevolezza che la produzione di energia elettrica tramite biogas emette in atmosfera CO<sub>2</sub> di origine agricola e non fossile. Infatti la biomassa, e i combustibili da essa derivati, durante la combustione o la loro trasformazione energetica emettono in atmosfera la stessa quantità di CO<sub>2</sub> che viene assorbita dai vegetali durante il processo di crescita; chiudono il ciclo del carbonio con un bilancio nullo, non impattando l'ambiente.

La produzione di energia risulta essere dunque ad emissione zero di CO<sub>2</sub> fossile e quindi ad impatto climatico (effetto serra) nullo. Dunque, con l'impiego del biogas per la produzione di energia elettrica non si toglie e non si aggiunge nulla alla CO<sub>2</sub> presente in atmosfera. Per questo si può parlare di neutralità, di invarianza del bilancio ambientale.

Anche la combustione di biogas produce CO<sub>2</sub>, ma la differenza principale, rispetto ai combustibili fossili, è che il carbonio presente nel biogas è stato preso dall'atmosfera, per attività fotosintetica delle piante.

Il ciclo del carbonio viene così chiuso entro un tempo molto breve (tra uno e qualche anno).

La produzione di biogas riduce anche le emissioni di metano (CH<sub>4</sub>) e di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O).

Il *potenziale di riscaldamento globale* indica il contributo all'effetto serra di un gas serra rispetto all'effetto della CO<sub>2</sub>, il cui potenziale di riferimento è pari a 1. Il potenziale di riscaldamento globale del metano è superiore a quello dell'anidride carbonica di 23 volte, mentre il potenziale di riscaldamento del protossido di azoto è di 310 volte. Per questi motivi la produzione di biogas è un'ottima alternativa per diminuire l'immissione dei GHG in atmosfera diminuendo il fenomeno dell'effetto sera e contribuendo a ridurre l'impatto ambientale della produzione industriale o dei trasporti.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

L'effettivo e concreto contributo positivo al bilancio ambientale deriva quindi dal così detto **costo evitato**, vale a dire dal fatto che la cogenerazione con l'impianto in progetto consente di **evitare che tale energia debba essere prodotta con un impianto tradizionale a combustibili fossili**.

Le ragioni appena illustrate sono a fondamento dell'indirizzo strategico che vede nell'impiego delle biomasse vegetali uno dei più efficienti sistemi per ridurre le emissioni di gas serra, in attuazione del Protocollo di Kyoto del 1998.

#### **3.3.2. Contenimento dei problemi olfattivi:**

Poiché le fasi maggiormente odorigene sono gestite in un reattore chiuso si avrà un migliore controllo degli impatti olfattivi.

Anche durante il post-compostaggio aerobico si avranno consistenti vantaggi in tal senso poiché il digestato è già un materiale semi-stabilizzato. Infatti, a seguito della digestione anaerobica della FORSU si avrà una minore concentrazione di sostanze odorigene nei flussi d'aria aspirati dai capannoni mantenuti in costante depressione per effetto dell'abbattimento delle sostanze facilmente decomponibili nel digestore anaerobico.

I materiali estratti dal digestore e miscelati con i residui lignocellulosici, introdotti poi nelle biocelle per circa 14÷18 giorni ed estratti per avviarli a maturazione finale risultano più stabili e meno carichi di composti odorigeni.

Se si correla il potenziale di odori con l'indice respirometrico si evince in misura netta che la biomassa estratta dai tunnel si caratterizza per un bassissimo valore dell'IR: attorno a 400÷500 mg/Kg VS\*h, a significare un basso residuo odorigeno.

Si tenga conto che negli impianti di solo compostaggio al termine della prima fase intensiva in biocelle si ritiene efficace un trattamento che porti IR a valori di poco inferiori a 1.300 mg/Kg VS\*h.

Al termine della fase di maturazione di un compost che ha subito anche il processo di digestione anaerobica l'IR cala fino a 350 mg/Kg VS\*h, e anche meno, un valore molto vicino a quello delle torbe, ossia di materiali che non generano più alcun impatto odoroso.

Se, pertanto, gli impianti di compostaggio spesso o talvolta fanno registrare situazioni di conflittualità con il territorio sotteso per problematiche legate alla diffusione di sostanze che arrecano disturbo alla popolazione residente, la combinazione digestione anaerobica-compostaggio, così come prospettata nella presente proposta progettuale, recupera ottime condizioni di compatibilità con il territorio. Tale aspetto è anche chiaramente segnalato dalle associazioni ambientaliste che hanno recentemente assegnato la bandiera verde ad un impianto analogo.

Questo successo, legato alla sequenza di processi anaerobici e aerobici, alleggerisce di molto anche il carico delle immissioni ed emissioni dei presidi ambientali esistenti (scrubber e biofiltri).

#### **3.3.3. Maggiori garanzie di riduzione degli organismi patogeni grazie al doppio passaggio termico:**

La combinazione anaerobico-aerobico garantisce una minore esposizione a rischi igienico-sanitari per gli addetti ai lavori e per la comunità circostante. Si considerino infatti i seguenti gradienti termici, relativi alle due fasi di processo:

PROCESSO DI DIGESTIONE ANAEROBICA A SECCO, TERMOFILO (51÷55°C)

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

I rifiuti umidi da raccolta differenziata, dopo essere stati triturati e vagliati a 60 mm, vengono introdotti nel digestore ove permangono circa 25 giorni alla temperatura di 51÷55°C.

#### PROCESSO DI STABILIZZAZIONE AEROBICA IN BIOCELLE

Ultimata la fase in digestore, la massa viene miscelata con materiali lignocellulosici e disposta in cumulo nelle biocelle servite da ventilazione forzata, al fine di favorire la completa decomposizione dei composti organici e dar corso ai processi di umificazione che proseguiranno nella successiva fase di maturazione. Le biocelle sono a tenuta, controllate da PLC (temperatura, pressione, portata d'aria), tempo di residenza 14÷18 giorni e al loro interno si raggiungono per lunghi periodi temperature superiori ai 55 °C. All'uscita delle biocelle, qualora necessario, le masse potranno completare la biostabilizzazione sulle platee aerate esistenti.

#### FASE DI MATURAZIONE

All'uscita dalle platee aerate) le masse completeranno la fase di compostaggio nella sezione di maturazione, dove sosterranno fino al raggiungimento dei 90 giorni previsti dalla Autorizzazione e alla verifica dei parametri richiesti dal D.Lgs. n. 75/2010. Le sonde di temperatura durante tale fase indicano in genere valori compresi tra 45 e 50 °C.

#### CONCLUSIONI

Il tempo di processo complessivo effettivo delle fasi biologiche è di circa 75 giorni e la temperatura delle masse per almeno 45÷50 giorni è superiore a 50°C, condizione questa che garantisce la completa igienizzazione dei materiali a tutela della salute pubblica.

#### **3.3.4. Modesto impegno di superficie aggiuntiva**

Gli interventi edili necessari per adeguare l'attuale impianto di compostaggio con l'inserimento della sezione di digestione anaerobica comportano un ampliamento modesto della superficie dei capannoni esistenti grazie alla compattezza dell'impiantistica per la digestione anaerobica: 335 mq di ampliamento dei capannoni esistenti e 272 mq di superficie occupata dal digestore anaerobico, a fronte di circa 18.000 mq esistenti tra capannoni e tettoie.

Inoltre, ai sensi dell'art. 34 del D.Lgs. 50/2016 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" si provvederà ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM D.M. 24 dicembre 2015 (G.U. n. 16 del 21 gennaio 2016).

Gli aspetti ambientali verranno tenuti in debito conto anche nelle procedure di scelta del contraente.

Infatti, i criteri ambientali minimi definiti dal decreto di cui al comma 1 del medesimo art. 34 saranno tenuti in considerazione anche ai fini della stesura dei documenti di gara per l'applicazione del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi dell'articolo 95, comma 6.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

### 3.4. EDIFICI PREVISTI IN PROGETTO

#### 3.4.1. Descrizione situazione esistente

Nella sezione Impiantistica esistente di trattamento della FORSU, il materiale in ingresso è costituito da due correnti separate: il materiale lignocellulosico e il materiale organico.

Il **materiale lignocellulosico**, costituito da ramaglie, tronchi e foglie in quantità media di circa il 25-30% del totale conferito, non arriva all'impianto con regolarità giornaliera ma, a causa della stagionalità delle operazioni di potatura, si avranno periodi con elevati quantitativi conferiti e altri con quantitativi insignificanti.

A questo scopo è presente un'area di stoccaggio all'aperto delle dimensioni di 20 x 50 m coperta con una tettoia.

Attualmente il **materiale organico**, costituito da rifiuti verdi da ortofrutta e sfalci di erba, da residui di cibo e scarti organici di utenze private, mense e mercati, è conferito in una platea ("F") realizzata in ambiente chiuso e tenuta costantemente in depressione.

Il capannone di ricezione è diviso in due sezioni, quella per l'accesso dei mezzi (area "E") e quella (area "F") per lo scarico e il pretrattamento del materiale.

La soluzione individuata prevede due zone separate per lo scarico e per lo stoccaggio del materiale organico da trattare. La prima zona, chiamata zona di scarico, è costituita da tre accessi in pendenza che consentono le operazioni di scarico del materiale organico da trattare da un piano sopraelevato di circa 1,20 m rispetto all'area di stoccaggio.

Ciò consente di evitare che le ruote del veicolo conferitore, in fase di manovra e scarico, possano venire a contatto con il materiale già stoccato con la possibilità di trasportare all'esterno materiali putrescibili.

La procedura di conferimento prevede che il camion entri a marcia indietro nell'area adibita allo scarico posta in pendenza. Quando il camion si trova in posizione, può scaricare la materia organica da trattare sul pavimento dell'area di ricezione e stoccaggio, come visto posto ad una quota inferiore di circa 120 cm rispetto al piano di scarico. Gli accessi all'area di scarico, costituita da 3 rampe, avviene grazie a 3 portoni ad avvolgimento rapido che, in maniera del tutto automatizzata, si aprono per consentire l'ingresso dei camion conferitori e si chiudono prima della fase di scarico. È presente, inoltre, un ulteriore accesso a raso, chiuso anch'esso da un portone ad avvolgimento rapido per l'ingresso diretto, in caso di necessità e/o manutenzioni, alla zona di scarico.

Nella zona di ricezione e stoccaggio, delimitata da muretti paracolpi perimetrali, il materiale conferito viene accumulato tramite una macchina operatrice in attesa del suo successivo carico nella tramoggia del trituratore lacerasacchi.

## CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

### PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

In tale zona di stoccaggio e pretrattamento dei materiali conferiti, sono realizzate opportune pendenze del pavimento per consentire il convogliamento di eventuali liquidi di percolazione verso appositi pozzetti di raccolta.

#### 3.4.2. Descrizione interventi in progetto

Il presente Progetto prevede l'**Ampliamento dell'Edificio** destinato alla sezione per la valorizzazione delle frazioni organiche provenienti dalla raccolta differenziata per l'installazione della sezione di alimentazione e delle nuove apparecchiature e macchinari di pretrattamento.

Più specificatamente, è prevista la realizzazione di due nuovi ambienti: uno, contraddistinto dalle lettere "E<sub>1</sub>", in adiacenza all'ambiente "E", delle dimensioni in pianta pari a 10,25 m x 20,85 m ed altezza pari a 8,00 m, per una superficie di 213 mq; l'altro, contraddistinto dalle lettere I<sub>1</sub>, in adiacenza dell'ambiente "I" ed "M", delle dimensioni in pianta pari a 15,10 m x 21,85 m ed altezza pari a 8,00 m, per una superficie di 330 mq.

L'**ambiente "E<sub>1</sub>"** assumerà la funzione di nuova zona di accesso allo scarico dei mezzi conferitori attualmente prevista nell'ambiente "E" e pertanto verrà realizzata con il pavimento inclinato e sopraelevato. Ciò consentirà di realizzare nell'attuale ambiente "E" una fossa di scarico della FORSU da cui una apposita benna a grappolo installata su carroponete, in maniera del tutto automatica, preleverà il materiale da inviare a pretrattamento e successivo invio al biodigestore in progetto.

Anche in tale ambiente sono previste 3 rampe, chiuse da 3 portoni ad avvolgimento rapido che, in maniera del tutto automatizzata, si aprono per consentire l'ingresso dei camion conferitori e si chiudono prima della fase di scarico. E anche in questo caso è presente un ulteriore accesso a raso, chiuso anch'esso da un portone ad avvolgimento rapido per l'ingresso diretto, in caso di necessità e/o manutenzioni, alla zona di scarico "F".

La realizzazione di una siffatta nuova zona di accesso ai mezzi conferitori, mantenendo in funzione i portoni ad avvolgimento rapido esistenti, consentirà di realizzare una zona filtro in quanto questi potranno aprirsi, per consentire lo scarico nella nuova fossa di scarico, una volta che quelli previsti in progetto verranno chiusi dopo l'accesso dei mezzi.

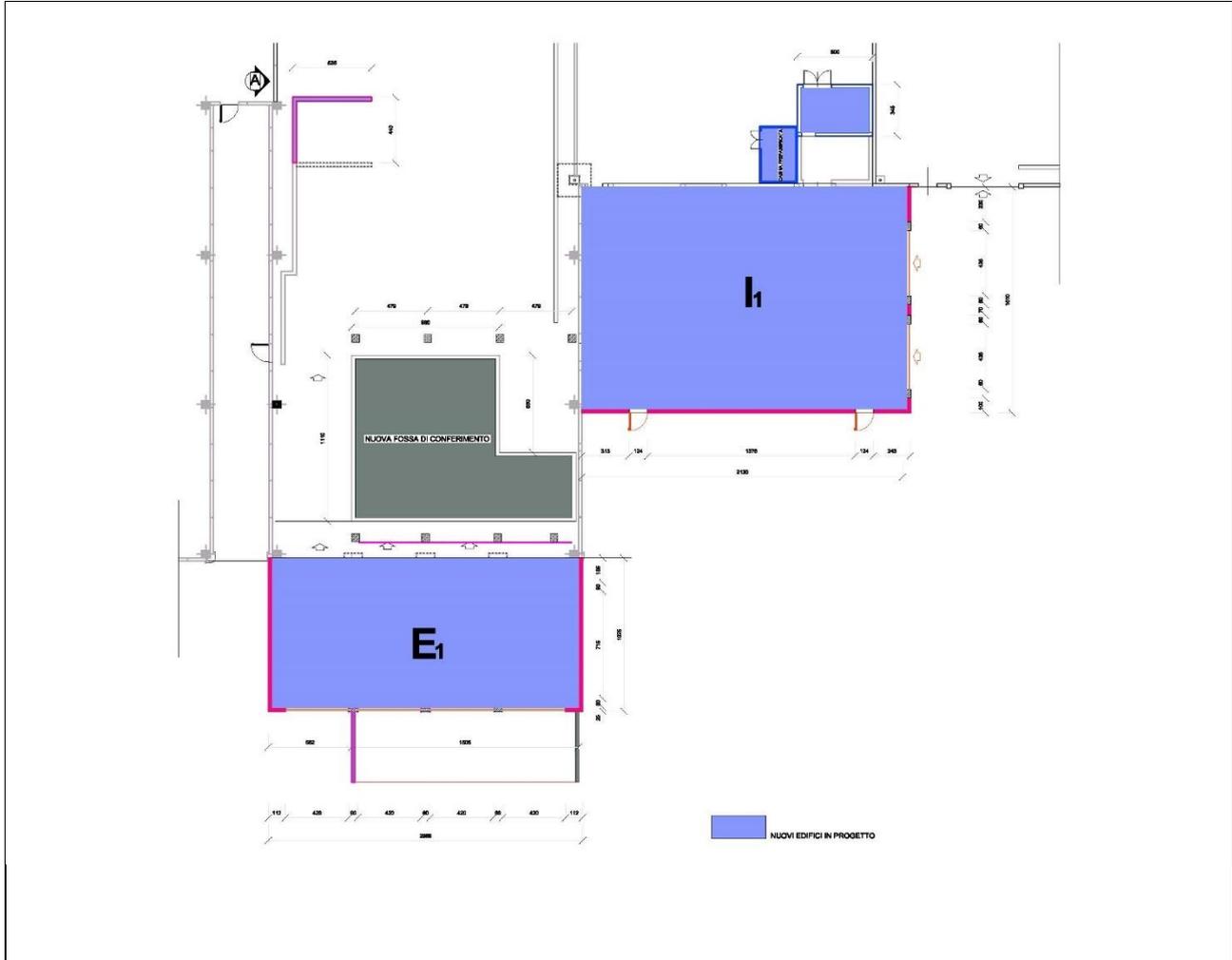
Nella nuova configurazione l'ambiente "F" continuerà a mantenere, in caso di necessità – per esempio in caso di guasto della benna a carroponete – o nella fase di realizzazione dei nuovi interventi in progetto, la funzione di stoccaggio temporaneo della FORSU.

# CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

## PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



PIANTA NUOVI AMBIENTI IN PROGETTO

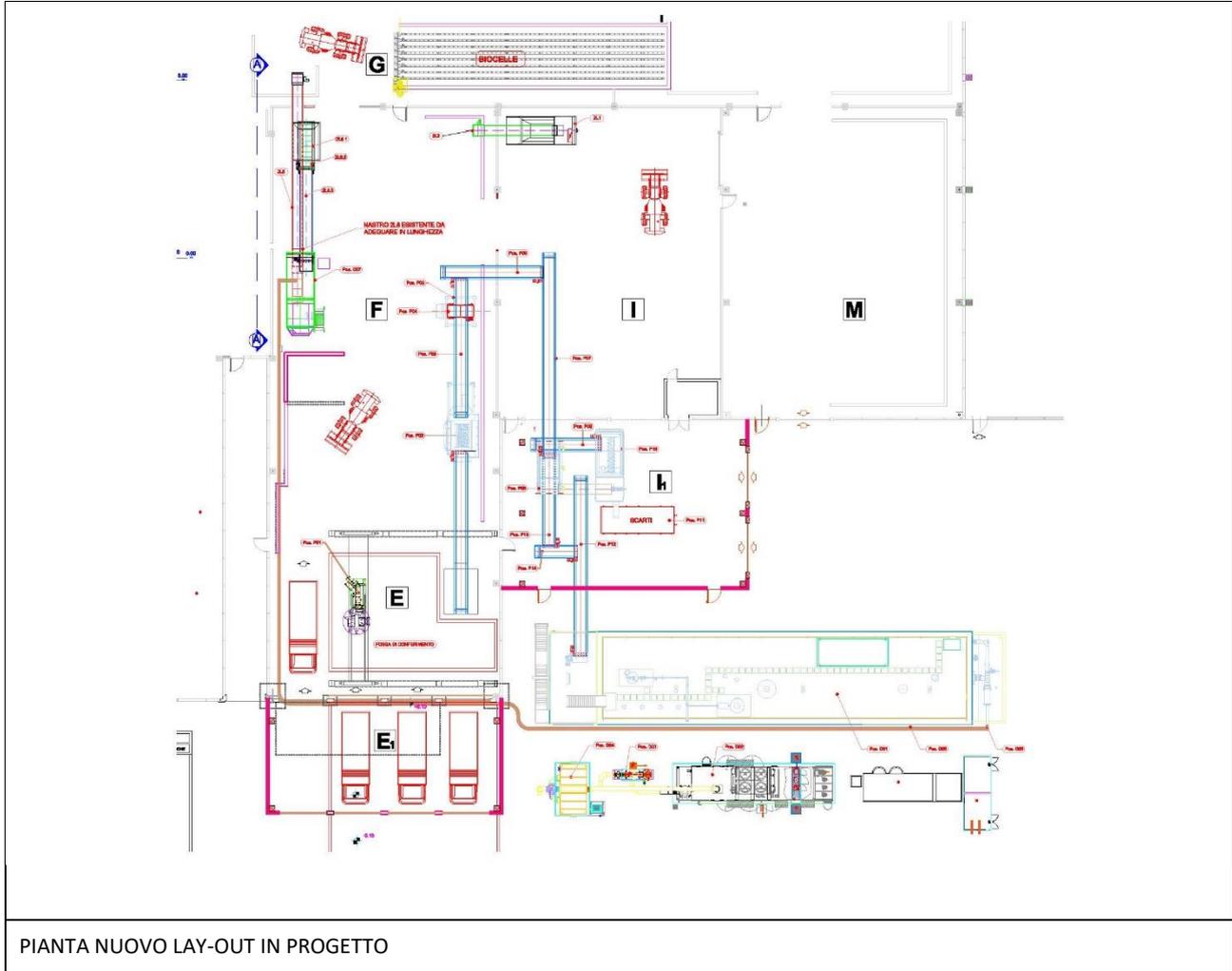
L'ambiente "I<sub>1</sub>" si rende necessario per consentire l'installazione delle nuove apparecchiature previste in progetto così come si evince dallo schema di lay out di progetto.

# CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

## PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A	RELAZIONE GENERALE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



PIANTA NUOVO LAY-OUT IN PROGETTO

Nell'apposita relazione sulle opere civili verranno descritte le caratteristiche costruttive dei nuovi edifici in progetto.

L'UFFICIO TECNICO DEL CONSORZIO  
(Dott. Ing. Agostino Pruneddu)