

		<b>DOC. N. 161385 R200</b>		Pag.	1/46
				Rev.	0
<b>Committente</b>	IBT EUROPE GmbH Via Guglielmo Marconi, 51 - 31020 Villorba (TV)				
<b>Contratto</b>	--				
Titolo/Title  <p style="text-align: center;"><b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ex 387/2003</b></p>					
Autore/Author				 	
Via G. Garibaldi, 81 - 15067 Novi Ligure (AL) tel. 0143.72581 - email: <a href="mailto:info@pwen.eu">info@pwen.eu</a> - C.F./P.IVA 02521140067					
Cliente /Customer:	CAP HOLDING Spa				
Progetto/Project	IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS				
Impianto/Site	AMIACQUE Srl Via Daniele Manin, 255 20099 – Sesto San Giovanni (MI)				
Cod. Cliente/Customer N.					
2					
1					
0	Emissione	23/02/2017	Guerra	Guerra	Guerra
Rev.	Descrizione	Data	Prepar.	Contr.	Approv.

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	2	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

## Sommario

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Documenti di riferimento .....</b>	<b>5</b>
2.1	Autorizzazioni pregresse.....	5
2.2	Elaborati .....	5
2.3	Norme e leggi .....	6
<b>3</b>	<b>Contesto di inserimento dell'impianto .....</b>	<b>9</b>
3.1	Sito dell'intervento .....	9
3.2	Caratteristiche dell'impianto esistente .....	10
3.2.1	Dati impianto .....	10
3.2.2	Fasi di trattamento .....	10
3.2.3	Centrale termica .....	14
<b>4</b>	<b>Fonte energetica .....</b>	<b>14</b>
4.1	Caratteristiche del biogas .....	14
4.2	Quantitativi di produzione di biogas .....	14
4.3	Schema di flusso biogas.....	15
<b>5</b>	<b>Impianto di cogenerazione .....</b>	<b>17</b>
5.1	Scelta tecnologica .....	17
5.2	Descrizione impianto.....	17
5.2.1	Sistema di rimozione dell'acido solforico.....	18
5.2.2	Soffiante per il biogas .....	20
5.2.3	Sistema di trattamento, deumidificazione e compressione biogas .....	20
5.2.4	Microturbine Capstone CR65 .....	21
5.2.4.1	Principio di funzionamento .....	22
5.2.4.2	Unità di generazione elettrica.....	22
5.2.4.3	Camino impianto .....	25
5.2.4.4	Quadro Elettrico .....	26
5.2.4.5	Unità di scambio termico .....	28

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.		161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.		3	di	46
				Rev.		Data		
				0		23/02/2017		

5.3	Trattamento rifiuti prodotti dall'impianto di microcogenerazione .....	29
6	<b>Realizzazione intervento .....</b>	<b>30</b>
6.1	Area di installazione.....	30
6.2	Opere civili.....	30
6.2.1	Scavi .....	30
6.2.2	Armature .....	30
6.2.3	Platea.....	30
6.2.4	Anello e strada di accesso .....	31
6.3	Collegamenti elettrici .....	31
6.4	Altri collegamenti .....	32
6.4.1	Linea biogas .....	32
6.4.2	Linea acqua calda.....	32
6.4.3	Linea fumi.....	32
7	<b>Modalità di esercizio dell'impianto .....</b>	<b>33</b>
8	<b>Computo metrico estimativo impianto.....</b>	<b>35</b>
9	<b>Quadro energetico ed emissivo di progetto .....</b>	<b>36</b>
9.1	Caratteristiche tecniche dell'impianto di microcogenerazione .....	36
9.2	Stima di produzione dell'impianto di microcogenerazione .....	37
9.3	Stima di produzione da centrale termica a integrazione .....	38
9.4	Ipotesi di esercizio dell'impianto.....	38
9.5	Caratteristiche energetiche.....	39
9.6	Caratteristiche emissive .....	40
9.7	Calcolo del PES .....	42
10	<b>Vita utile dell'impianto e dismissione.....</b>	<b>43</b>
10.1	Vita utile dell'impianto .....	43
10.2	Modalità di dismissione e costi .....	43
10.3	Modalità di ripristino e costi .....	43
11	<b>Quadro economico di esercizio.....</b>	<b>44</b>
12	<b>ALLEGATO 1: Cartografia di inquadramento territoriale impianto su base C.T.R.....</b>	<b>45</b>

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			161385-R200_00		
				Relazione Tecnica AU		
				Pag.	4	di 46
				Rev.	Data	
		0	23/02/2017			

13	<b>ALLEGATO 2: Estratto P.R.G./P.G.T.</b>	45
14	<b>ALLEGATO 3: Estratto mappa catastale</b>	45
15	<b>ALLEGATO 4: Disegni di dettaglio</b>	45
16	<b>ALLEGATO 5: Documentazione fotografica</b>	45
17	<b>ALLEGATO 6: Schemi di connessione</b>	45
18	<b>ALLEGATO 7: Relazione previsionale impatto acustico</b>	45
19	<b>ALLEGATO 8: Planimetria generale, layout e sezioni di impianto</b>	45
20	<b>ALLEGATO 9: Relazione campi elettromagnetici</b>	45
21	<b>ALLEGATO 10: Relazione geotecnica</b>	45
22	<b>ALLEGATO 11: Schede tecniche Capstone</b>	45
23	<b>ALLEGATO 12: Schede tecniche caldaie esistenti</b>	45
24	<b>ALLEGATO 13: Autorizzazione alle emissioni</b>	45
25	<b>ALLEGATO 14: Autorizzazione agli scarichi</b>	45
26	<b>ALLEGATO 15: Relazione paesaggistica</b>	45
27	<b>ALLEGATO 16: Protocollo pratica VVF</b>	46
28	<b>ALLEGATO 17: Preventivo per la connessione</b>	46
29	<b>ALLEGATO 18: Copia dei titoli di disponibilità delle aree</b>	46
30	<b>ALLEGATO 19: Copia carta di identità</b>	46
31	<b>ALLEGATO 20: Ricevuta pagamento oneri istruttori</b>	46

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	5	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

## 1 Premessa

La presente relazione riporta la descrizione del nuovo impianto di microcogenerazione di proprietà Amiacque S.r.l., alimentato a biogas, da installarsi presso l'impianto di depurazione dei reflui fognari di proprietà del Comune di Sesto San Giovanni ed in gestione a Amiacque S.r.l. – Gruppo CAP Holding, sito nel Comune di Sesto San Giovanni (MI), in Via Daniele Manin 255.

L'impianto sarà alimentato dal biogas prodotto dal trattamento dei reflui fognari mediante l'impianto di digestione anaerobica esistente e attualmente utilizzato a servizio della centrale termica.

Il nuovo impianto di microcogenerazione avrà una potenza elettrica nominale pari a 130 kW; sarà inoltre possibile recuperare dai fumi di scarico una potenza termica pari a circa 250 kW termici, che verranno interamente impiegati per il mantenimento della temperatura dei digestori anaerobici esistenti.

Il presente documento si prefigge lo scopo di descrivere, tra l'altro:

- le opere e gli impianti che verranno realizzati
- il tipo di tecnologia scelto
- le caratteristiche della fonte utilizzata
- le modalità di esercizio dell'impianto.

## 2 Documenti di riferimento

### 2.1 Autorizzazioni pregresse

Titolo
Autorizzazione alle Emissioni in Atmosfera – Provvedimento Dirigenziale, Città Metropolitana di MILANO – Area Tutela e Valorizzazione Ambientale-Sezione Qualità dell'aria, Rumore e Energia - Prot. N.164722/2015 del 29/06/2015
Autorizzazione alle Scarico, in corso d'acqua superficiale, delle acque reflue decadenti dall'agglomerato: AG01520901 Comune di Sesto San Giovanni – Provvedimento Dirigenziale, Città Metropolitana di MILANO – Area Tutela e Valorizzazione Ambientale-Sezione Risorse Idriche e Attività estrattive - Prot. N.78058/2016 del 11/04/2016

### 2.2 Elaborati

Allegato	N. Documento	Titolo
1	161385 - L 2 0 1 - 0 0	Cartografia di inquadramento territoriale impianto su base C.T.R.
2	161385 - L 2 0 2 - 0 0	Estratto P.R.G./P.G.T. con ubicazione impianto

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	6	di	46
			Rev.	0	Data 23/02/2017	

3	161385 - L 2 0 3 - 0 0	Estratto mappa catastale con individuazione mappali interessati e visure delle proprietà
4	161385 - L 2 0 4 - 0 0	Disegni di dettaglio dell'impianto
5	161385 - R 2 0 5 - 0 0	Documentazione fotografica ante intervento con indicazione dei punti di scatto
6	161385 - E 2 0 6 - 0 0	Schema Elettrico Unifilare Impianto
7	161385 - R 2 0 7 - 0 0	Relazione Tecnica Impatto Acustico
8	161385 - L 2 0 8 - 0 0	Planimetria generale, layout e sezioni di impianto
9	161385 - R 2 0 9 - 0 0	Relazione Tecnica campi elettromagnetici
10	161385 - R 2 1 0 - 0 0	Relazione geotecnica
11		Schede tecniche Capstone Technical Reference 410065 Rev. B (April 2008) – Emissioni in atmosfera
12		Scheda tecnica caldaie attuali centrale termica
13		Autorizzazione alle Emissioni in Atmosfera – Provvedimento Dirigenziale, Città Metropolitana di MILANO – Area Tutela e Valorizzazione Ambientale-Sezione Qualità dell'aria, Rumore e Energia - Prot. N.164722/2015 del 29/06/2015
14		Autorizzazione alle Scarico, in corso d'acqua superficiale, delle acque reflue decadenti dall'agglomerato: AG01520901 Comune di Sesto San Giovanni – Provvedimento Dirigenziale, Città Metropolitana di MILANO – Area Tutela e Valorizzazione Ambientale-Sezione Risorse Idriche e Attività estrattive - Prot. N.78058/2016 del 11/04/2016
15	161385 - R 1 0 0 - 0 0	Relazione paesaggistica e relativi allegati
16		Copia Mod-Pin protocollato Relazione Tecnica di Prevenzione Incendi

### 2.3 Norme e leggi

Legge n° 186 del 01/03/1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
D.P.R 1 Agosto 2011, n.151	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	7	di 46
			Rev.	0	Data 23/02/2017

D.Lgs. 16 Marzo 1999, N. 79 e s.m.i.	Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.
D.Lgs. 29 Dicembre 2003, N. 387	Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152	Norme in materia ambientale.
D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.M. 24/11/1984	Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8
D.M. 30/11/1983	"Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi"
D.M. 7/08/2012	Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.
D.M. 13/07/2011	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.
D.M. 22/01/2008 n.37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
CEI 20-22	Prove d'incendio su cavi elettrici
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
UNI 9165:2004	Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	8	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

UNI 9034:2004	Condotte di distribuzione del gas con pressione massima di esercizio minore o uguale 0,5 MPa (5 bar) - Materiali e sistemi di giunzione
UNI 10255:2007	Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10208:2003	Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni a doppio strato a base di polietilene applicati mediante estrusione
UNI EN 12007-1:2012	Infrastrutture del gas - Condotte con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar - Parte 1: Raccomandazioni funzionali generali
UNI EN 12007-3:2015	Trasporto e distribuzione di gas - Condotte con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar - Parte 3: Raccomandazioni funzionali specifiche per condotte di acciaio



	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	9	di	46
				Rev.	Data 023/02/2017		
				0			

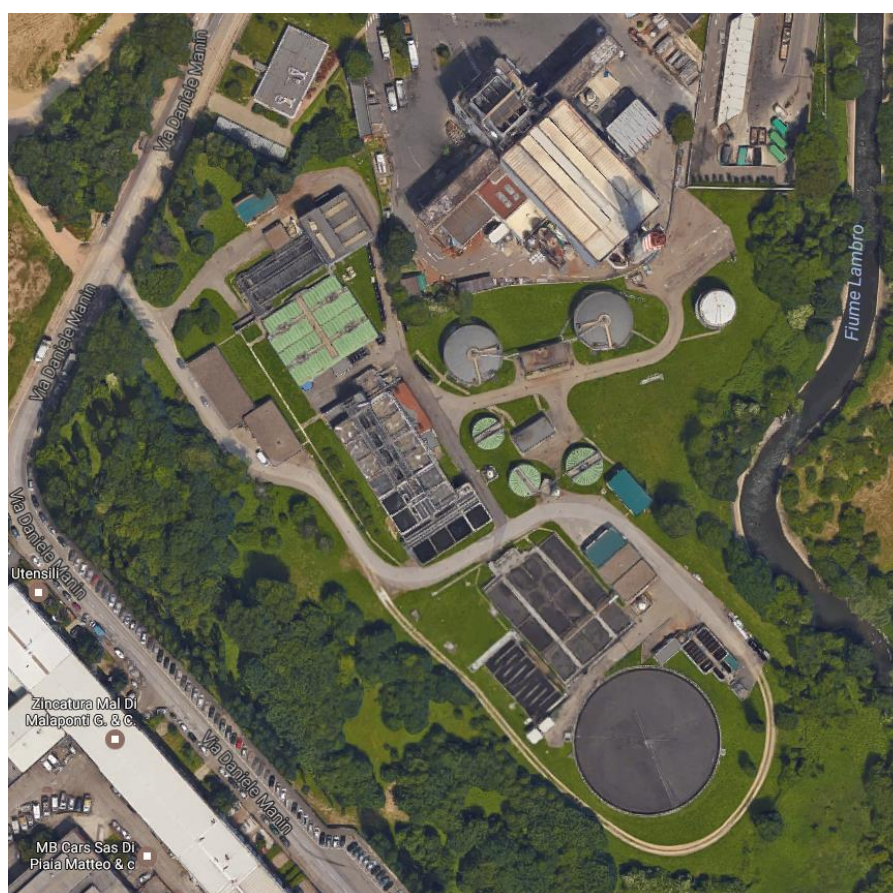
### 3 Contesto di inserimento dell'impianto

#### 3.1 Sito dell'intervento

Il depuratore dei reflui fognari di Sesto San Giovanni è ubicato nella zona sud-est della città, in prossimità della sponda destra del fiume Lambro, ed è un'area destinata ad "Attrezzature tecnologiche" come previsto dal PGT vigente. L'impianto confina rispettivamente con:

- a Nord con: termovalorizzatore CORE - altra proprietà
- a Est con: Fiume Lambro
- a Sud con: Via Daniele Manin
- a Ovest con: Via Daniele Manin

Il sito è soggetto a vincolo paesaggistico in quanto rientra nella categoria *Fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde*, secondo il D.Lgs. 42/2004, Art. 142, comma 1, lettera c ed è interessato dai vincoli posti dal "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po" (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino3. Nello specifico l'area rientra nel limite esterno della fascia C "area di inondazione per piena catastrofica".



**Figura 1 - Vista satellitare impianto AMIACQUE Srl**

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	10	di	46
				Rev.	Data 0 23/02/2017		

### 3.2 Caratteristiche dell'impianto esistente

L'impianto di depurazione dei reflui fognari del Comune di Sesto San Giovanni è gestito da Amiacque S.r.l., società del gruppo CAP Holding S.p.a.

L'impianto si sviluppa su una superficie pari a circa 59.000 m<sup>2</sup>, di cui circa 500 m<sup>2</sup> coperta dai principali fabbricati oggetto delle attività.

L'impianto esistente è destinato alla depurazione biologica dei reflui provenienti dai rami fognari del Comune di Sesto San Giovanni e di Cinisello Balsamo. I reflui trattati sono composti sia da scarichi industriali che da scarichi civili, con prevalenza di questi ultimi. I territori serviti dall'impianto determinano una potenzialità autorizzata pari a 150.000 A.E.

Le acque depurate dall'impianto vengono scaricate nel Fiume Lambro.

L'impianto è costituito da due linee di trattamento, una a moduli Biofor e l'altra di tipo a fango biologico con ossidazione/nitrificazione.

L'impianto è dotato di un sistema di supervisione che provvede alla registrazione dei principali parametri di funzionamento dell'impianto e al comando a distanza di quasi tutte le apparecchiature; attraverso il collegamento con il sistema di teleallarme garantisce il servizio di pronto intervento in caso di guasti o disservizi anche nelle ore in cui l'impianto non è presidiato da personale.

#### 3.2.1 Dati impianto

I dati caratteristici dell'impianto di trattamento delle acque reflue sono nel seguito riportati:

- Portata media acque reflue in ingresso Q<sub>nm</sub> 49.500 m<sup>3</sup>/d
- Potenzialità 150.000 A.E.

#### 3.2.2 Fasi di trattamento

Il ciclo di trattamento dell'impianto di depurazione è costituito da:

– **LINEA ACQUE:**

- Opere di presa e sfioratore
- Grigliatura grossolana
- Sollevamento iniziale
- Grigliatura fine
- Dissabbiatura, disoleatura e pre-areazione, separazione grassi

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	11	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

- Decantazione lamellare
- Ripartizione della portata (30% alla sezione biologica classica, 70% alla sezione di biofiltrazione) e sollevamento intermedio (è anche presente un ulteriore bypass per lo sfioro delle portate di pioggia)
  1. Linea fanghi attivi: ossidazione biologica con denitrificazione-nitrificazione combinata, defosfatazione chimica, sedimentazione secondaria, trattamento terziario - costituito da un decantatore a pacchi lamellari - disinfezione mediante acido peracetico;
  2. Linea biofiltrazione: i moduli utilizzati sono di quattro tipi: moduli C, ossigenati, per la rimozione del COD e dei solidi sospesi; moduli PREDN, anossici, per la rimozione dei nitrati; i liquami in uscita da tali moduli passano ai moduli CN per la seconda fase di ossidazione e la rimozione di un'ulteriore quota del COD e di azoto; infine i moduli POSTDN completano la denitrificazione;

– **LINEA FANGHI:**

- Pre-ispessimento
- Addensamento dinamico (fase opzionale)
- Digestione anaerobica in due digestori
- Post-ispessimento in vasca circolare dei fanghi provenienti dai digestori
- Disidratazione meccanica tramite centrifuga dei fanghi.

– **LINEA BIOGAS:**

- Gasometro per stoccaggio del biogas prodotto dalla sezione anaerobica
- Torcia per lo smaltimento delle eccedenze

Nel seguito si descrivono brevemente le fasi principali del processo.

### **Grigliatura grossolana**

Le acque reflue vengono recapitate al depuratore attraverso la rete fognaria comunale. La grigliatura grossolana ha il compito di trattenere ed eliminare solidi di dimensioni superiori a 50 mm, contenuti nelle acque reflue urbane.

### **Sollevamento iniziale**

Con l'ausilio di pompe, i reflui grigliati vengono sollevati ad una quota sufficiente a consentire che parte dei successivi trattamenti avvenga per caduta.

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	12	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

### **Grigliatura fine**

Le griglie fini, analogamente alle griglie grossolane, trattengono altra quota di rifiuti solidi di dimensione superiore a 3 mm.

### **Dissabbiatura e Disoleatura**

Le acque reflue grigliate, nelle vasche di dissabbiatura e disoleatura, vengono private di sabbie e materiali grassi. Le sabbie depositate sul fondo dei bacini di trattamento, vengono asportate con l'ausilio di pompe, lavate ed inviate in cassonetti di raccolta per essere smaltite. Le sostanze grasse vengono disemulsionate tramite blanda insufflazione d'aria, raschiate dalla superficie delle vasche di trattamento ed inviate in pozzetti di raccolta per essere smaltite.

### **Decantazione Lamellare**

In questa fase di trattamento, per effetto di sedimentazione ottenuta tramite pacchi lamellari, viene separata una quota di carico inquinante contenuto nei liquami. I solidi depositati sul fondo dei bacini di trattamento, denominati fanghi primari, vengono periodicamente estratti ed avviati ai trattamenti previsti dalla linea fanghi. I materiali galleggianti eventualmente presenti, con sistema apposito, vengono estratti dalla superficie e inviati nei pozzetti di raccolta della dissabbiatura, disoleatura.

### **Vasche di Ossidazione Biologica – Vasche di biofiltrazione (Biofor)**

Una parte dei reflui decantati, per caduta arriva alle Vasche di Ossidazione Biologica. L'altra parte viene sollevata alle Vasche Biofor. I due trattamenti sono analoghi per principio, sfruttano infatti la capacità dei microrganismi, derivanti dal metabolismo umano/animale e contenuti nelle acque reflue urbane, di degradare e consumare la sostanza organica inquinante. Il processo di degradazione viene favorito insufflando nei bacini di trattamento adeguate quantità d'aria. Il trattamento porta alla formazione di fanghi che contengono microrganismi e sostanza inquinante. I fanghi si trovano sospesi nell'intero volume di trattamento dei bacini di ossidazione, adesi a substrato costituito da biolite nelle vasche Biofor. I liquami che subiscono il trattamento nelle Vasche di Ossidazione Biologica, passano ai trattamenti di sedimentazione secondaria, trattamento terziario e disinfezione. I liquami trattati nelle Vasche Biofor, vengono inviati direttamente alla disinfezione.

### **Vasca di sedimentazione secondaria**

I liquami provenienti dalle Vasche di Ossidazione Biologica, vengono inviate alla Vasca di Sedimentazione nella quale avviene la separazione acqua – fanghi. I fanghi, depositati sul fondo della vasca, vengono continuamente estratti e riciclati alle Vasche di Ossidazione Biologica o inviati in testa all'impianto per essere estratti ed avviati ai trattamenti previsti dalla linea fanghi

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	13	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

congiuntamente ai fanghi primari prodotti dalla Decantazione Lamellare. I liquami subiscono invece trattamento terziario.

### **Trattamento Terziario – Densadeg**

I liquami, privati del fango nella fase di Sedimentazione secondaria, vengono sollevati ed per essere alimentati in vasche di contatto nelle quali vengono addizionati reagenti che facilitano l'aggregazione di solidi sospesi residui. Passano poi ad bacino di sedimentazione a pacchi lamellari che facilita la precipitazione dei fanghi sul fondo. I fanghi estratti vengono avviati alla linea di trattamento fanghi. I liquami pervengono alla sezione di Disinfezione.

### **Vasca di disinfezione**

I liquami depurati provenienti dal Trattamento Terziario e dalle Vasche Biofor, vengono congiuntamente sottoposti a disinfezione ottenuta addizionando sostanza chimica in grado di eliminare il contenuto microbico residuo. Al termine del trattamento di disinfezione vengono restituite al corpo idrico ricettore (fiume Lambro).

### **Linea fanghi**

I fanghi estratti dalle fasi di trattamento descritte, vengono sottoposti ad ispessimento statico allo scopo di aumentarne la concentrazione, diminuendone il volume. Alimentati alla Digestione Anaerobica, per circa 30 giorni vengono mantenuti in assenza di ossigeno e riscaldati alla temperatura di circa 35°C. Specifici microrganismi provvedono ad ulteriore degradazione della sostanza organica contenuta nei fanghi. Il processo di degradazione porta alla produzione di biogas. I fanghi digeriti anaerobicamente vengono ulteriormente ispessiti e disidratati con centrifuga per essere avviati allo smaltimento finale.

### **Linea biogas**

Il biogas prodotto è prevalentemente costituito da metano in percentuale pari a circa il 65%. Il biogas in uscita dai digestori viene introdotto nel gasometro e successivamente utilizzato per alimentare le caldaie poste in centrale termica e che provvedono al mantenimento in temperatura dei digestori.

### **3.2.3 Centrale termica**

La centrale termica è alimentata dal biogas prodotto dalla digestione anaerobica e mantiene in temperatura i digestori. La centrale è costituita da due caldaie di cui si riportano nel seguito le caratteristiche. Nella situazione esistente, una delle due caldaie è di backup all'altra.

#### **CENTRALE TERMICA**

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	14	di	46
				Rev.	0	Data 23/02/2017	

		CALDAIA 1	CALDAIA 2
DATI TECNICI			
MARCA	-	RAVASIO	ARCA
MODELLO	-	TRM400N	PRK600I
MATRICOLA	-	14143	15ARC141889
POTENZA AL FOCOLARE	kW	511,6	506-654
POTENZA UTILE	kW	465,6	470-600
DATI EMISSIONI (da allegato a Autorizzazione emissioni)			
TEMPERATURA	°C	152	323
TIPO DI SOSTANZA INQUINANTE		CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>
CONC. INQUINANTE IN EMISSIONE		CO <sub>2</sub> = 8,4 %, CO = 0 ppm	CO <sub>2</sub> = 8,8 %, CO = 2 ppm
ALTEZZA DA SUOLO CAMINO	m	4,3	4,3
DIAMETRO SEZIONE CAMINO	cm	40	40

## 4 Fonte energetica

### 4.1 Caratteristiche del biogas

Si riportano nella seguente tabella le caratteristiche del biogas destinato all'alimentazione del cogeneratore come valore medio annuale rilevato:

Parametro	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	NH <sub>3</sub>	IBUT	DSM	TBM
Unità di misura	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Valore medio	65	200/400	> 200	4	11	11

### 4.2 Quantitativi di produzione di biogas

Produzione oraria media biogas	80	mc/h
Volume di stoccaggio	800	mc
Produzione media annuale	700.800	mc

### 4.3 Schema di flusso biogas

Nella configurazione attuale il biogas prodotto dalla digestione anaerobica, dopo lo stoccaggio nel gasometro dedicato, viene utilizzato dalla centrale termica per il mantenimento in temperatura dei digestori; l'eventuale gas in eccedenza viene inviato alla torcia i cui esausti vengono immessi in atmosfera.



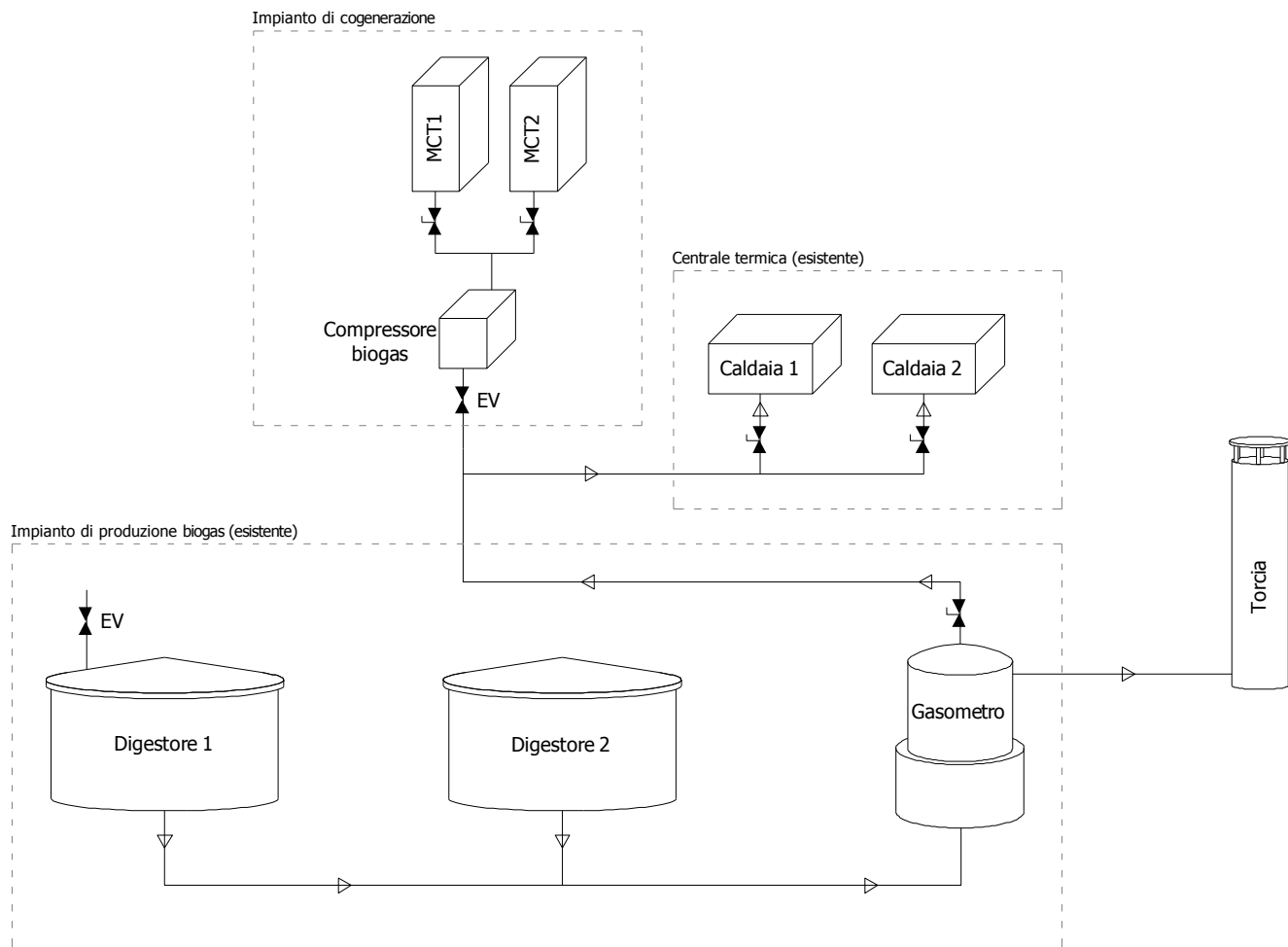
	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	15	di	46
				Rev. 0	Data 23/02/2017		

Nella configurazione oggetto della presente richiesta di autorizzazione, il biogas verrà utilizzato quasi totalmente dall'impianto di microcogenerazione per la produzione contemporanea di energia elettrica, utilizzabile dalle varie utenze dell'impianto di depurazione, ed energia termica utilizzata per il mantenimento in temperatura dei digestori.

Nel caso in cui l'energia termica prodotta dall'impianto di microcogenerazione non fosse sufficiente per il mantenimento in temperatura dei digestori, entrerà in funzione la centrale termica in integrazione.

In Fig.2 si riporta lo schema a blocchi dell'impianto di produzione ed utilizzo del biogas. Nello schema si distinguono in particolare:

- a) i digestori anaerobici
- b) la tubazione di adduzione biogas all'impianto termico (centrale termica esistente + impianto di microcogenerazione)
- c) l'impianto termico costituito dalla centrale termica e dall'impianto di microcogenerazione
- d) il gasometro
- e) la torcia



**Figura 2 – Schema di flusso biogas**



	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	17	di	46
				Rev.	Data 023/02/2017		
				0			

## 5 Impianto di microcogenerazione

Con riferimento agli allegati di progetto si riporta nel seguito una descrizione di dettaglio del nuovo impianto.

### 5.1 Scelta tecnologica

L'impianto di microcogenerazione è costituito da n.2 microturbine, Marca CAPSTONE, modello CR65, da 65 kWe cadauna, per un totale di 130 kWe, alimentate a biogas.

Gli esausti della combustione vengono inviati ad un recuperatore di calore costituito da uno scambiatore fumi-acqua in grado di recuperare a pieno regime circa 250kWt.

L'impianto sarà alimentato dal biogas che si genera dalla digestione anaerobica dei fanghi nei digestori esistenti, e sarà elettricamente connesso in parallelo alla linea pubblica di distribuzione MT mediante il punto di consegna dell'energia elettrica del depuratore.

La tipologia di impianto scelta presenta due aspetti importanti dal punto di vista del completo sfruttamento della risorsa resa disponibile dal ciclo di lavorazione dei reflui, ovvero per massimizzare l'efficienza energetica del ciclo proposto:

1. l'impianto è di tipo cogenerativo quindi utilizza al massimo la risorsa biogas, producendo contemporaneamente sia l'energia elettrica per coprire una quota parte del fabbisogno elettrico del processo Amiacque sia l'energia termica per il mantenimento della capacità produttiva dei digestori anaerobici;
2. l'impiego di microturbine ad alta velocità di rotazione (96.000 g/1') che operano in assenza di lubrificanti (utilizzo di cuscinetti ad aria) e a basso impatto ambientale (vedi scheda tecnica)

L'impianto è progettato per funzionare a ciclo continuo senza necessità di sorveglianza diretta.

### 5.2 Descrizione impianto

L'impianto sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- n.1 sistema di rimozione dell'H<sub>2</sub>S costituito da una colonna di desolforazione e da una vasca per la rigenerazione dell'agente desolforante;
- n.1 soffiante in esecuzione ATEX per aumentare la pressione del biogas in ingresso al sistema di trattamento;
- n.1 sistema di trattamento, deumidificazione e compressione biogas;
- n.2 microturbine Capstone, modello CR65;

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	18	di	46
				Rev.	0	Data 23/02/2017	

- n.1 modulo di recupero termico (scambiatore fumi-acqua) per la produzione di acqua calda;
- n.1 quadro elettrico di interfaccia rete, comando e controllo.

### 5.2.1 Sistema di rimozione dell'acido solforico

È prevista l'installazione di un desolforatore bio-chimico (Fig. 3) che sarà costituito essenzialmente da uno scrubber di lavaggio del biogas e da una vasca di rigenerazione della soda.

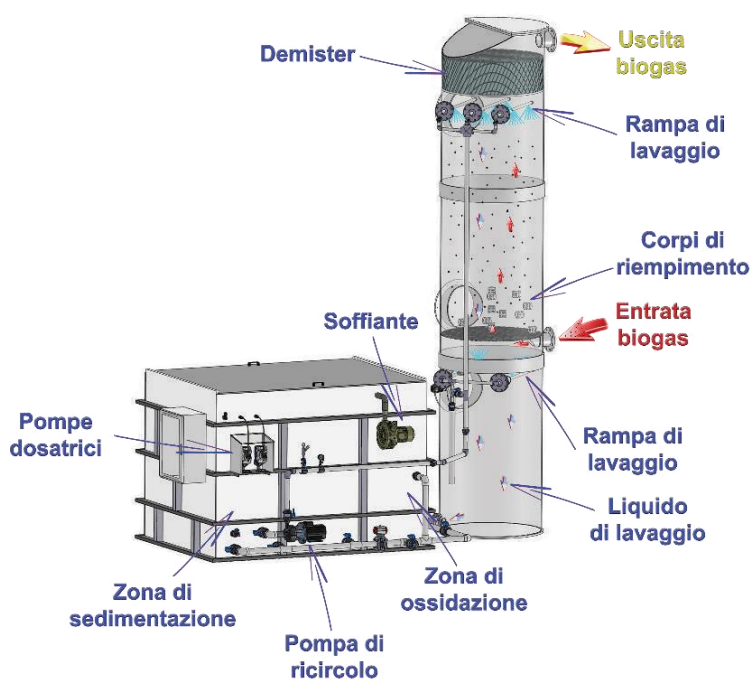
Lo scrubber è composto da una colonna con un letto di corpi di riempimento, che favoriscono un intimo contatto tra il liquido di lavaggio ed il biogas il quale viene privato dell'acido solfidrico ( $H_2S$ ).

Il liquido di lavaggio, soluzione basica di acqua e soda, attraversa il letto di contatto ed assorbe l'idrogeno solforato; al termine della colonna, il liquido si raccoglie nella vasca di rigenerazione nella quale subisce un'ossidazione mediante insufflaggio di aria.

Nella vasca di ossidazione avviene il recupero della soda utilizzata nella colonna e la trasformazione dell' $H_2S$  in zolfo elementare. Dalla vasca di ossidazione il liquido passa attraverso una zona di decantazione, dove si deposita lo zolfo elementare.

A questo punto la soluzione di lavaggio viene trattata con reagenti chimici e, per mezzo della pompa di ricircolo, viene rimandata alla colonna per ripetere il ciclo.

Il biogas prima di uscire dallo scrubber attraversa ancora un demister dove vengono separate le microgocce trascinate durante il percorso.



**Figura 3 – Rappresentazione del desolforatore**

I componenti principali del desolforatore sono i seguenti:

- **Torre di abbattimento:** costruita in polipropilene con spessore 20/15 mm, completa di passi d'uomo, n.1 troppo pieno, n.1 tronchetto scarico di fondo e un tubo di collegamento alla vasca di ossidazione

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	19	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

- **Rampe di lavaggio torre:** in PVC o PP complete di ugelli nebulizzatori ad alta efficienza al fine di far entrare in contatto il gas con la soluzione di lavaggio e rimuovere l'anidride solforosa presente nel biogas o aria
- **Demister ad alta efficienza:** in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare per separare le gocce del liquido di lavaggio trascinati dal moto del biogas
- **Pompe:** centrifughe orizzontali in resina per portare il liquido di ricircolo dalla vasca di ossigenazione al sedimentatore e dal sedimentatore allo scrubber. Le pompe sono azionate da un motore elettrico in presa diretta e la loro particolare forma costruttiva a girante aperta consente il pompaggio dei fluidi "sporchi"
- **Dispositivi per il dosaggio dei reagenti:** con regolazione della portata tramite frequenza, per dosaggio proporzionale impulsivo, con misuratore di pH o RX, con guarnizioni in viton, doppia valvola di non ritorno con sfera in ceramica, completa di n.1 sonda pH. Il dispositivo permette il dosaggio in automatico delle soluzioni nella vasca tramite lettura continua, mantenendone un valore prestabilito di reagente
- **Vasca di ossidazione:** costruita in polipropilene con spessore 20/15 mm, completa di n.1 troppo pieno, n.1 scarico di fondo e di collegamenti all'elettropompe di ricircolo
- **Rete di diffusori** a tubo a membrana ad alta efficienza per una più efficace ossidazione del liquido. I diffusori hanno una membrana in gomma con microfori che agiscono come una valvola, dilatandosi per far uscire l'aria e richiudendosi impedendo a l'acqua di entrare, una volta interrotto il flusso
- **Soffiante:** a canali laterali per l'insufflazione dell'aria nei diffusori all'interno della vasca di ossidazione. La soffiante è realizzata in alluminio pressofuso garantisce la massima robustezza e maneggevolezza. Non occorre lubrificazione in quanto non c'è contatto tra le parti statiche e rotanti
- **Tubazioni:** di collegamento costruite in PVC complete di valvole di intercettazione per il collegamento di tutte le vasche e pompe di ricircolo installate nell'impianto al fine di dare un lavoro a regola d'arte
- **Dispositivo per il reintegro automatico dell'acqua:** composto da n.1 sensori di livello a pressione con membrana in titanio ed una elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento (con alimentazione di acqua di rete idrica alla pressione minima di 2,5 bar)
- **Quadro elettrico di potenza, controllo e comando:** costruito a norma CEI con grado di protezione IP55 e carpenteria in vetroresina. Il quadro permette il controllo di tutte le utenze

### 5.2.2 Soffiante per il biogas

- doppia tenuta versione gas tight;
- motore elettrico trifase ATEX II 2G EEXD B T4 doppia velocità da 0,75/1,1 kW - 230/400V 50HZ 2/4 Poli 2950 rpm;
- grado di protezione IP55;
- giunto di trasmissione ATEX con coprigiunto antiscintilla;
- basamento in acciaio al carbonio verniciato.

Prima di essere inviato alle microturbine, il biogas viene deumidificato e portato alla pressione di alimentazione nominale pari a 4,8 bar. In Fig. 4 è rappresentato lo schema funzionale del sistema che preposto a tali operazioni:



Il sistema sarà costituito dai seguenti componenti:

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	21	di	46
				Rev.	Data 0 23/02/2017		

- filtro a coalescenza dotato di pozzetto di prima raccolta condensa e rubinetto/valvola di scarico;
- filtro<sup>1</sup> a carboni attivi per la rimozione dei siloxani<sup>2</sup>;
- unità compatta di compressione<sup>3</sup> del biogas: adatta per installazione all'esterno, completa di struttura in acciaio di supporto, filtro in aspirazione, sistema di lubrificazione con filtro, radiatore e sistema di separazione gas/lubrificante, valvola di minima pressione e non ritorno, pannello strumenti, circuito di bypass, quadro elettrico;
- deumidificatore biogas: poiché la temperatura del biogas in uscita dal digestore sarà indicativamente variabile tra 25°C e 40°C e avrà un grado di umidità del 100% che porta il vapore acqueo presente a condensare, per evitare la formazione di queste condense in camera di combustione il sistema di trattamento prevede, sulla linea di adduzione del biogas alla microturbina, un gruppo di condensazione composto da un chiller ad espansione diretta, uno scambiatore a fascio tubiero acqua/biogas ed un filtro a coalescenza ove viene condensato il vapore che viene poi estratto mediante scarico automatico o manuale. Il sistema è adatto per installazione all'esterno.

#### 5.2.4 Microturbine Capstone CR65

Ciascuna delle due unità di microcogenerazione a microturbina Capstone alimentata a biogas è un insieme di componenti assemblati in un unico package che permette la generazione contemporanea di energia elettrica ed energia termica. Il package è costituito da uno chassis per installazione all'esterno. All'interno dello chassis sono installati i componenti principali della microturbina; lo chassis è provvisto di pareti a pannelli metallici rimovibili ricoperti di materiale fonoassorbente.

<sup>1</sup> Il filtro silossani a carboni attivi previsto garantisce il mantenimento della concentrazione dei composti organici del Silicio al di sotto di 5ppbV come richiesto dal costruttore delle turbine; esso sarà installato nella sezione di bassa pressione del biogas prima del compressore

<sup>2</sup> i silossani sono composti da carbonio (C), idrogeno (H), ossigeno (O) e silicio (Si). Quando il biogas che contiene siloxani viene bruciato, il silicio reagisce con l'ossigeno formando biossido di silicio (SiO<sub>2</sub>), una polvere bianca solida comunemente conosciuta come silice. La sabbia (quarzo) è silice quasi pura. Le particelle di silice sono abrasive e hanno una temperatura di fusione molto alta. Se presenti nel biogas, le particelle di silice vengono trasportate dai gas di scarico, a velocità molto elevate, attraverso le palette della turbina, attraverso il recuperatore e lo scambiatore di calore. Nel tempo, queste particelle abrasive sono causa di erosione delle superfici di metallo che incontrano, possono sporcare e danneggiare le superfici dello scambiatore di calore, causando un aumento graduale del consumo di combustibile ed una diminuzione generale dell'efficienza di sistema. Ma soprattutto, la silice può danneggiare irrimediabilmente la girante della microturbina.

<sup>3</sup> Il compressore è azionato da inverter al fine di ottimizzare il consumo; si adatterà un compressore rotativo a palette che risulta più affidabile e performante nel tempo e che grazie alla sua semplicità costruttiva possiede intervalli di manutenzione più lunghi, rispetto al classico compressore a vite, aumentando così la disponibilità di impianto. Il compressore installato avrà portata nominale di 86 Smc/h;

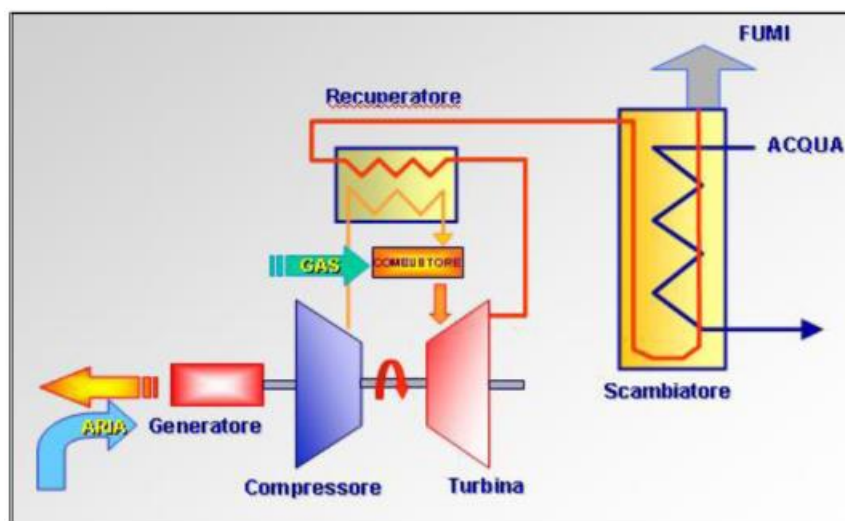
	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	22	di	46
				Rev.	0	Data 23/02/2017	

L'unità di microcogenerazione è alimentata, mediante il sistema di filtraggio e compressione, dal biogas proveniente dalla digestione anaerobica dei reflui ed è collegata mediante quadro elettrico di parallelo alla rete elettrica dell'utenza.

Il consumo di combustibile a pieno carico, con una concentrazione del 65% di metano, è pari a 36,0 Sm<sup>3</sup>/ora per ogni microturbina per un totale di circa 72 Sm<sup>3</sup>/h .

#### 5.2.4.1 Principio di funzionamento

La microturbina è costituita da una turbina a gas sul cui asse è calettato il compressore e un generatore a magneti permanenti secondo lo schema di Figura 5.



**Figura 5 – Schema di processo del cogeneratore a microturbina**

L'aria viene prelevata dall'ambiente, compressa dal compressore e riscaldata dal recuperatore di calore; dopodiché viene miscelata con il biogas. La miscela così composta viene incendiata ed espansa all'interno della turbina. Il processo di espansione genera l'energia meccanica necessaria a far ruotare il generatore e a produrre quindi l'energia elettrica.

Nel nostro caso i gas di scarico esausti transiteranno attraverso uno scambiatore fumi/acqua per la produzione di acqua calda per il mantenimento in temperatura dei digestori.

#### 5.2.4.2 Unità di generazione elettrica

Il generatore elettrico è del tipo a magneti permanenti con due poli realizzati direttamente sul rotore; la velocità di rotazione varia da 45.000 a 96.000 rpm per un'erogazione di potenza massima di 65 kWe netti per singola microturbina in condizioni ISO (15°C @ 0 m slm, 60% u.r.). La tensione ai morsetti del generatore è a frequenza variabile tra 700 e 1600 Hz in funzione della velocità di rotazione della

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	23	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

girante; essa viene dapprima raddrizzata e successivamente riportata alla frequenza industriale (50 Hz) da un inverter di potenza alloggiato a bordo macchina.

La gestione dell'inverter è affidata al software interno che regola il funzionamento di tutti i componenti della microturbina. Le caratteristiche principali della microturbina Capstone CR65 sono di seguito riportate.

#### Potenza elettrica nominale

La potenza elettrica netta all'utenza erogata dalla Turbina CR65 a pieno carico in condizioni ISO, ovvero alla pressione assoluta di 1.013 mbar, è di 65 kWel (+0 -2 kWel) al netto degli ausiliari interni necessari per il funzionamento della microturbina stessa.

#### Efficienza elettrica

Il rendimento elettrico netto è pari al 29% alla potenza nominale ed nelle condizioni di riferimento. Si evidenzia che il rendimento elettrico del 29(±2)% è calcolato al netto del consumo elettrico degli ausiliari interni, necessari per il funzionamento della microturbina stessa.

#### Emissioni acustiche

La pressione sonora complessiva media è inferiore a 65 db @10m alla potenza nominale in campo aperto.

#### Capacità di modulazione

La microturbina Capstone è in grado di generare energia modulando dallo 0% al 100% della sua potenza nominale. Tale risultato è ottenuto variando il regime di rotazione della microturbina. Per il modello CR65 il regime di rotazione varierà da 45.000 (inizio generazione) a 96.000 giri/minuto (potenza nominale) in funzione dell'energia elettrica prodotta. Ciò comporta un migliore rendimento ai "carichi parziali" (vedi grafico seguente) poiché riducendo il numero di giri, al diminuire della potenza erogata, diminuisce anche il quantitativo di gas necessario all'autosostentamento della microturbina.

#### Oil Free

La caratteristica più importante ed unica nel panorama mondiale della tecnologia Capstone, è data dalla completa assenza di olio lubrificante nei cuscinetti utilizzati per il sostentamento dell'albero della microturbina. Infatti le microturbine qui impiegate adottano dei cuscinetti "ad aria" in grado di sostenere l'asse della Turbina senza ulteriori supporti meccanici.

Il raffreddamento del generatore elettrico avviene sfruttando l'aria comburente in ingresso alla turbina, aspirata mediante il compressore calettato sull'albero della stessa. Non ci sono quindi tubi,



	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	24	di	46
				Rev.	Data 023/02/2017		
				0			

serbatoi, scambiatori e circuiti per il raffreddamento dell'olio o dell'acqua, vale a dire tutta la parte meccanica ed idraulica normalmente necessaria alla lubrificazione ed al raffreddamento delle turbine convenzionali.

L'assenza di queste parti determina una riduzione degli oneri di gestione evitandosi, ad esempio, la sostituzione e lo smaltimento dell'olio lubrificante.

#### Emissioni dei gas esausti

Le emissioni di inquinanti presenti nei gas di combustione della turbina sono estremamente contenute grazie al controllo della combustione, al funzionamento ad elevato eccesso d'aria (1/20) e soprattutto alla totale assenza di olio lubrificante nelle parti rotanti della turbina.

I valori di emissione degli esausti sono riportati nelle tabelle allegate e sono riferiti alle seguenti condizioni di funzionamento delle turbine:

- potenza nominale massima di funzionamento di 65 kW elettrici
- ISO Conditions: 15°C, 60% di umidità relativa, zero metri sul livello del mare
- 15% di Ossigeno (O<sub>2</sub>)
- combustibile in ingresso: biogas da digestione anaerobica con contenuto pari al 63% di CH<sub>4</sub> e 37% di CO<sub>2</sub>

I livelli di emissione di cui sopra, si ottengono senza l'utilizzo di sistemi di catalizzazione e filtrazione degli esausti.

#### Emissioni acustiche

La pressione sonora media complessiva risulta inferiore a 65 dB@10m alla potenza nominale in campo aperto.

Relativamente al posizionamento dell'impianto, si è valutato che non siano necessari accorgimenti particolari in merito alle emissioni acustiche dello stesso. Il luogo di insediamento dell'impianto ricade in zona classificata "Classe V" (Aree Prevalentemente Industriali) come da zonizzazione del comune di Sesto S. Giovanni.

Tuttavia, a scopo cautelativo, sono state effettuate misurazioni del campo sonoro sui ricettori interessati dall'impianto; i risultati sono riportati nella Relazione Acustica allegata ai documenti dell'istanza di autorizzazione.



	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	25	di	46
			Rev.	0	Data 23/02/2017	

#### 5.2.4.3 Camino impianto

##### 5.2.4.3.1 Velocità fumi

Secondo il DGR 3934 pubblicato sul Burl 33-2012 per impianti a turbine la velocità dei fumi emessi dal singolo camino deve essere superiore a 15 m/s.

Il camino dell'impianto di microcogenerazione è stato dimensionato in modo da garantire che la velocità dei fumi emessi sia pari a 25 m/s; tale velocità è maggiore in misura pari al 65% rispetto al vincolo imposto dal DGR 3934.

##### 5.2.4.3.2 Altezza

In accordo con il DGR3934, nel caso di impianti con consumo del combustibile < 3000 kg/h, l'altezza del camino può essere ricavata da valori tabellati riportati nell'allegato alla D.G.R. in funzione del consumo di combustibile.

Nel dimensionamento del camino del nuovo impianto di microcogenerazione si è tenuto in considerazione il combustibile che si può potenzialmente alimentare sia alle microturbine, che alle due caldaie esistenti già dotate di proprio camino e autorizzate da precedente provvedimento per le emissioni.

<b>Consumo di combustibile</b>		
Microturbine	kg/h	80
	Nmc/h	70
Caldaie esistenti integrative	kg/h	205
	Nmc/h	187
<b>Totale</b>	<b>kg/h</b>	<b>285</b>
	<b>Nmc/h</b>	<b>257</b>

Si riporta nel seguito un estratto della tabella dell'allegato alla DGR 3934 per la determinazione dell'altezza:

<b>Consumo in kg/h</b>	<b>Altezza in metri (*)</b>	
<b>300</b>	<b>12</b>	<b>(*) 8</b>
450	15	(*) 10,5
600	17	(*) 12

\*nel caso di impiego di biogas l'altezza può essere ridotta di un terzo, esprimendo i consumi in Nmc/h

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	26	di 46
			Rev.	0	Data 23/02/2017

Il consumo di combustibile, calcolato considerando le potenze dei generatori presenti in sito, è leggermente inferiore al valore minimo tabellato. Si è pertanto considerato, in base alla tabella, un'altezza del camino pari a 8 metri.

Si sono poi valutate inoltre diverse altezze del camino, imponendo una velocità di uscita dei fumi pari a 25 m/s, in relazione ai valori delle perdite di carico del camino che incidono sul rendimento delle microturbine.

<b><i>Altezza [m]</i></b>	<b><i>Totale perdite di carico circuito [Pa]</i></b>
6	1030
7	1035
8	1039
9	1043
10	1047

In seguito alle simulazioni effettuate, si è quindi verificata come ottimale un'altezza per il camino di 8 m dal suolo per i seguenti motivi:

- Velocità dei fumi in uscita nettamente superiore al vincolo imposto dal Dgr 3934 (15 m/s)
- Rispetto del vincolo di altezza imposto dalla Dgr 3934 (8 m per un consumo di biogas pari a 273 Nmc/h)
- Perdite di carico nel condotto fumi pienamente compatibili con i limiti delle microturbine (1039 Pa)

#### **5.2.4.4 Quadro Elettrico**

Il quadro elettrico di interfaccia collegherà le turbine in maniera permanente alla rete elettrica esistente dell'impianto di depurazione AMIACQUE, come riportato nello schema elettrico unifilare.

Il quadro elettrico sarà realizzato in carpenteria in acciaio verniciato, e avrà misure indicative LxHxP (1200x2000x600) mm, completo di zoccolo di altezza 100 mm e copertura di protezione esterna.

Dati tecnici quadro:

- Arrivo cavi: dal basso/alto
- Verniciatura: RAL7035
- Grado di protezione a porte chiuse: IP55
- Tensione nominale di potenza: 400 Vac
- Tensione circuiti ausiliari: 230Vac/24Vdc

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	27	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

- Frequenza di rete: 50Hz
- Numero di fasi: 3F+N+T
- Corrente a pieno carico (A): 250 A
- Potenza installata (kW): 130 kW
- Corrente di corto circuito  $I_{cc} \leq 35\text{kA}$

Il quadro elettrico sarà costruito in conformità alle normative ed alle disposizioni legislative vigenti, in particolare alle Norme CEI EN 61439-1-2.

Le caratteristiche meccaniche ed elettriche e la dotazione delle apparecchiature saranno indicate sugli schemi di progetto. I criteri realizzativi garantiranno una facile individuazione delle manovre da compiere, per permettere un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici saranno contraddistinti da targhette di identificazione. Le sbarre e i conduttori saranno dimensionati per supportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre saranno in rame elettrolitico e verranno fissate alla struttura tramite supporti isolati. Il conduttore di protezione sarà in barra di rame dimensionata per supportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto. Il cablaggio dei cavi di potenza e/o ausiliari avverrà all'interno di apposite canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

L'accesso a queste condutture sarà possibile anche dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature. In ogni caso le linee si attesteranno alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non sosterranno il peso dei cavi ma gli stessi saranno ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio. Il quadro sarà corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali.

Il quadro elettrico di interfaccia inoltre sarà dotato dei seguenti dispositivi:

- dispositivo di generatore (DDG) costituito da un interruttore magnetotermico per ciascuna microturbina;
- dispositivo di interfaccia (DDI) costituito da un contattore e da un interruttore magnetotermico posto in serie, il primo azionato dalla protezione di interfaccia in condizioni di normale esercizio;
- dispositivo di ricalzo (DDR), non previsto dalla normativa per potenze inferiori a 400kW, ma egualmente installato allo scopo di aumentare la sicurezza di esercizio dell'impianto; quest'ultimo dispositivo è anch'esso azionato dalla protezione di interfaccia, ma su canale distinto e solo se il DDI fallisce l'intervento
- contatori statici per la contabilizzazione dell'energia elettrica prodotta da ciascuna microturbina

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	28	di	46
				Rev.	0	Data 23/02/2017	

- sistema di controllo e supervisione che permette la visualizzazione sul posto da pannello operatore e la trasmissione a distanza al sistema di telecontrollo aziendale mediante rete ethernet (protocollo Modbus TCP/IP) di tutte le misure (energia elettrica prodotta, ore di funzionamento etc.), stati e anomalie del sistema.

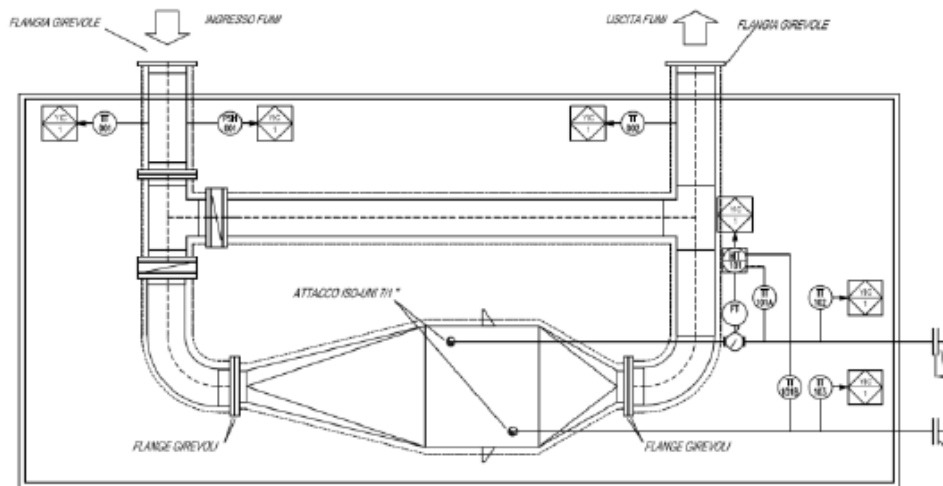
#### 5.2.4.5 Unità di scambio termico

L'unità di scambio termico è costituita da un unico modulo di recupero termico esterno alle due microturbine. L'unità di recupero è realizzata in acciaio inox AISI316, collocato a terra in versione da esterno.

L'unità è collegata alle microturbine attraverso un condotto di by-pass dei fumi, anch'esso realizzato in acciaio inossidabile AISI316, comandato da una valvola motorizzata che entrerà in funzione solo in caso di fermata di emergenza.

L'unità di scambio termico è provvista di due flange per il collegamento ai circuiti idraulici esistenti. Il modulo termico avrà una potenza termica nominale, con temperatura acqua in/out di 60°C/70°C, pari a circa 250 kWt. Il modulo di recupero termico è inoltre dotato di due sonde di temperatura e misuratore di portata con relativo contacalorie. Si riportano di seguito i principali dati termodinamici riferiti al modulo di recupero termico in condizioni ISO (15 °C @ 0 m slm, 60% u.r.)

- Temperatura ingresso fumi: 309°C
- Portata fumi: 0,98 kg/s (0,49 kg/s @ CR65)
- Temperatura uscita fumi: 65 °C
- Temperatura ingresso acqua: 60 °C
- Temperatura uscita acqua: 70 °C
- Potenza termica recuperata: 256±5% kWt (128kWt @ CR65)



**Figura 6 – Schema funzionale unità di recupero termico**

L'unità di recupero termico viene gestita dal PLC installato nel quadro elettrico di controllo ed interfaccia rete. Il PLC, consente di impostare e gestire i seguenti parametri:

- Temperatura di uscita dell'acqua dallo scambiatore
- Allarme per massima temperatura dell'acqua in uscita dallo scambiatore (> 95°C)
- Controllo della temperatura in ingresso allo scambiatore

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	29	di	46
				Rev.	0	Data 23/02/2017	

- Controllo della posizione del bypass di scarico (aperto=fumi in bypass chiuso=in recupero)
- Controllo del livello del biogas nel gasometro
- Controllo della temperatura dei fumi esausti in uscita dallo scambiatore
- Allarme per massima contro pressione fumi all'interno dello scambiatore (intasamento)
- Controllo dello stato dell'impianto e dei relativi allarmi
- Trasmissione a remoto dello stato dell'impianto e dei relativi allarmi.

### 5.3 **Trattamento rifiuti prodotti dall'impianto di microcogenerazione**

I principali rifiuti prodotti dai vari componenti dell'impianto di microcogenerazione sono i seguenti:

- Condense derivanti dal processo di desolforazione e filtraggio /deumidificazione del biogas
- Zolfo derivante dalla desolforazione del biogas
- Olio lubrificante del compressore biogas
- Gas esausti da microcogenerazione

Le condense prodotte dall'impianto di microcogenerazione verranno immesse nella rete di drenaggio esistente dell'impianto di depurazione acque Amiacque e trattate con le acque di processo del sito.

Lo zolfo sedimentato nel desolforatore verrà rimosso e gestito da Ditta specializzata che si occupa della manutenzione del desolforatore. Si prevede un controllo funzionale del desolforatore ogni 4000 h, come specificato nel paragrafo dedicato.

Analogamente anche l'olio di lubrificazione del compressore biogas verrà sostituito e gestito da parte della Ditta che si occuperà della manutenzione.

Le emissioni degli esausti di combustione delle microturbine vengono trattate in maniera esaustiva successivamente, per quanto riguarda la composizione e le portate previste. I valori di emissione sono estremamente contenuti grazie al controllo della combustione, al funzionamento ad elevato eccesso d'aria (1/20) e soprattutto alla totale assenza di olio lubrificante nelle parti rotanti della turbina e non richiedono trattamenti ulteriori.

## 6 **Realizzazione intervento**

### 6.1 **Area di installazione**

L'installazione dell'impianto avverrà all'aperto, su una platea semplice in cemento. Nell'intorno della platea sarà realizzato un anello asfaltato per un'agevole circolazione del personale di manutenzione e soccorso.

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	30	di	46
				Rev.	Data 023/02/2017		

Il gruppo di microcogenerazione sarà installato ad una distanza non inferiore ai 5 m da depositi di sostanze combustibili (digestore secondario-gasometro).

Il gruppo sarà contornato da un'area avente profondità non inferiore a 3 m priva di materiali o vegetazione che possano costituire pericolo d'incendio.

## 6.2 Opere civili

### 6.2.1 Scavi

La preparazione della platea prevederà la realizzazione di uno scavo a sezione aperta eseguito con mezzi meccanici, lo spianamento e la configurazione del fondo. Il materiale estratto sarà conferito a discarica controllata.

Nell'intorno della platea sarà predisposto il terreno per la realizzazione dell'anello in asfalto.

Le dimensioni orientative dello scavo per la platea sono le seguenti:  $lxwxp = 1280 \times 680 \times 30$  cm.

La profondità dello scavo per la realizzazione della zona carrabile sarà di circa 20 cm.

### 6.2.2 Armature

L'armatura della platea sarà costituita da rete elettrosaldata in acciaio a maglia quadra  $25 \times 25$  cm e ferri di diametro 8 mm. Le casseforme saranno adatte a getti di conglomerati cementizi semplici. Saranno inoltre previsti ferri longitudinali e staffe di legatura da porsi a distanza predefinita come da progetto.

### 6.2.3 Platea

La platea sarà realizzata in conglomerato cementizio a resistenza caratteristica in opera, preconfezionato con aggregati di varie pezzature atte ad assicurare un assortimento granulometrico adeguato alle destinazioni del getto.

Le dimensioni della platea sono le seguenti:  $lxwxp = 1200 \times 600 \times 25$  cm

### 6.2.4 Anello e strada di accesso

L'accesso all'impianto di microcogenerazione è costituito da una zona di accesso con mezzi e da un anello per accesso pedonale nell'intorno della platea, entrambi in asfalto. La zona per accesso mezzi avrà una larghezza di circa 3,5 m per una lunghezza di circa 11,5 m; l'anello pedonale presenta una larghezza di circa 1 m. L'anello nell'intorno della platea di appoggio delle apparecchiature e l'area di accesso saranno eseguiti con materiale legante misto di cava, di adatta granulometria, per uno spessore compreso di circa  $15 \div 20$  cm come indicato nelle sezioni di progetto, steso su piano di posa preventivamente livellato e cilindato a rullo. Sarà poi posato in

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	31	di	46
				Rev.	Data 0 23/02/2017		

opera uno strato base di conglomerato bituminoso con granulometria di 10÷20 mm confezionato a caldo.

Lo spessore finale compresso dello strato di asfalto non sarà inferiore a 10 cm.

### 6.3 Collegamenti elettrici

A partire dalla singola microturbina, si riportano i collegamenti elettrici all'interno dell'impianto:

- Linee da ciascuna microturbina al quadro di parallelo rete realizzata in cavo unipolare con conduttore in alluminio tipo ARG7R o similare, formazione 3x(1x50)+1x25+G25 posato in canalina chiusa con coperchio
- Linee dal quadro di parallelo rete al sistema di deumidificazione e compressione gas realizzate in cavo multipolare FG7OR o similare, diverse formazioni in funzione delle utenze alimentate, posati in canalina chiusa con coperchio
- Linee di comando, controllo e misura dei componenti l'impianto dal quadro di parallelo rete ai singoli componenti realizzate in cavo multipolare schermato FG7OH2R o similare, formazioni in accordo alle funzioni realizzate, posati in canalina chiusa con coperchio

I collegamenti elettrici all'esterno dell'impianto di microcogenerazione sono:

- Linea di potenza da Quadro di Parallelo a Cabina Elettrica BT (quadro Power Center di alimentazione dell'impianto di depurazione) realizzata in cavo unipolare con conduttore in alluminio tipo ARG7R o similare, formazione 3x(1x120)+1x70+G70 posato nei cunicoli cavi già esistenti
- Linea per sgancio di emergenza impianto dal Quadro di Parallelo alla Cabina Elettrica BT (quadro Power Center di alimentazione dell'impianto di depurazione) realizzata in cavo multipolare tipo FG7OR o similare, formazione 4G2,5 posata nei cunicoli cavi già esistenti
- Linee di segnale (cavo di rete schermato) per invio delle segnalazioni di esercizio impianto in protocollo Modbus TCP/IP al sistema di supervisione esistente

### 6.4 Altri collegamenti

#### 6.4.1 Linea biogas

L'impianto di microcogenerazione è alimentato dal biogas prodotto dai digestori dell'impianto di depurazione stesso. Il biogas viene prelevato da uno stacco sulla tubazione principale in uscita dal gasometro che alimenta le caldaie esistenti ed inviato a mezzo di una tubazione adeguata alla colonna di desolforazione.

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	32	di	46
				Rev.	Data 023/02/2017		
				0			

Dalla colonna, il biogas passa poi al sistema di trattamento, deumidificazione e compressione dove viene trattato per eliminare silossani e altri elementi e successivamente compresso alla pressione di esercizio delle microturbine pari a **4,8 bar**.

Attraverso una tubazione a media pressione, il biogas viene quindi inviato ad un collettore a valle del quale si derivano le tubazioni di alimentazione alle singole microturbine.

#### **6.4.2 Linea acqua calda**

IIdraulicamente l'impianto sarà collegato in spillamento alla tubazione di ritorno alle caldaie. La pompa di circolazione è montata nel locale caldaie. Una parte della portata di ritorno alle caldaie (e quindi a temperatura più bassa) viene prelevata da uno stacco sulla tubazione di ritorno alle caldaie ed inviata per mezzo di una tubazione al secondario di uno scambiatore fumi/acqua posto in prossimità delle microturbine. L'acqua all'interno dello scambiatore a condizioni nominali si riscalda di circa 10°C, passando in controcorrente ad un circuito primario, alimentato dai i fumi di scarico delle microturbine. L'acqua preriscaldata dallo scambiatore viene re-inviata alla tubazione di ritorno in uno stacco posto a valle del precedente, si miscela ed entra nelle caldaie. L'effetto è quello di preriscaldare l'acqua di ritorno delle caldaie le quali funzioneranno solo se la temperatura è più bassa del set impostato.

#### **6.4.3 Linea fumi**

I gas di scarico delle microturbine sono veicolati per mezzo di una tubazione in acciaio inox e coibentata ad un unico scambiatore fumi-acqua per la produzione di acqua calda.

Ciascuna microturbina, sul percorso di uscita degli esausti, è dotata di una serranda meccanica di non ritorno, al fine di impedire un eventuale ritorno di gas caldi quando una sola delle due microturbine è in esercizio.

I gas di scarico delle microturbine escono dai rispettivi condotti fumi alla temperatura di circa 300°C e sono veicolati allo scambiatore fumi/acqua; in uscita dallo scambiatore i gas di scarico vengono espulsi in atmosfera per mezzo di un unico camino all'altezza di circa 5,5 m dal suolo e ad una temperatura di circa 65°C.



	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	33	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

## 7 Modalità di esercizio dell'impianto

L'impianto viene alimentato a biogas, prelevato dal gasometro. Lo stesso biogas prima di alimentare la turbina viene deumidificato, filtrato e compresso fino a circa 4,8 bar dal sistema di trattamento e compressione. Iniettato nella camera di combustione, il biogas viene miscelato ad aria ed incendiato.

Il processo di combustione ed espansione della miscela incendiata, produce energia meccanica che viene convertita in energia elettrica mediante l'alternatore direttamente calettato sull'asse della turbina. Contemporaneamente, i fumi esausti della combustione vengono indirizzati al camino previo passaggio attraverso uno scambiatore di calore fumi/acqua.

L'acqua così riscaldata cede calore al circuito termico per mantenere in temperatura i digestori.

Il sistema opera esclusivamente in modalità "GRID CONNECT" (Parallelo rete) erogando energia solo in presenza di segnale dalla rete elettrica. Non è previsto il funzionamento in "ISOLA DI RETE".

Il livello del gasometro sarà misurato da un trasduttore di livello che fornirà un segnale al PLC di controllo dell'impianto di microcogenerazione, installato nel Quadro di Parallelo, mediante un'uscita analogica 4-20mA.

Il segnale del trasduttore sarà elaborato dal PLC per consentire due possibili modalità di esercizio:

- Esercizio a piena potenza: questa modalità è operativa con gasometro al massimo livello; in tali condizioni le microturbine partiranno in sequenza fino ad erogare tutta la potenza elettrica e termica disponibile (130kWe/250kWt)
- Esercizio in modulazione elettrica: al diminuire del livello del biogas, oltre un primo set point, il PLC di controllo inizierà a modulare la potenza erogata dalle microturbine verificando costantemente l'equilibrio del sistema secondo la seguente equazione:

$$\text{biogas prodotto} = \text{biogas consumato}$$

a fronte di un'ulteriore diminuzione del livello di biogas, nella condizione di erogazione di potenza pari alla potenza elettrica di una singola turbina (65kWe), il PLC di controllo comanderà lo spegnimento di una delle due microturbine.

Quando il gasometro scende al di sotto del livello minimo prefissato di biogas, il PLC comanda la fermata anche della seconda microturbina

Lo spegnimento e/o la riaccensione di una delle microturbine verrà gestita in modo da tenere conto delle ore di funzionamento dei due gruppi di produzione, dando la priorità alla microturbina con meno ore. Questa operazione consentirà un utilizzo omogeneo delle microturbine.

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	34	di 46
				Rev.	Data 0 23/02/2017	

Nella modalità di funzionamento sopra esposta la logica di funzionamento prevede di generare calore fino al raggiungimento di una temperatura di set-point dell'acqua di mandata alla caldaia rilevata mediante una sonda di temperatura installata sulla tubazione di mandata dallo scambiatore fumi/acqua, che deve essere successivamente mantenuta e non superata.

Nel caso in cui la temperatura di mandata ecceda il set-point previsto, il PLC comanda l'apertura parziale del bypass di scarico per il tempo necessario a che la temperatura dell'acqua scenda al di sotto del livello di set-point previsto: in questa condizione, il PLC comanda nuovamente la chiusura del bypass.

Nel caso in cui l'energia termica prodotta dall'impianto di microcogenerazione non fosse sufficiente per il raggiungimento della temperatura necessaria per il riscaldamento dei digestori, entrerà in funzione la centrale termica esistente in integrazione.

La modalità di esercizio dell'impianto consente di ottenere alcuni indubbi vantaggi dal punto di vista ambientale:

1. impiego del biogas prodotto dalla digestione anaerobica con la massima efficienza energetica (produzione combinata di energia elettrica e calore)
2. riduzione drastica del livello di emissioni in aria determinato dalla riduzione del quantitativo di biogas necessario al mantenimento della temperatura del digestore e attualmente bruciato nelle caldaie esistenti
3. riduzione drastica del livello di emissioni in aria dovuto alla mancata combustione del biogas in eccesso tramite la torcia di sicurezza; infatti il biogas prodotto viene quasi totalmente utilizzato dall'impianto di microcogenerazione (80 mc/h prodotti circa 72 mc/h di fabbisogno delle microturbine) garantendo, anche nel caso di riduzione del prelievo termico (camino di bypass aperto), un livello di esausti provenienti dalla combustione di biogas già trattato dal sistema di depurazione dell'impianto di microcogenerazione e combusto in eccesso d'aria.

Item	Unità di misura	Quantità	Importo unitario	Oneri sicurezza	IVA	Totale
Opere civili	a corpo	1	€ 27.865,00	€ 2.135,00	€ 6.600,00	€ 36.600,00
FPO impianto di microcogenerazione	a corpo	1	€ 517.622,00	€ 2.378,00	€ 114.400,00	€ 634.400,00
Costi di allacciamento alla rete elettrica	a corpo	1	€ 1.000,00	€ 0	€ 220,00	€ 1.220,00
TOTALE						€ 672.220.00

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	36	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

## 9 Quadro energetico ed emissivo di progetto

### 9.1 Caratteristiche tecniche dell'impianto di microcogenerazione

	UdM	Impianto a Microturbina
Potenza assorbita complessiva	kW	448
Potenza elettrica	kW	130
Potenza termica	kW	256
Rendimento totale	%	86
Marca		CAPSTONE
Tipo		2 x CR65
Alimentazione		Biogas @65% CH <sub>4</sub>
Sistema di alimentazione		Compressore biogas esterno
Consumo biogas (al 65% di CH <sub>4</sub> )	Sm <sup>3</sup> /h	72
Emissioni NO <sub>x</sub>	mg/ m <sup>3</sup>	< 18
CO	mg/ m <sup>3</sup>	< 100
CO <sub>2</sub>	kg/h	44,78
VOC	mg/Nm <sup>3</sup>	< 5
Portata prodotti combustione	kg/s	0,98
T fumi in uscita da turbine	°C	309
Potenza	kVA	162
Tensione	V	400
Corrente (max condizioni stazionarie)	A	240
Fattore di potenza		0,8÷1
Frequenza	Hz	50
Recupero termico		Scambiatore esterno
Temperatura acqua mandata/ritorno	°C	70/60
Portata acqua complessiva	m <sup>3</sup> /h	21,88
Rumorosità a 10 m	dB(A)	65
Potenza elettrica ausiliari	kW	12

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	37	di	46
				Rev.	Data 023/02/2017		
				0			

## 9.2 Stima di produzione dell'impianto di microcogenerazione

Sulla base dei dati di produzione del biogas sono state individuate le caratteristiche del cogeneratore adatto all'installazione secondo il calcolo riportato nel seguito:

- produzione annuale biogas	700.800 mc
- contenuto minimo di metano	65%
- produzione media oraria	80 mc/h
- capacità del gasometro	800 mc
- tempo medio di carica del gasometro	10 h circa

In base alla produzione media oraria si è scelto di installare un comparto di microcogenerazione composto da n. 2 microturbine da 65 kWe ciascuna. I dati principali dell'impianto composto dalle due microturbine sono:

- potenza elettrica disponibile	130 kWe
- potenza termica disponibile	256 kWt
- consumo	448 kW
- rendimento in microcogenerazione	86 %
- consumo di biogas (65% CH <sub>4</sub> )	72 m <sup>3</sup> /h

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	38	di	46
			Rev.	0	Data 23/02/2017	

### 9.3 Stima di produzione da centrale termica a integrazione

La centrale termica, attualmente utilizzata per bruciare il biogas e riscaldare i digestori, entrerà in funzione ad integrazione dell'impianto di microcogenerazione quando questo non sarà in grado di garantire da solo il raggiungimento della temperatura necessaria per il riscaldamento dei digestori.

Sulla base del fabbisogno ante intervento del biodigestore e delle modalità di funzionamento delle microturbine si è stimata la produzione futura imputabile alla centrale termica, la quale entrerà in funzione a solo scopo integrativo.

Si riportano le assunzioni e le modalità di funzionamento nel seguito:

- produzione annuale biogas	700.800 mc
- contenuto minimo di metano	65%
- produzione media oraria	80 mc/h
- capacità del gasometro	800 mc
- tempo medio di carica del gasometro	10 h circa
- potenza termica disponibile centrale termica	1165 kWt
- consumo	62 kW
- percentuale di utilizzo potenza disponibile	5 %
- ore annue di funzionamento stimate	431
- consumo di biogas (65% CH <sub>4</sub> )	10 m <sup>3</sup> /h

### 9.4 Ipotesi di esercizio dell'impianto

Basandoci quindi sul ciclo produttivo medio, si avrà un esercizio dell'impianto di microcogenerazione continuativo nell'arco delle **24 ore al 100%** della potenza nominale.

L'esercizio ipotizzato del cogeneratore, sulla base delle indicazioni del Costruttore, dà luogo alle seguenti frequenze manutentive:

Tipologia di Intervento	Frequenza	Durata
Controllo visivo e funzionale dell'impianto	4000 h	8 h
Ispezione e pulizia filtro aria microturbina		
Controllo funzionale del compressore		
Sostituzione filtro olio, filtro separatore olio/gas, guarnizioni, etc.		

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	39	di	46
			Rev. 0	Data 23/02/2017		

Controllo funzionale desolfatore		
Sostituzione accenditore e filtro esterno combustibile	8000 h	12 h
Sostituzione carboni attivi filtro silossani		
Sostituzione kit cuscinetti compressore, giunto elastico, valvola di sicurezza	16000 h	24 h
Sostituzione iniettori, ventole, filtri combustibile microturbina	20000 h	24 h
Sostituzione compressore	32000 h	32 h
Verifica tecnica microturbina	40.000 h	32 h
Sostituzione Power Module		
Sostituzione sonda di temperatura TET		

Nel periodo di fermo dell'impianto di microcogenerazione, la caldaia esistente entrerà in esercizio per mantenere le condizioni di temperatura del digestore costanti ed adeguate alla produzione di biogas.

Nella tabella seguente si riportano le stime di produzione dell'impianto di microcogenerazione, comprensive dei fermi manutentivi annuali:

Produzione biogas	Produzione lorda annua	Ore di fermo manutentivo	Energia assorbita da ausiliari	Produzione netta annua
[m <sup>3</sup> /anno]	[MWh/anno]	[h/anno]	[MWh/anno]	[MWh/anno]
700.800	1.137	8	105	1.032

## 9.5 Caratteristiche energetiche

	U.d.M	Impianto a Microturbina	Centrale termica a integrazione
Produzione annuale biogas	m <sup>3</sup>	700.800	
Contenuto di metano	%	65	
Produzione media oraria	m <sup>3</sup> /h	80	
Capacità del gasometro	m <sup>3</sup>	800	
Consumo biogas	Sm <sup>3</sup> /h	72	10
Tempo medio riempimento gasometro	h	10	

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	40	di 46
			Rev.	0	Data 23/02/2017

Periodo di esercizio teorico	h/anno	≈ 8748	431
Tempo medio di fermo	h/anno	≈ 12	8329
<b>ANALISI DI ESERCIZIO</b>			
Potenza elettrica lorda disponibile	kW	130	-
Potenza termica lorda disponibile	kWt	256	1165
Periodo di disponibilità	h/gg	24	24
Fermo manutentivo	h/anno	12	-
Produzione elettrica annua lorda	MWh	1.137	-
Energia annua ausiliari	MWh	105	-
ENERGIA ELETTRICA NETTA	MWh/anno	1.032	-
ENERGIA TERMICA NETTA	MWh/anno	2.239	502

Si presenta nel seguito un confronto del quadro energetico ante e post, finalizzato ad evidenziare il migliore sfruttamento del biogas nella configurazione futura.

<b>QUADRO di UTILIZZO ENERGIA A CONFRONTO</b>			
		<b>ANTE</b>	<b>POST</b>
Energia disponibile (biogas)	kW	502	502
Consumo energetico microturbine	kW	0	448
Consumo energetico centrale termica	kW	321	54
Energia non utilizzata e inviata a torcia	kW	<b>181</b>	<b>0</b>

## 9.6 Caratteristiche emissive

Si riportano nel seguito il quadro emissivo per l'impianto di microcogenerazione futuro, le caldaie esistenti di integrazione e la torcia. I dati relativi alle ultime due sono stati estrapolati dall'Autorizzazione alle emissioni attuale.

<b>QUADRO EMISSIVO IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE</b>		
Temperatura gas di scarico turbina	°C	309
Temperatura gas dopo scambio termico	°C	90
Portata gas di scarico	kg/s	0,98
Concentrazione CO	ppm	< 80



	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	41	di 46
			Rev.	0	Data 23/02/2017

Concentrazione NOx	ppm	< 9
Concentrazione CO <sub>2</sub>	%	1
Concentrazione VOC	ppm	< 7

**QUADRO EMISSIVO CALDAIE ESISTENTI DI INTEGRAZIONE (da allegato a autorizzazione emissioni)**

Temperatura gas di scarico	°C	152	323
Portata gas di scarico	kg/s	ND	ND
Concentrazione CO	ppm	0	2
Concentrazione NOx	ppm	ND	52 (da scheda tecnica)
Concentrazione CO <sub>2</sub>	%	8,4	8,8

**QUADRO EMISSIVO TORCIA (da allegato a autorizzazione emissioni)**

Temperatura gas di scarico	°C	900
Portata gas di scarico	kg/s	ND
Concentrazione CO	mg/ m <sup>3</sup>	ND
Concentrazione NOx	mg/ m <sup>3</sup>	ND
Concentrazione SO <sub>2</sub>	kg/h	ND

Si evidenzia che nella situazione postintervento il biogas non verrà più bruciato in torcia, se non in condizioni straordinarie di funzionamento e verrà principalmente alimentato alle microturbine, consentendo un notevole miglioramento del quadro emissivo.

Si presenta nel seguito un prospetto previsionale dell'utilizzo del biogas a confronto con la situazione attuale.

QUADRO di UTILIZZO BIOGAS A CONFRONTO			
		ANTE	POST
Biogas prodotto	m <sup>3</sup> /h	80	80
Consumo biogas microturbine	m <sup>3</sup> /h	0	72
Consumo biogas centrale termica	m <sup>3</sup> /h	50	10
Biogas non utilizzato e inviata a torcia	m <sup>3</sup> /h	<b>30</b>	<b>0</b>

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	42	di	46
				Rev.	Data 0 23/02/2017		

## 9.7 Calcolo del PES

Il calcolo del PES (Primary Energy Saving) consente di valutare il valore di risparmio di energia primarie e se un impianto di microcogenerazione sia ad alto rendimento.

Il PES è definito dalla seguente formula:

$$PES = \left( 1 - \frac{1}{\frac{CHP H\eta}{Ref H\eta} + \frac{CHP E\eta}{Ref E\eta}} \right) \times 100\%$$

dove:

$CHP H\eta$  : rendimento termico della produzione mediante microcogenerazione

$Ref H\eta$  : rendimento di riferimento per la produzione separata di calore secondo D.M. 5 Settembre 2011 e s.m.i.

$CHP E\eta$  : rendimento elettrico della produzione mediante microcogenerazione

$Ref E\eta$  : rendimento di riferimento per la produzione separata di energia elettrica secondo D.M. 5 Settembre 2011 e s.m.i.

Di seguito si riportano i rendimenti utilizzati per il calcolo e il risultante PES:

CALCOLO PES	
$CHP H\eta$ (Rendimento termico)	57 %
$Ref H\eta$ (Rendimento di riferimento per la produzione di calore)	80 %
$CHP E\eta$ (Rendimento elettrico)	29 %
$Ref E\eta$ (Rendimento di riferimento per la produzione di energia elettrica)	42 %
<b>PES (Primary Energy Saving)</b>	<b>29 %</b>

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc. 161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	43	di 46
				Rev.	0	Data 23/02/2017

## 10 Vita utile dell'impianto e dismissione

### 10.1 Vita utile dell'impianto

I microcogeneratori hanno una vita utile prevista superiore a 10 anni nel corso dei quali si produrranno oltre 10 GWh di energia elettrica e oltre 22 GWh di energia termica.

In realtà, la vita utile dell'impianto è determinata dalla corretta e regolare manutenzione, pertanto la vita sopra riportata come stima potrà essere anche superiore. Nell'esperienza del costruttore, esistono infatti casi documentati dove le microturbine continuano a funzionare dopo oltre 13 anni.

### 10.2 Modalità di dismissione e costi

Le modalità di dismissione dell'impianto riguardano le diverse tipologie di materiali/componenti da dismettere. In particolare, la dismissione avverrà secondo quanto previsto dalla vigente legislazione, impiegando Ditte specializzate secondo l'elenco in tabella riportato in forma indicativa ma non esaustiva né limitativa. I costi di dismissione sono stati rilevati, ove presenti, dal prezziario 2016 del Comune di Milano. Per i restanti oneri si è provveduto ad effettuare una stima con personale specializzato.

Componente	Ente/Ditta	Costi
Microturbine, chiller, quadro elettrico, apparecchiature elettriche ed elettroniche	Consorzio di Raccolta Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE)	€ 12.000,00
Piping e componenti metallici in genere	Conferimento a Consorzi o Ditte specializzate nel riciclo/recupero di materiali ferrosi e metallici in genere	€ 5.000,00
Platea di base ed aree in cemento e/o asfalto	Conferimento a discarica controllata	€ 4.000,00 €
<b>TOTALE</b>		<b>21.000,00</b>

### 10.3 Modalità di ripristino e costi

Il ripristino dell'area consisterà nel riporto di terreno vegetale e da successiva semina di erba. I costi sono conteggiati secondo prezziario 2016 del Comune di Milano sono:

Attività	Costi
Ripristino area con terreno vegetale	€ 500,00
Semina verde di base con tappeto erboso	€ 400,00
<b>TOTALE</b>	<b>€ 900,00</b>

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003		Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
			Pag.	44	di	46
			Rev.	0	Data 23/02/2017	

## 11 Quadro economico di esercizio

L'energia prodotta verrà consumata totalmente in sito per soddisfare le esigenze produttiva dell'impianto Amiacque, secondo quanto previsto a progetto.

QUADRO ECONOMICO		
	U.d.M	
Produzione annuale lorda energia elettrica	MWh/anno	1.137
Produzione annuale netta energia elettrica	MWh/anno	1.032
Autoconsumo annuale energia elettrica	MWh/anno	1.032
Costo energia elettrica da rete	€/MWh	160
PROVENTI ANNUI/RISPARMIO		
<b>Risparmio sul prelievo di energia elettrica</b>	<b>€/anno</b>	<b>165.120</b>

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			161385-R200_00	
				Relazione Tecnica AU	
				Pag.	45 di 46
				Rev.	Data
		0	23/02/2017		

**12 ALLEGATO 1:** *Cartografia di inquadramento territoriale impianto su base C.T.R.*

*N. Documento: 161385-L-201\_00*

**13 ALLEGATO 2:** *Estratto P.R.G./P.G.T.*

*N. Documento: 161385-L-202\_00*

**14 ALLEGATO 3:** *Estratto mappa catastale*

*N. Documento: 161385-L-203\_00*

**15 ALLEGATO 4:** *Disegni di dettaglio*

*N. Documento: 161385-L-204\_00*

**16 ALLEGATO 5:** *Documentazione fotografica*

*N. Documento: 161385-R-205\_00*

**17 ALLEGATO 6:** *Schemi di connessione*

*N. Documento: 161385-E-206\_00*

**18 ALLEGATO 7:** *Relazione previsionale impatto acustico*

*N. Documento: 161385-R-207\_00*

**19 ALLEGATO 8:** *Planimetria generale, layout e sezioni di impianto*

*N. Documento: 161385-L-208\_00*

**20 ALLEGATO 9:** *Relazione campi elettromagnetici*

*N. Documento: 161385-R-209\_00*

**21 ALLEGATO 10:** *Relazione geotecnica*

*N. Documento: 161385-R-210\_00*

**22 ALLEGATO 11:** *Schede tecniche Capstone*

**23 ALLEGATO 12:** *Schede tecniche caldaie esistenti*

**24 ALLEGATO 13:** *Autorizzazione alle emissioni*

**25 ALLEGATO 14:** *Autorizzazione agli scarichi*

**26 ALLEGATO 15:** *Relazione paesaggistica*

*N. Documento: 161385-R-100\_00*

	<b>IMPIANTO DI MICROCOGENERAZIONE A BIOGAS DA REFLUI FOGNARI</b>  RELAZIONE TECNICA PER AUTORIZZAZIONE UNICA 387/2003			Doc.	161385-R200_00 Relazione Tecnica AU		
				Pag.	46	di	46
				Rev. 0	Data 23/02/2017		

- 27 ALLEGATO 16:** *Protocollo pratica VVF*
- 28 ALLEGATO 17:** *Preventivo per la connessione*
- 29 ALLEGATO 18:** *Copia dei titoli di disponibilità delle aree*
- 30 ALLEGATO 19:** *Copia carta di identità*
- 31 ALLEGATO 20:** *Ricevuta pagamento oneri istruttori*